T-UES
1504
G216e
1993
Ej. 2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

"ESPECIFICACIONES BASICAS DE UNA CENTRAL DIGITAL DE CONMUTACION DE CIRCUITOS"

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:
CARLOS ALBERTO GARCIA PASPARICO
OSCAR ARMANDO MENDEZ

15101253
15101253

PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
BIBLIOTECA
3671
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

MAYO DE 1993.

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.

Recibida - 18/05/93

U.E.S BIBLIOTECA
INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Inventario: 15101253

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. MIRNA ANTONIETA PERLA DE ANAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. JUAN JESUS SANCHEZ SALAZAR

SECRETARIO:

ING. JOSE RIGOBERTO MURILLO CAMPOS

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

DIRECTOR:

ING. RICARDO ERNESTO CORTEZ

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

TRABAJO DE GRADUACION PREVIO A LA OPCION AL GRADO DE INGENIERO ELECTRICISTA

TITULO: "ESPECIFICACIONES BASICAS DE UNA CENTRAL DIGITAL DE CONMUTACION DE CIRCUITOS"

PRESENTADO POR: CARLOS ALBERTO GARCIA PASPARICO
OSCAR ARMANDO MENDEZ

TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:

COORDINADOR: ING. JAIME ANTONIO ANAYA

ASESOR: ING. HUMBERTO SHUL FLORES

ASESOR: ING. MIGUEL ALFONSO FLORES

ASESOR: ING. RICARDO ERNESTO CORTEZ

SAN SALVADOR, MAYO DE 1993

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
FACULTAD DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA
Universidad de El Salvador

ACTA DE CONSTANCIA DE NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, 23 de Abril de 1993, en el local de Sala de Lectura de la Escuela de Ingeniería Eléctrica a las 16:15 horas, con la presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

		Firma
1-	Ing. Ricardo E. Cortéz Director de la E.I.E.	
2-	Ing. Jorge A. Galdámez Secretario de la E.I.E.	
3-		

Y con el Honorable Jurado de evaluación integrado por las personas siguientes:

1- Ing. Luis Amílcar Moreno Peña
2- Ing. Fidel Ernesto Fuentes Vásquez
3- Ing. Héctor Pompilio Escobar
4- Ing. José Humberto Shul Flores
5- Ing. Miguel Angel Flores
6-

Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación: "ESPECIFICACIONES BASICAS DE UNA CENTRAL DIGITAL DE CONMUTACION DE CIRCUITOS"

a cargo del (los) Br(es): Oscar Armando Méndez y
Carlos Alberto García Pasparico.

Habiendo obtenido el presente trabajo una nota final, global de 8.3
(Ocho punto tres.)

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
FACULTAD DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA
Universidad de El Salvador

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a:

- Mi **DIOS TODOPODEROSO**, porque a lo largo de mi vida me ha colmado de muchas bendiciones y sin su ayuda no me habría sido posible la culminación de este trabajo.

- A mi madre, **TERESA GARCIA**, que se sacrificó tanto por verme llegar a este momento, brindandome su apoyo moral y económico en todo momento, ruego a DIOS me la bendiga.

- A mis abuelos; **MANUEL CABRERA Y FRANCISCA GARCIA**, que son mis segundos padres, por haberme guiado siempre por el buen camino, pido a DIOS que los proteja y los bendiga siempre.

- A mis hermanos **FRANCISCO ARNOLDO Y ANA CECILIA**, porque de una u otra forma siempre me apoyaron.

- A la familia **LOPEZ, HECTOR, ARACELY, XIOMARA, GUILLERMO Y JAIME**, por brindarme su apoyo y porque siempre me desearon lo mejor, ruego a DIOS que los bendiga.

- Al ING. **MIGUEL ALFONSO FLORES** por su acertada orientación en el desarrollo de este trabajo

- A **OSCAR ARMANDO**, mi compañero de tesis que me dió ánimos en mis momentos de flaqueza y además me brindó su casa durante el desarrollo del trabajo de graduación, le deseo lo mejor.

-Al **ING. ALEJANDRO GANUZA** por prestarnos su computadora personal, y por su valiosa y desinteresada colaboración.

- A demás **FAMILIARES Y AMIGOS**, que me impulsaron para poder llegar a la culminación de esta meta, DIOS todopoderoso los guarde y los bendiga.

CARLOS ALBERTO

AGRADECIMIENTOS

- A **DIOS**, porque me dió fuerzas para seguir adelante hasta finalizar dicho trabajo.

- A mi madre **JULIA MENDEZ** que siempre me brindó su valioso apoyo en mis estudios, hasta llegar a finalizar mi carrera.

- A mi abuelita, **IRENE MONTOYA**, que siempre estuvo a mi lado apoyandome para salir adelante y terminar mis estudios.

- A **YANIRA HERNANDEZ**, que siempre me dió su apoyo y comprensión, dandome ánimos para seguir adelante.

- A **CARLOS ALBERTO**, mi compañero de tesis que fue un excelente amigo y apoyo para llegar al feliz término del trabajo.

- A **ROXANA, ALEJANDRO, MIGUEL FLORES** y demás familiares y amigos que nos ayudaron para lograr la terminación del trabajo.

OSCAR ARMANDO

PREFACIO

El objetivo del presente trabajo de graduación consiste en la elaboración de las especificaciones básicas de una central digital de conmutación de circuitos, que sirvan de referencia en la elección de una nueva central telefónica digital , la cual ha de ser integrada a la red de telecomunicación del país.

Este trabajo se justifica debido a que no existe bibliografía genérica en el país sobre el tema, por tanto el presente trabajo se convierte en una referencia para los nuevos profesionales que hoy se estan formando en el área de la telecomunicación.

Los alcances planteados comprenden la elaboración de un documento, que sirva de referencia en la selección de un sistema de conmutación digital, los cuales fueron alcanzados en su totalidad, incluyendose además un estudio sobre el dimensionamiento de las centrales, el cual es un tópico muy importante para la eleboración de las especificaciones técnicas de una central telefónica.

RESUMEN DEL TRABAJO

El presente trabajo de graduación incluye un estudio sobre los aspectos básicos de una red de telecomunicacion, con el propósito de ubicar la central telefónica dentro de esta, y la distinción entre lo que es conmutación de circuitos y conmutación de paquetes; todo esto se trató en el Capítulo I.

Una vez ubicada la central en la red, se realizó un estudio de la estructura funcional Hardware y Software de dicha central, lo cual está considerado el los Capítulos II y III respectivamente.

La central como parte integrante de la red de telecomunicación, para poder ser incluida dentro de la misma, debe cumplir con ciertos planes básicos formulados por la administración, en base a las caracteristicas de la red de cada país, razón por la cual se incluye un estudio sobre los planes técnicos fundamentales y como estos son integrados a la central (Capítulo IV).

Otro aspecto importante, que tiene que ver con la determinación de la capacidad de la central es la ingeniería de tráfico, la cual es una herramienta para el dimensionamiento de la central.

Se estudian también algunos sistemas de conmutación existentes en el mundo y específicamente en El Salvador y a los cuales pretendemos evaluar a través de las especificaciones técnicas (Capítulo V).

Finalmente en el Capítulo VI, en base a todo lo descrito anteriormente, se elaboró un conjunto de especificaciones técnicas básicas de una central de conmutación de circuitos.

El trabajo incluye un conjunto de anexos que ayudan a reforzar la comprensión de los temas tratados en el trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

Página

Capítulo I.....1
1. Sistemas de Telecomunicación.....1
Introducción.....1
1.1 Composición de la red de telecomunicaciones.....1
1.2 Aspectos de transmisión de una red digital.....3
1.2.1 Modulación por Impulsos Codificados.....4
1.2.2 Muestreo.....4
1.2.3 Cuantización.....4
1.2.4 Codificación.....5
1.2.5 Estructura de trama y multitrama.....7
1.2.6 Características generales de un sistema de transmisión digital.....8
1.2.7 Sistema de transmisión PCM30.....8
1.2.7.1 Trama.....9
1.2.7.2 Señal de alineación de trama concentrada.....10
1.2.7.3 señal de alarma.....11
1.2.7.4 Señalización.....12
1.2.8 Sistema de transmisión PCM24.....12
1.2.8.1 Trama.....15
1.2.8.2 Señal de alineación de Trama.....15
1.2.8.3 Señalización.....16
1.2.8.4 Indicaciones de alarma.....16
1.2.9 Sistemas de Transmisión digital de orden superior.....17
1.2.10 Adaptación de velocidad mediante Justificación.....17
1.3 Planta Externa.....19
1.4 Sistemas de conmutación digital.....21
1.4.1 Conmutación de circuitos.....22
1.4.2 Conmutacion de paquetes.....22
1.4.3 Funciones de los sistemas de conmutación digital.....23
Conclusiones del capítulo I.....25
Bibliografía del capítulo I.....26

Capítulo II.....27
2. Estructura del Hardware de los Sistemas de Conmutación Digital.....27
introducción.....27
2.1 Arquitectura básica de una central digital.....27
2.1.1 Interface para líneas de abonado.....28
2.1.2 Interface con líneas de enlace.....28
2.1.3 Subsistema central de la red de conmutación.....28

2.1.4 Equipos de sincronización de la red.....30
2.1.5 Otras interfaces.....30
2.2 Tecnología utilizada por las centrales digitales.....32
2.2.1 Memorias.....34
2.2.2 Procesadores.....34
2.2.2.1 Unidad de entrada.....36
2.2.2.2 Unidad de memoria.....36
2.2.2.3 Unidad de control.....36
2.2.2.4 Unidad aritmética y lógica.....38
2.2.2.5 Unidad de salida.....38
2.2.2.6 Buses.....39
2.3 Red de conexión.....39
2.3.1 Conmutadores digitales básicos.....39
2.3.1.1 Conmutador Temporal.....39
2.3.1.1.1 Control de los conmutadores temporales.....40
2.3.1.1.2 Multiplexación con bits en Paralelo.....41
2.3.1.2 Conmutador Espacial.....41
2.3.1.2.1 Control del Conmutador Espacial.....42
2.3.2 Composición de una Red de Conexión.....44
2.3.2.1 Redes de conexión con Control Común.....44
2.3.2.1.1 Estructura TST.....44
2.3.2.1.2 Estructura STS.....47
2.3.2.1.3 Arquitectura del Hardware del Controlador de la Red.....49
2.3.2.2 Redes de Conexión con Control Progresivo.....51
2.4 Interfaces de los sistemas de conmutación digital.....51
2.4.1 Interface de Línea Analógica.....53
2.4.1.1 Funciones del Circuito de línea.....53
2.4.1.1.1 Transmisión.....53
2.4.1.1.2 Conversión de dos a cuatro hilos.....56
2.4.1.1.3 Adaptación de Impedancias.....56
2.4.1.1.4 Adaptación de Niveles.....56
2.4.1.1.5 Conversión A/D y D/A.....56
2.4.2 Interface de Línea Digital.....57
2.4.2.1 Conversión de dos a cuatro hilos.....59
2.4.2.2 Codificación de Línea.....59
2.4.2.3 Ecualización.....61
2.4.2.4 Aleatorización.....61
2.4.2.5 Estructura de la señal en la Línea.....61
2.4.2.6 Temporización y Sincronización.....61
2.4.3 Interface de Enlace Analógico.....62
2.4.3.1 Transmisión.....62
2.4.3.2 Señalización.....62
2.4.4 Interface de Enlace Digital.....64
2.4.4.1 Interface eléctrica.....64
2.4.4.2 Conversión de códigos.....64

2.4.4.3 Retemporización.....66
2.4.4.4 Alineamiento de Trama.....66
Conclusiones del capítulo II.....67
Bibliografía del capítulo II.....68

Capítulo III.....69
3. Estructura del Software de los Sistemas de conmutación Digital.....69
Introducción.....69
3.1 Control por programa Almacenado.....69
3.1.1 Características de SPC.....70
3.1.2 Capacidad de Proceso.....70
3.1.3 Arquitecturas de Control.....71
3.1.3.1 Centralización y Distribución del Control.....72
3.1.3.2 Control Centralizado.....72
3.1.3.3 Control Distribuido.....74
3.2 Software en los Sistemas SPC.....74
3.2.1 Pre y Post procesamiento de la señalización.....77
3.2.1.1 Señalización de una línea de Abonado.....78
3.2.2 Matriz de Conmutación.....81
3.2.3 Procesamiento de LLamadas Automáticas.....82
3.2.3.1 Proceso Principal.....82
3.2.3.2 Encaminamiento.....85
3.2.4 Procesamiento de LLamadas Semiautomáticas.....87
3.2.4.1 Archivos y "Tickets".....88
3.2.4.2 Colas de LLamadas Entrantes.....89
3.2.4.3 Actividades de Aplicación para el Tratamiento de llamadas Semiautomáticas.....89
3.2.5 Operación y Mantenimiento.....91
3.2.5.1 Funciones de Operación.....93
3.2.5.2 Funciones de Mantenimiento.....93
3.2.6 Sistema Operativo.....94
3.2.7 Lenguaje de Programación.....95
3.2.7.1 Lenguaje de Alto Nivel CCITT.....97
3.2.7.1.1 Estructura General de un programa CHILL.....97
3.2.7.2 Lenguaje Ensamblador.....98
3.2.7.3 Lenguaje Hombre-Máquina.....99
Conclusiones del capítulo III.....101
Bibliografía del capítulo III.....102

Capítulo IV.....103
4. Planes Técnicos Fundamentales y su interrelación con La central e Ingeniería de Tráfico.....103
Introducción.....103

Página

4.1 Planes Técnicos Fundamentales y su relación directa con las centrales digitales de conmutación.....103
4.1.1 Plan de Encaminamiento.....105
4.1.2 Plan de Numeración.....110
4.1.2.1 Análisis de Dígitos.....110
4.1.2.2 Tipos de Datos.....111
4.1.2.3 Plan de Numeración Nacional.....112
4.1.3 Plan de Tarificación.....113
4.1.3.1 Métodos y Tipos de Tarificación.....114
4.1.3.2 Clases de Tarifas.....115
4.1.4 Plan de Sincronización.....115
4.1.5 Plan de Transmisión.....117
4.1.5.1 La red internacional.....119
4.1.5.2 La red Nacional.....121
4.1.6 Plan de Señalización.....122
4.2 Ingeniería de Tráfico.....123
4.2.1 Definiciones y conceptos de la ingeniería de tráfico.....124
4.2.2 Criterios usados en la ingeniería de tráfico.....125
4.2.3 Elementos de probabilidad.....126
4.2.3.1 Distribución de Poisson.....126
4.2.3.2 Distribución de Erlang B.....127
4.2.3.3 Distribución de Erlang C.....128
4.2.3.4 Distribución de Engset.....129
4.2.5 Sistemas de colas.....130
Conclusiones del capítulo IV.....131
Bibliografía del capítulo IV.....132

Capítulo V.....133
5. Principales Sistemas Existentes en en Mercado Mundial y Específicamente en El Salvador.....133
Introducción.....133
5.1 Sistema telefónico AXE-10.....133
5.1.1 Estructura funcional.....134
5.1.2 Sistema de conmutación APT.....135
5.1.2.1 Selector digital de abonado.....136
5.1.2.2 Unidad remota de abonados.....137
5.1.2.3 Selector de grupo digital.....139
5.1.2.4 Subsistema de troncales y señalización.....139
5.1.2.5 Señalización por canal común.....139
5.1.3 Sistema de control APZ.....140
5.1.3.1 Estructura del sistema de control APZ.....141
5.1.3.1.1 Susbsistema procesador central.....143

5.1.3.1.1.1 Estructura del hardware del procesador CPU...143
5.1.3.1.1.2 Software del sistema de control.....145
5.1.3.1.2 Subsistema de procesadores regionales.....146
5.1.3.1.3 Subsistema de mantenimiento..147
5.1.3.1.4 Subsistema de soporte.....147
5.1.3.1.5 Subsistema hombre-máquina....147
5.1.3.1.6 Subsistema de administración de archivos.....148
5.1.3.1.7 Subsistema de comunicación de datos.....148
5.2 Sistema telefónico 12.....149
Introducción.....149
5.2.1 Estructura funcional del sistema 12.....149
5.2.1.1 Red de conexión digital.....152
5.2.1.1.1 Elementos de conmutación digital.....152
5.2.1.1.2 Estructura de la red de conexión.....152
5.2.1.2 Elementos de control.....154
5.2.1.2.1 Microprocesadores y memoria..154
5.2.1.2.2 Interface de control.....157
5.2.1.2.3 Interface terminal.....157
5.2.1.3 Modulos terminales de red.....158
5.2.1.3.1 Módulo para abonado analógico.....158
5.2.1.3.2 Módulo para enlace analógico.....159
5.2.1.3.3 Módulo para enlace digital...159
5.2.1.3.4 Módulo para abonados ISDN....159
5.2.1.3.5 Módulo para abonados digitales.....160
5.2.1.3.6 Módulo de enlace ISDN.....160
5.2.1.3.7 Módulo para interface de unidad remota.....160
5.2.1.4 Módulos para control y soporte.....160
5.2.1.4.1 Módulo para soporte y perifericos.....161
5.2.1.4.2 Módulo para circuitos de servicio.....161
5.2.1.4.3 Módulo para señalización por canal común.....161
5.2.1.4.4 Módulo de reloj y tonos.....161
5.2.1.4.5 Módulo para prueba de enlaces.....162
5.2.1.4.6 Módulo para interface de operadora.....162

5.3 Sistema EWSD 162
5.3.1 Estructura del hardware del sistema EWSD.....163
5.3.1.1 Subsistema de acceso.....163
5.3.1.1.1 Unidad de línea digital.....165
5.3.1.1.2 Grupos de conexión.....167
5.3.1.2 Subsistema de conmutación.....168
5.3.1.3 Subsistema de coordinación (Procesador de coordinación).....168
5.3.1.4 Control de la red de señalización por canal común CCNC.....172
5.3.2 Operación y mantenimiento.....172
5.3.2.1 Modo de operación y mantenimiento locales.....172
5.3.2.2 Operación y mantenimiento centralizados.....175
5.3.3 Software del sistema EWSD.....177
5.3.3.1 Sistemas operativos.....177
5.3.3.2 Programas de protección.....179
5.4 Descripción del sistema NEAX 61.....181
5.4.1 Estructura del hardware del sistema NEAX 61....182
5.4.1.1 Subsistema de Aplicación.....183
5.4.1.1.1 Interfaz con líneas analógicas.....183
5.4.1.1.2 Interfaz con troncales analógicas.....183
5.4.1.1.3 Interfaz para troncales digitales.....185
5.4.1.1.4 Interfaz con sistemas remotos.....185
5.4.1.1.5 Interfaz para posición de operadora.....185
5.4.1.2 Subsistema de conmutación.....185
5.4.1.3 Subsistema Procesador.....189
5.4.1.4 Subsistema de operación y mantenimiento.....193
5.4.2 Estructura básica del software.....194
5.4.2.1 Archivos del sistema.....195
5.4.2.1.1 Sistema operativo.....195
5.4.2.1.1.1 Programa de control de ejecución.....196
5.4.2.1.1.2 Programa de procesamiento de fallas.....196
5.4.2.1.1.3 Programa de diagnóstico.....196
5.4.2.1.2 Sistema de aplicación.....197
5.4.2.1.2.1 Programa de procesamiento de llamadas.....197

5.4.2.1.2.2 Programa de administración...197
5.4.2.2 Archivo de datos de la central.....197
5.4.2.3 Archivo de datos de abonado.....198
5.5 Dimensionamiento de los sistemas de conmutación digital.....198
5.5.1 Modularidad de los sistemas de conmutación digital.....198
5.5.2 Métodos de dimensionamiento.....198
5.6 Capacidad de procesamiento.....201
5.6.1 CÁlculo de la capacidad de procesamiento en las centrales telefónicas.....202
5.7 Aplicaciones de los sistemas de conmutación digital.....203
5.7.1 Centrales locales.....203
5.7.2 Centrales de tránsito.....204
5.7.3 Centrales conbinadas.....204
5.7.4 Centrales de radiotefonía móvil.....205
5.7.5 Centrales rurales.....205
5.7.6 Sistemas de operadora digital.....205
5.7.7 Red digital de servicios integrados.....205
5.7.8 Centrales transportables.....205
Conclusiones del capítulo V.....206
Bibliografía del capítulo V.....208

Capítulo VI.....209
6. Especificaciones Básicas de una Central Digital de Conmutación de circuitos.....209
Introducción.....209
6.1 Requerimientos técnicos fundamentales.....210
6.1.1 Capacidad inicial de procesamiento.....210
6.1.2 Capacidad final de procesamiento.....210
6.1.3 Configuración del hardware.....210
6.1.4 Estructura del software.....211
6.1.5 Control de sobrecarga 211
6.1.6 Hardware y software para los servicios suplementarios.....211
6.1.7 Tratamiento de la señalización.....212
6.1.8 Dimensionamiento de las centrales.....213
6.1.9 tarificación.....214
6.1.10 Operación y mantenimiento.....214
6.1.11 Equipos de energía y fuerza.....215
6.2 Requerimientos técnicos necesarios.....216
6.2.1 Suministro de equipos y servicios.....216
6.2.2 Descripción de los suministros requeridos.....216
6.2.3 Especificaciones necesarias.....219
6.2.4 Planes básicos de la red telefónica que se implementarán en la central.....220
6.2.4.1 Plan de numeración.....220
6.2.4.2 Plan de encaminamiento.....221

6.2.4.3 Plan de tarificación.....222
6.2.4.4 Plan de señalización.....223
6.2.4.4.1 Señalización No.7.....223
6.2.4.5 Plan de sincronización.....224
6.2.4.6 Plan de servicios.....224
6.3 Especificaciones generales.....226
6.3.1 Condiciones físicas de instalación y funcionamiento de los equipos de conmutación y fuerza.....227
Conclusiones del capítulo VI.....229
Bibliografía del capítulo VI.....230
Conclusiones y Recomendaciones Generales.....231
Apendice A.....233
Anexos.....239

CAPITULO I

SISTEMAS DE TELECOMUNICACION.

Introducción.

Este capítulo trata sobre los aspectos básicos de una red de telecomunicación, y tiene como objetivo ubicar la central de conmutación digital dentro de la red.

Se describen de una manera muy general, aspectos sobre la transmisión de una red digital y de la conmutación digital asi como los elementos de planta externa.

Dentro de la transmisión se estudia la técnica de modulación por impulsos codificados MIC (o PCM: Pulse Code Modulation) y la multiplexación por división en el tiempo (MDT)., incluyendo el sistema de transmisión digital PCM30 y el PCM24.

Lo que se refiere a la conmutacion esta se encarga de establecer la diferencia entre conmutación de paquetes y la conmutación de circuitos, esta última objeto de estudio del presente trabajo

1.1. Composición de la red de telecomunicaciones.

La red de telecomunicaciones, de acuerdo a la naturaleza del área que cubre, se compone de las siguientes redes:

1.- red local o metropolitana.

2.- red de una región o regional.

3.- red interurbana de larga distancia.

4.- red internacional (mundial).

Dentro de la red local se encuentran las áreas monocéntricas y las áreas policéntricas. Entendiendose por área monocéntrica aquella que es atendida por una sola central (ver figura No. 1.1).

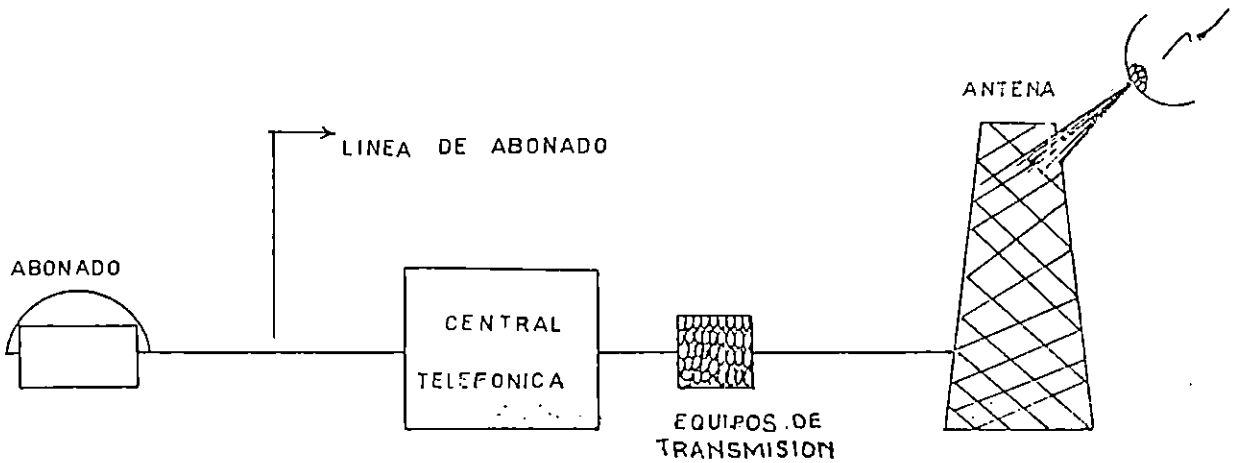


Figura No.1.1: Area Monocentral

Cuando la demanda telefónica crece demasiado, se presentan problemas para atender toda la demanda por una sola central, para solventar esta situación se tendrá que crear en el área otras centrales, formando asi lo que se conoce como área multicentral.

Se deberá dotar a las centrales de un medio de intercomunicación entre ellas, para que abonados conectados a distintas centrales puedan comunicarse.

Además de las centrales pertenecientes a una misma área y los enlaces entre estas, es necesario contar con una parte de transmisión para poder establecer comunicación con otras áreas multicentral.

En general una red local está formada por nodos de conmutación y nodos de transmisión. Un nodo de conmutación puede estar constituido por una o varias centrales, colocadas en un mismo edificio. Los nodos de transmisión estan formados, por los equipos "multiplex" PCM, terminales ópticos etc.; los cuales estan conectados entre sí por los medios de transmisión, los cuales pueden ser fibra óptica, cable coaxial, radio enlace, satélites, etc.

En la figura No. 1.2 se muestra un área multicentral formada por nodos de conmutación.

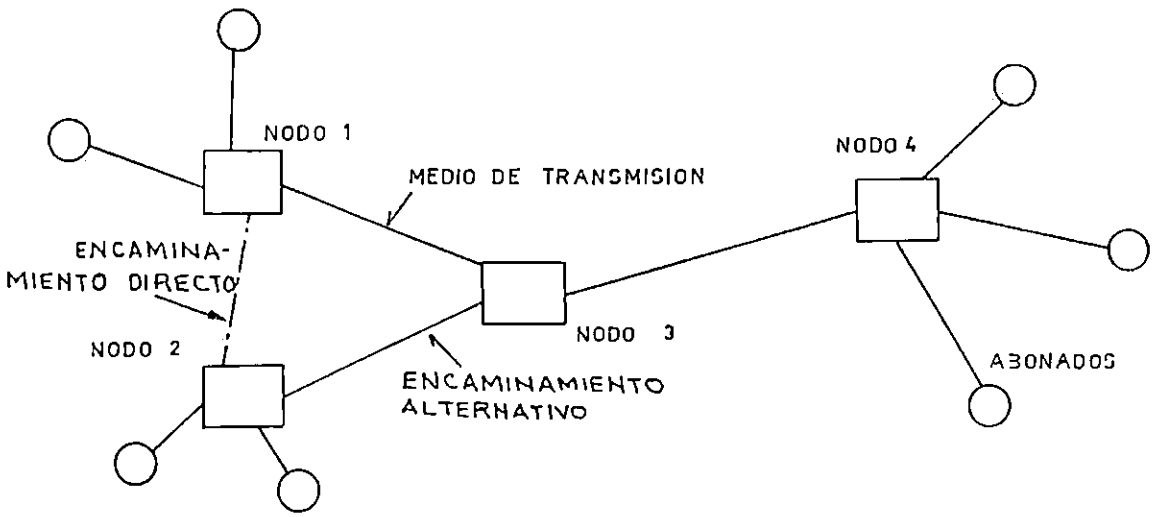


Figura No. 1.2: Area Multicentral.

Se puede observar que existe un nodo que no tiene conectado ningun abonado, a estas centrales se les denomina centrales de tránsito y se utilizan cuando el número de centrales en un área es demasiado grande.

La central de tránsito concentra el tráfico telefónico de las centrales locales, a la vez que los nodos se pueden conectar directamente entre sí, de esta forma se evita ocupar equipo de conmutación en las centrales de tránsito, operando así más eficientemente.

Como puede observarse, esta red permite la utilización de rutas alternativas, pudiendo hacerse un primer intento en el enlace directo, y si está ocupado existe la posibilidad de dirigirse a la central de tránsito y desde allí alcanzar la central deseada.

1.2. Aspectos de transmisión de una red digital.

En este apartado se estudian aspectos como la modulación por impulsos codificados PCM, la multiplexación por división en

el tiempo, no solo porque son importantes para el estudio de la transmisión digital, si no porque también son utilizadas en la conmutación digital, es decir que en una central digital, las señales de voz son conmutadas internamente en forma de señales digitales PCM, (las cuales estan compuestas por palabras de 8 bits), multiplexadas por división en el tiempo. (MDT).

1.2.1. Modulación por impulsos codificados.

Esta técnica, conocida también como PCM (Pulse Code Modulation) permite representar las muestras de las señales analógicas mediante códigos que se transmiten por medio de señales eléctricas digitales.

La técnica PCM implica tres procesos básicos a los que son sometidas las señales analógicas:

- muestreo
- cuantización
- codificación

1.2.2. Muestreo.

Se ha especificado como base, una frecuencia de muestreo de 8000 Hz para la banda de 300 Hz a 3.4 KHz, que se utiliza en los sistemas telefónicos; es decir, la señal telefónica es muestreada 8000 veces por segundo. La separación entre dos muestras consecutivas de la misma señal es 125 µseg.

Si el canal de voz de 4 Khz, se muestrea 8000 veces por segundo para formar una onda de modulación por amplitud de pulsos multiplexada, se muestra sucesivamente un grupo de 24 canales, para el sistema PCM 24 ó un grupo de 30 canales para el sistema PCM30. Toda la secuencia se debe realizar en el período de 125 µseg (este período de 125 µseg se conoce como trama).

1.2.3. Cuantización.

Todas las muestras seleccionadas en el proceso de muestreo, se someten al proceso de cuantización, siendo la señal PAM, todavía una representación analógica de la señal telefónica. Sin embargo, las muestras pueden transmitirse y procesarse en forma digital con mucha facilidad. El primer paso, para

su transformación en señal digital (señal PCM), es la cuantificación que consiste en que un gran número de amplitudes de una señal PAM pueda tomar un valor discreto escogido.

Para cada muestra, se determina el intervalo en el que queda incluida, estando separado cada intervalo de cuantificación del siguiente valor.

En la figura No.1.3 se presenta el principio de cuantificación, habiéndose utilizado solamente 16 intervalos de cuantificación iguales.

Si se establecen intervalos de cuantificación iguales, de forma uniforme por todo el margen de amplitudes de la señal, cuando las señales de entra sean pequeñas, podrán resultar variaciones relativamente grandes. Estas variaciones pueden ser del mismo orden de magnitud que la señal de entrada y entonces la relación señal/ruido no sería suficientemente grande.

La cuantificación no uniforme se especifica mediante líneas características, es decir:

- Líneas características de 13 segmentos (Ley A, PCM 30 Europa).

-Líneas características de 15 segmentos (Ley μ, PCM 24 E.E.U.U.).

Cuando la distribución de amplitudes no es uniforme, existe mayor probabilidad de asumir las amplitudes bajas, en ese caso, la relación señal/ruido no es aceptable; teniéndose dos alternativas para solucionar este problema.

i. Aumentar el número de niveles de cuantificación, aumentando el número de bits necesarios para la codificación, y por consiguiente el ancho de banda.

ii. Alterando las características de cuantificación, usando más paso de menor tamaño para señales débiles, y menos pasos y de mayor tamaño para señales grandes. El número total de pasos permanece constante.

1.2.4. Codificación.

Es el proceso mediante el cual las muestras, previamente cuantificadas, son convertidas en una determinada secuencia de dígitos binarios.

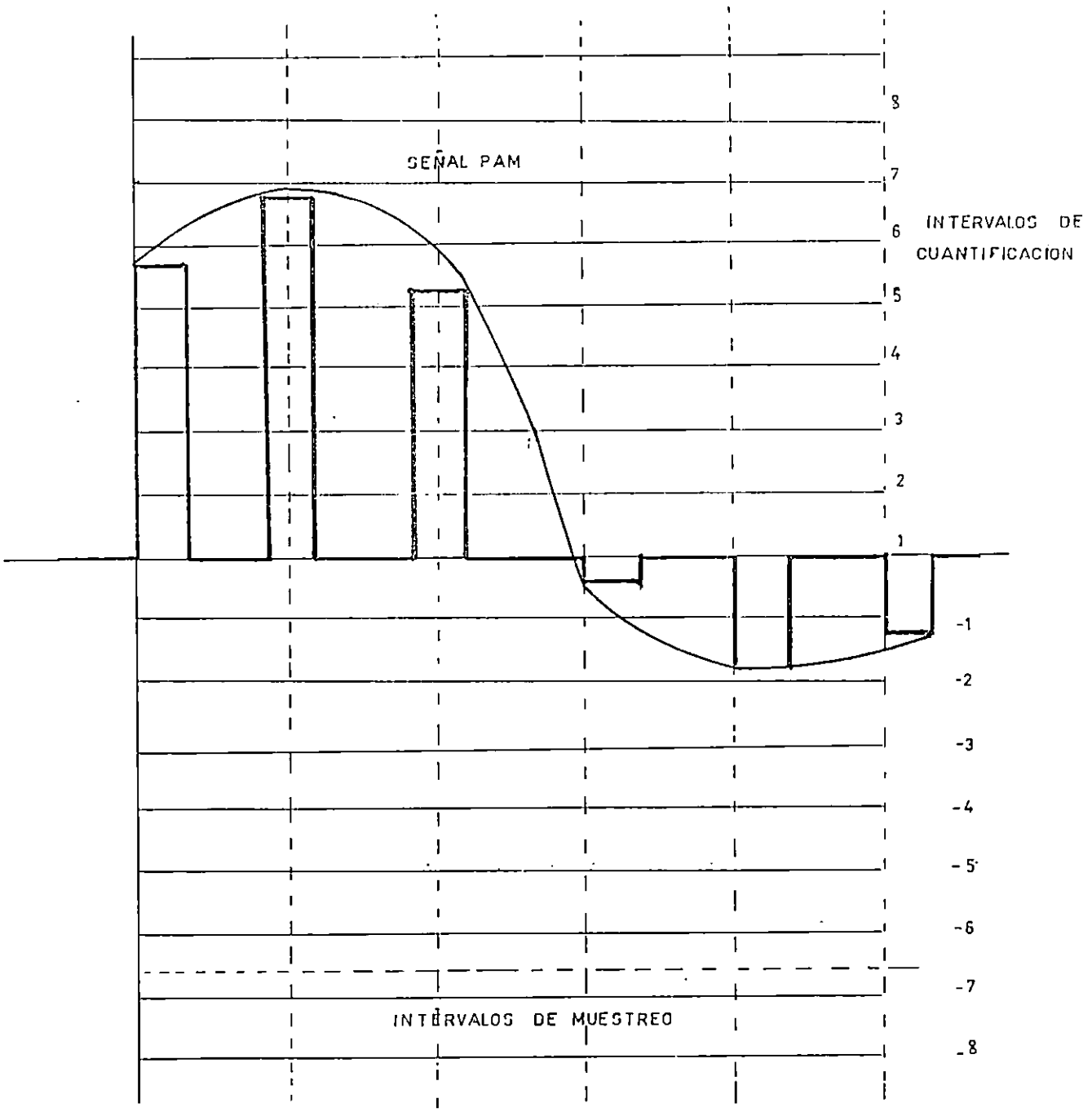


Figura No.1.3: Cuantificación uniforme de las muestras de una señal telefónica analógica.

La cuantificación se realiza, dividiendo la gama de funcionamiento en 256 intervalos distribuidos en forma no uniforme, estos se representan mediante un Código binario de 8 bits. Cuando el primer bit de la palabra binaria es 1, se dice que se ha representado un intervalo de cuantificación positivo; cuando es cero el intervalo es negativo.

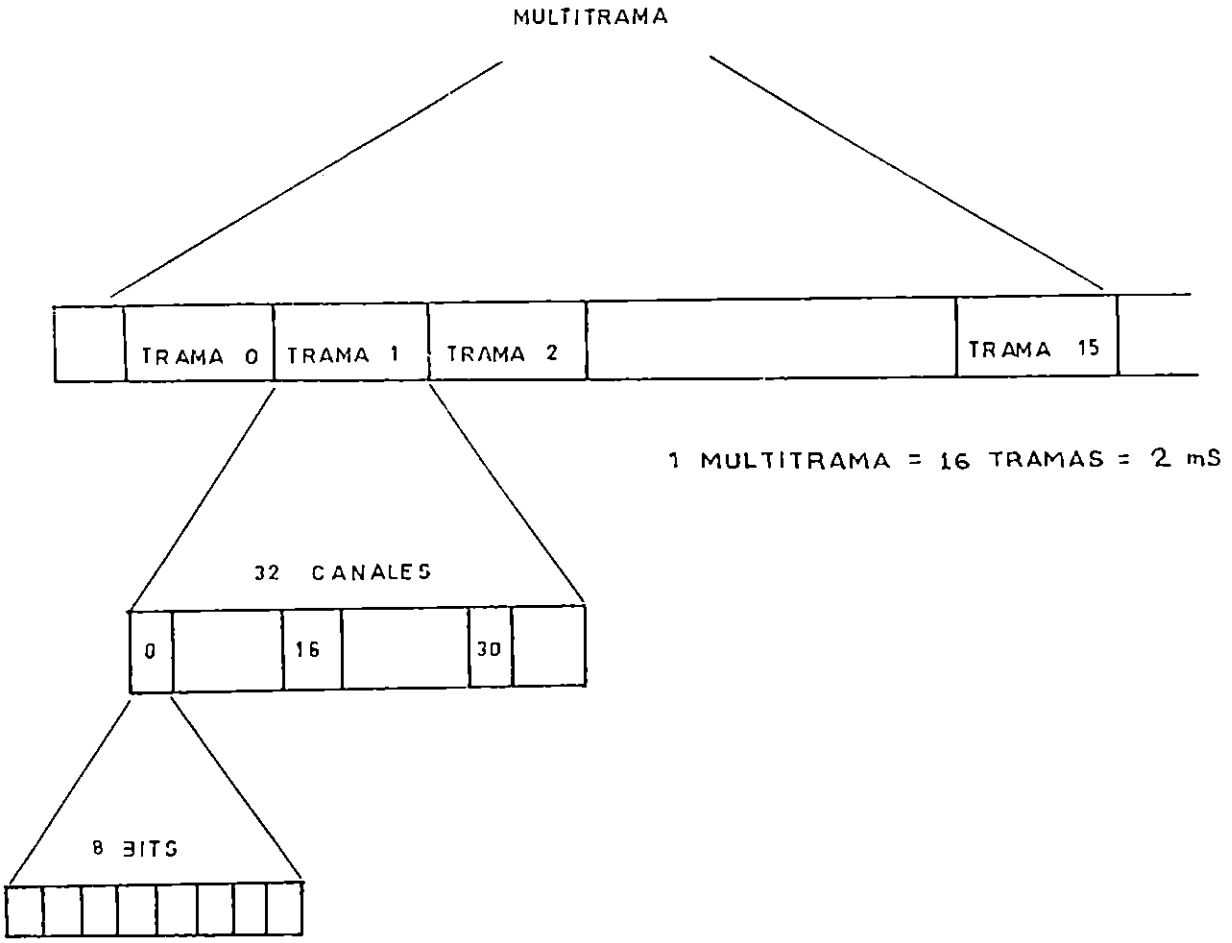


Figura No. 1.4:Estructura de una multitrama.

1.2.5. Estructura de trama y multitrama.

Para la explicación de estos conceptos, se tratará el sistema europeo de 30 + 2 canales, donde se define:

1 Trama : 32 canales = 125 µseg

1 Canal : 8 bits = 3.90625 µseg.

1 Bit = 488.28 nseg

Tasa binaria : 2.048 Kb/seg.

Aquí, en cada trama se transmite una muestra de cada uno de los 30 canales telefónicos, siendo los otros dos canales destinados a sincronización de trama (canal cero) y para señalización (canal 16). Ver figura No.1.4.

1.2.6. Características generales de un sistema de transmision digital.

Los sistemas de transmisión digital, poseen en sus partes terminales un equipo multiplex; cada equipo multiplex tiene una parte transmisora y otra receptora. En la parte de transmisión se forman las palabras PCM de 8 bits a transmitir, y en la de recepción se convierten las palabras PCM recibidas en señales analógicas.

La sección receptora para recuperar las señales analógicas, han de funcionar con la misma información de temporización que la sección transmisora (sincronización), para lo cual es necesario que la sección transmisora tenga un generador de señales de temporización y la recpetora de un receptor de temporización, haciendo estos elementos necesarios para obtener la sincronización que se necesita para lograr la mejor transmisión. Ver figura No.1.5.

La señal digital formada en la sección transmisora, consiste en una serie de palabras sucesivas PCM de 8 bits.

El equipo terminal de línea, constituye el enlace entre el equipo multiplex y las vías de trasmisión.

En las trayectorias de transmisión PCM, se instalan repetidores regenerativos a distancias de aproximadamente 2 Kms a 5 Kms, los cuales regeneran las señales PCM en ambas direcciones eliminando así las distorsiones.

1.2.7. Sistema de transmisión PCM 30.

El sistema de transmisión PCM 30, permite transmitir simultáneamente 30 conversaciones, p. ej., por dos pares simétricos de un cable de frecuencia vocal (BF).

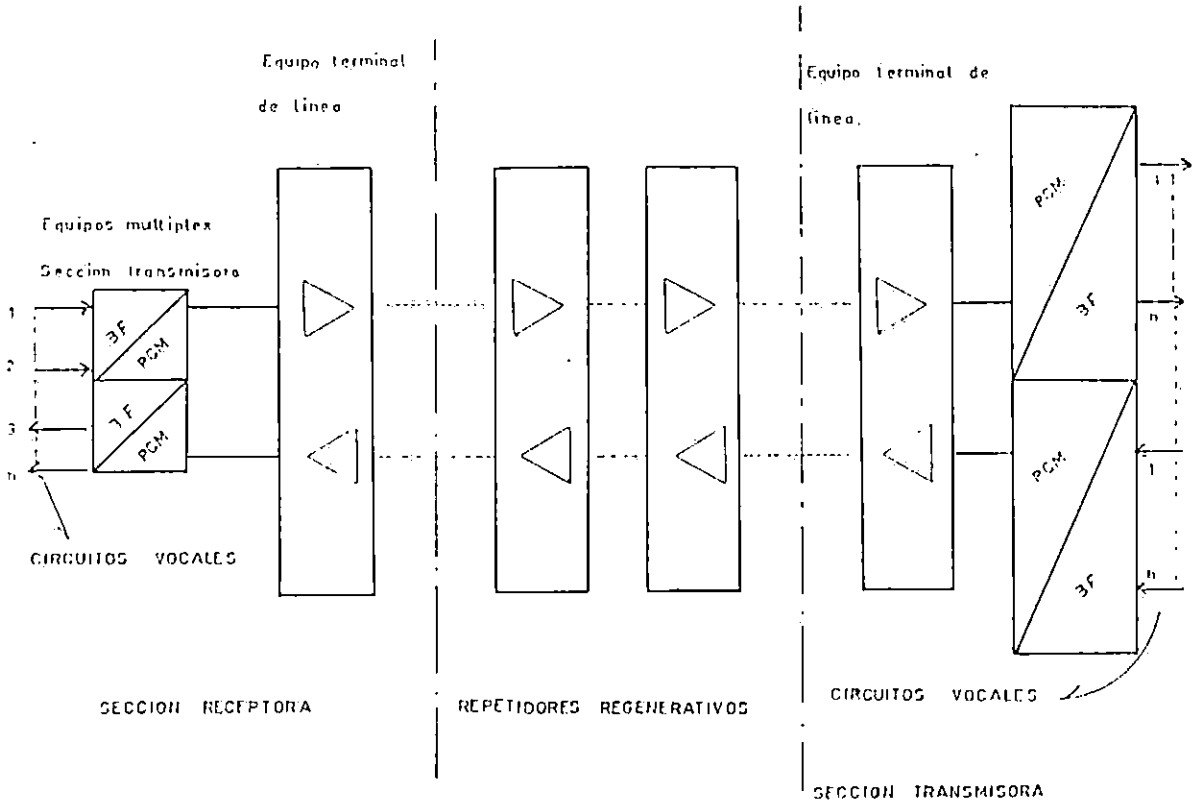


Figura No.1.5: Diagrama de bloques para la transmisión PCM.

1.2.7.1. Tramas (ver figura No.1.6).

Como puede observarse en la figura 1.6. por cada uno de los 30 circuitos telefónicos, se transmiten en ambas direcciones 8000 muestras por segundo en forma de palabras PCM (señales de caracter) de 8 bits. Es decir, en un periodo de 125 μseg (valor inverso de 8 KHz), han de transmitirse sucesivamente 30 palabras PCM de 8 bits cada una. Además, se transmiten otras dos señales de 8 bits: una para señalización y otra

alternativamente, como señal de alineación de trama y señal de alarma. Las 30 palabras PCM junto con las otras dos señales de 8 bits constituyen una trama. Las tramas se transmiten en sucesión directa.

1.2.7.2. Señal de alineación de Trama Concentrada (figura No.1.7).

Basándose en las señales entrantes de alineación de trama, (ver figura No.1.8) las secciones receptoras determinan la posición en el tiempo de las palabras PCM de 8 bits, de manera que los bits recibidos pueden asignarse en la secuencia correcta a los distintos circuitos vocales.

En el intervalo de tiempo del canal 0, se transmiten alternativamente la señal de alineación de trama y la señal de alarma. El bit 1 en el intervalo de tiempo 0 está reservado para uso internacional. La señal de alineación de trama concentrada se encuentra en los bits 2 a 8 del intervalo de tiempo de canal 0 y tiene siempre la misma muestra binaria 0011011.

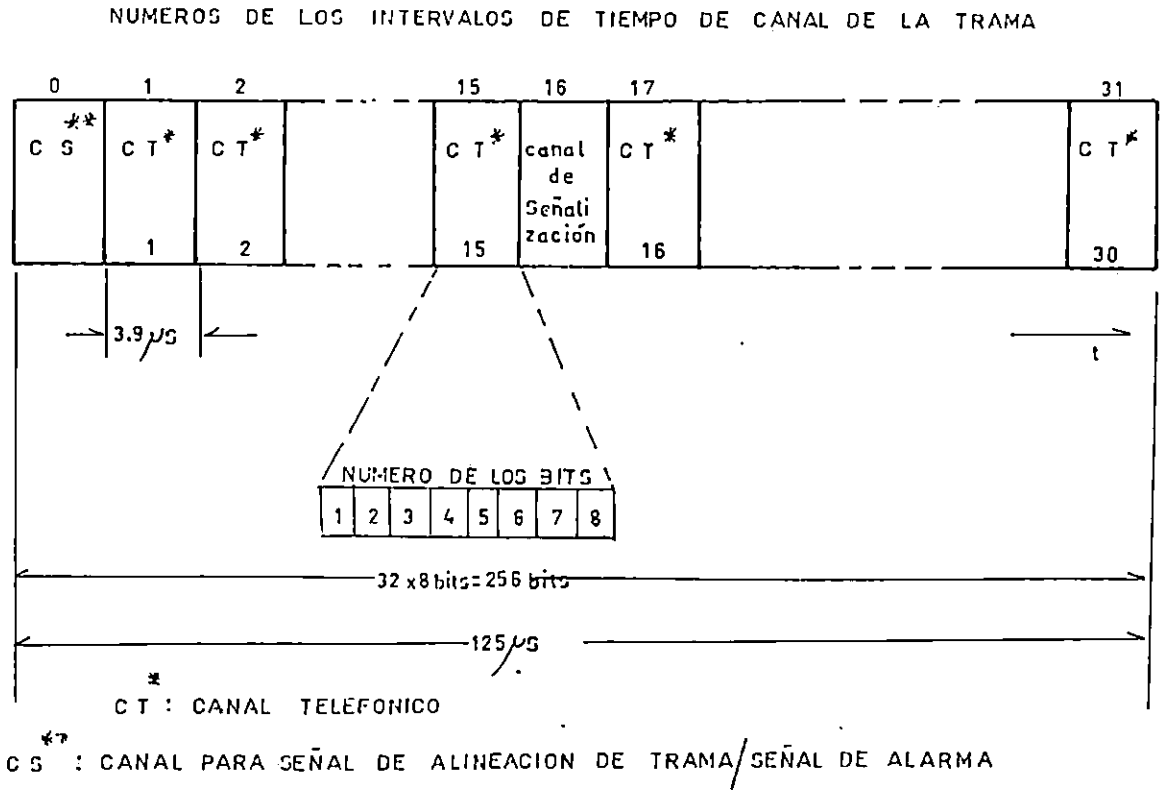


Figura No.1.6: Estructura de la trama del sistema de transmisión PCM 30.

NUMERO DE LOS BITS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VALOR BINARIO	x	0	0	1	1	0	0	1	1

Figura No.1.7: Señal de alineación de trama en el intervalo de tiempo del canal 0

Primer bit = X ——> reservado para uso internacional
Segundo a octavo bit ——> señal de alineación de trama.

1.2.7.3. Señal de alarma (figura No.1.8).

Las señales de alarma transmiten señales de servicio (ver figura No.1.8). El bit 3 el intervalo de tiempo 0 de señalización es el bit de indicación de alarma urgente. "0" significa que no existe alarma alguna; "1" indica una de las alarmas siguientes:

- Fallo de la fuente de energía
- Fallo del códec
- Pérdida de la señal entrante a 2.048 Kbits/seg.
- Pérdida de la alineación de trama
- Proporción excesiva de errores en la señal de alineación de trama > 1 x 10^{-3}.

Los bits 4 a 8 del intervalo de tiempo 0 de señalización están reservados para uso nacional.

NUMERO DE LOS BITS	1	2	3	4	5	6	7	8
VALOR BINARIO	X	1	A	Y	Y	Y	Y	Y

Figura No.1.8. Señal de alarma en el intervalo de tiempo de canal 0 de una trama:

Primer bit = X ——> reservado para uso internacional
Segundo bit = 1 ——> evita la simulación de la señal de alineación de alarma urgente
Tercer bit = A ——> fijado internacionalmente para indicación de alarma urgente
Cuarto a Octavo bit = Y ——> reservado para uso nacional.

1.2.7.4. Señalización.

La señalización del sistema de conmutación, se transmite en el canal 16. Se distingue entre:

- Señalización asociada al canal para 30 circuitos

- Señalización por canal común a 64 Kbits/seg.

Para la señalización asociada al canal, se subdivide el canal 16 de tal manera que para cada uno de los 30 canales telefónicos haya disponibles ciertos bits (ver Tabla 1). Para ello se agrupan 16 tramas formando una multitrama. Al principio de la multitrama se transmite una señal de alineación de multitrama en el intervalo de tiempo del canal 16 en la trama cero. La muestra binaria de dicha señal de alineación de multitrama es "0000".

Cada intervalo de tiempo de canal 16 de una multitrama, se divide en dos grupos de cuatro bits (a, b, c, d) en cada multitrama, a cada uno de los 30 canales telefónicos se le asigna para señalización uno de dichos grupos de 4 bits. La velocidad binaria de señalización es de 2 Kbits/seg, por canal telefónico.

1.2.8. Sistema de Transmisión PCM 24.

El sistema PCM 24 (ver tabla 1.2) permite transmitir simultáneamente 24 canales, p. ej., por un par simétrico de un cable de Bf (frecuencia vocal).

Tabla 1.1: Asignación de los bits en los intervalos de tiempo del canal 16 de una multitrama del sistema PCM 30 a los canales telefónicos para señalización asociada al canal.

0000 = señal de alineación de multitrama

X = Bit de reserva

Y = Bit para indicar al extremo distante de la pérdida de alineación de multitrama.

Número de orden de las tramas	Bits en los intervalos de tiempo del canal 16							
0	0	0	0	0	X	Y	X	X

Continuación Tabla 1.1: Asignación de los bits en los intervalos de tiempo del canal 16 de una multitrama del sistema PCM 30 a los canales telefónicos para señalización asociada al canal.

Número de orden de las tramas	Bits en los intervalos de tiempo del canal 16							
	a	b	c	d	a	b	c	d
1	Canal telefónico 1				Canal telefónico 16			
2	"			2	"			17
3	"			3	"			18
4	"			4	"			19
5	"			5	"			20
6	"			6	"			21
7	"			7	"			22
8	"			8	"			23
9	"			9	"			24
10	"			10	"			25
11	"			11	"			26
12	"			12	"			27
13	"			13	"			28
14	"			14	"			29
15	"			15	"			30

Tabla 1.2: Asignación de los primeros bits (adicionales) y de los bits de los intervalos de tiempo de canal de una multitrama en el sistema de transmisión PCM 24 con señalización asociada al canal.

Número de orden de las tramas	Uso de los primeros bits (adicionales) de las tramas		Uso de los bits de cada intervalo de tiempo de canal	
	A	B	C	D
1	1	-	Bit1 8	-
2	-	0	Bit1 8	-
3	0	-	Bit1 8	-
4	-	0	Bit1 8	-
5	1	-	Bit1 8	-
6	-	1	Bit1 7	Bit8
7	0	-	Bit1 8	-
8	-	1	Bit1 8	-
9	1	-	Bit1 8	-
10	-	1	Bit1 8	-
11	0	-	Bit1 8	-
12	-	0	Bit1 7	Bit8

Donde:

A = Señal de alineación de trama.
B = Señal de alineación de multitrama.
C = Señal telefónica.
D = Señalización asociada al canal (cada canal telefónico 2 bits por multitrama para señalización).

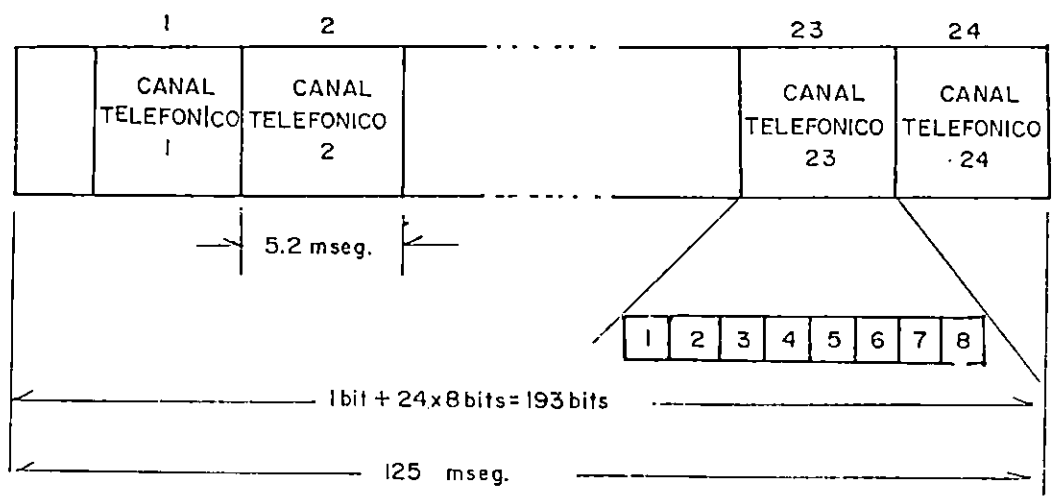


FIG. I.9 : ESTRUCTURA DE LA TRAMA DEL SISTEMA DE TRANSMISION PCM 24

tabla 1.3: Asignación de los primeros bits (adicionales) de las tramas de un sistema de transmisión PCM 24 con señalización por canal común.

Número de orden de las tramas	Uso de los primeros bits (adicionales) de las tramas	
	Señal de alineación de trama	Señalización por canal común
1	1	-
2	-	S
3	0	-
4	-	S
5	1	-
6	-	S
7	0	-
8	-	S

1.2.8.1. Trama.

El sistema PCM 24 (figura No.1.9) transmite señales de caracter o palabras MIC de 8 bits en ambas direcciones. Cada trama contiene en forma de palabra MIC (24x8 = 192 bits) una muestra de cada una de las 24 señales telefónicas de una dirección y un bit adicional transmitidos consecutivamente sin interrupción. El bit adicional se usa o bien para transmitir alternativamente la señal de alineación de trama y la señalización por canal común. Debido a la frecuencia de muestreo y a las 8000 muestras que resultan por señal telefónica y por segundo, el período de la trama es de 125 µseg.

1.2.8.2. Señal de alineación de trama.

En las tablas 1.2 y 1.3, el primer bit de cada segunda trama (todas las tramas impares), en ambas direcciones pertenece a la señal de alineación de trama. Los equipos de sincronización del lado receptor evalúan las señales de

alineación de trama y supervisan al mismo tiempo el sincronismo entre las secciones transmisora y receptora. La señal de alineación de trama es 101010.

1.2.8.3. Señalización.

El sistema PCM 24, dispone de dos tipos de señalización:

- Señalización asociada al canal para 24 circuitos telefónicos y

- Señalización por canal común a 4 Kbits/seg.

Para la señalización asociada al canal en el sistema de transmisión PCM 24, se combinan 12 tramas consecutivas formando una multitrama (véase la Tabla 1.2). Para la sincronización se utiliza la señal de alineación de multitrama contenida en los primeros bits de las tramas de número par. En las tramas sexta y duodécima de cada multitrama, se emplea para la señalización el bit menos significativo para la calidad telefónica, de entre los 8 bits de cada palabra PCM de las 24 señales telefónicas. La calidad telefónica sólo se reduce insignificativamente. Los bits menos significativos se emplean para la "señalización dentro del intervalo" de los canales telefónicos correspondientes. El CCITT denomina A y B a los dos canales de señalización independientes por canal telefónico (ver la Tabla 1.2). La velocidad binaria total para la señalización asociada al canal es de 1.333 bits/seg por canal telefónico. Utilizando este procedimiento de señalización, no puede cumplirse la integridad de los bits requerida, si la velocidad de transmisión de los datos es de 64 Kbits/seg.

En el caso de señalización por canal común hasta 4 Kbits/seg no se combinan las tramas para formar multitramas. Los primeros bits de cada trama con número par no se usan entonces para la señal de alineación de multitrama, sino para la señalización entre dos centrales.

1.2.8.4. Indicaciones de alarma.

El sistema de transmisión PCM 24, puede transmistir indicaciones de alarma de las formas siguientes, que dependen del tipo de señalización empleada:

- El segundo bit transmitido de todas las señales telefónicas pueden ser un cero.

- Si la señalización es asociada al canal, el "0" de la señal de alineación de multitrama de la trama 12 puede ser convertido en un "1".

De esta manera, pueden transmitirse las siguientes alarmas:

- Fallo de la red de alimentación

- Fallo del códec

- Pérdida de la alineación de trama

1.2.9. Sistemas de transmisión digital de orden superior.

Los sistemas PCM 30 y PCM 24, pueden utilizarse como etapas básicas para sistemas de transmisión digital de mayor número de canales (véase la figura No.1.10).

1.2.10. Adaptación de velocidad mediante justificación.

Las señales digitales que se combinan para obtener una señal multiplex de orden superior, no suelen estar exactamente sincronizados entre si aún cuando sean de la misma velocidad nominal (pe. más o menos $5x10^{-5}$). diciendose en tal caso que dichas señales son plesiócronas. Por tal razón, al combinar señales digitales en un equipo multiplex hay que sincronizar sus señales de temporización nominales mediante justificación (relleno de impulsos). En la práctica se emplean dos procedimientos de justificación:

- Justificación positiva.

- Justificación positiva/nula/negativa.

Mediante digitos de servicio de justificación, el transmisor informa continuamente al receptor si ha tenido lugar la justificación y de que manera. Los digitos de servicio de justificación se necesitan para revertirla en el receptor y recuperar asi las señales originales.

En la figura No.1.10 se trata de combinar cuatro sistemas de transmisión PCM 30 plesiócronos para que resulte un sistema de transmisión para 120 circuitos telefónicos. Cada uno de los cuatro sistemas PCM 30 opera a una velocidad binaria nominal de 2.048Mbit/s, pero debido a la tolerancia del generador de temporización (p.e. mas o menos $5x10^{-5}$) puede

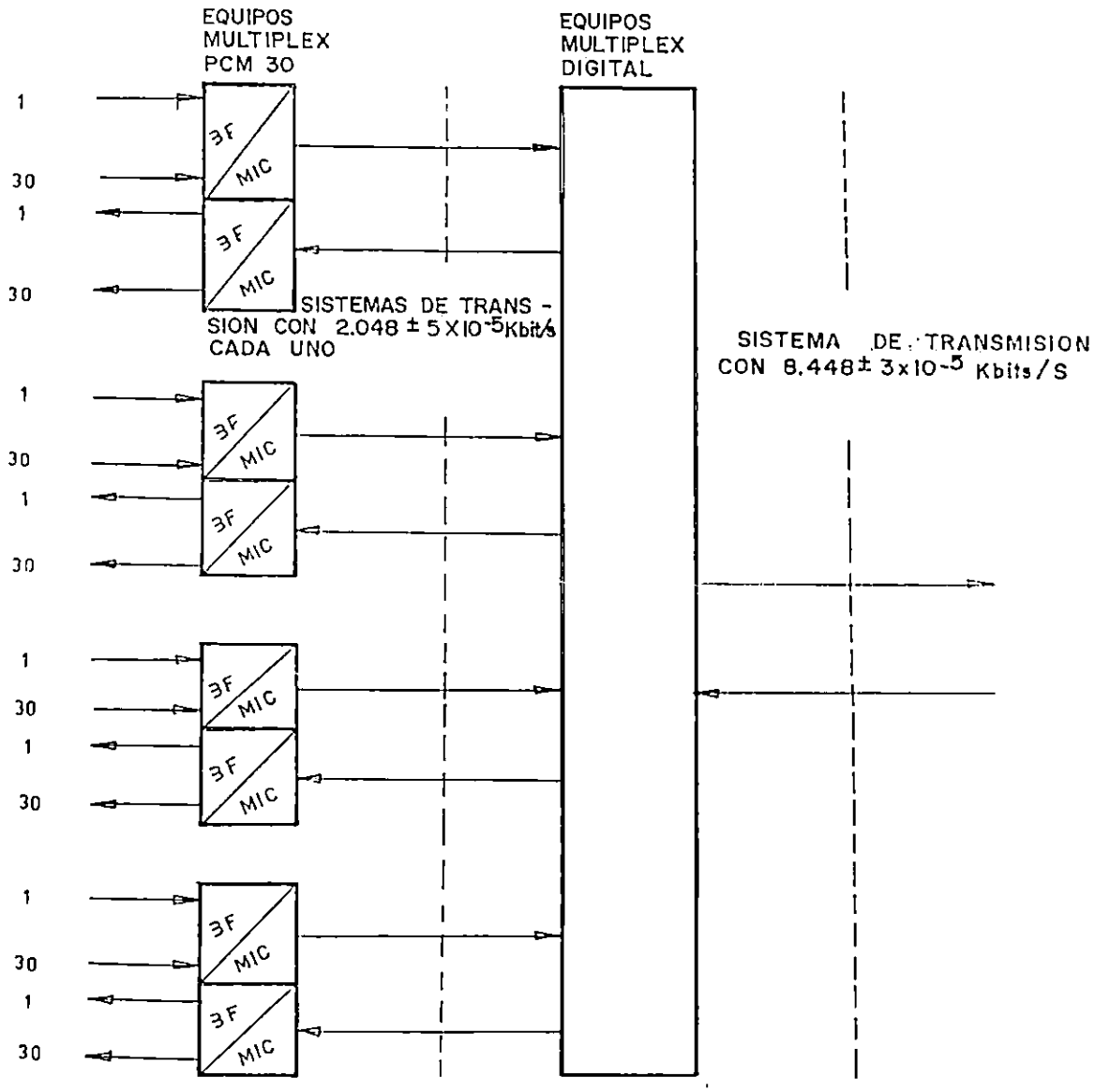


FIG. I.10 : MULTIPLEXADO DE CUATRO SISTEMAS DE TRANSMISION DE 30 CIRCUITOS VOCALES CADA UNO, FORMANDO OTRO DE 120 CIRCUITOS

diferir del citado valor nominal en el equipo multiplex PCM respectivo. Por consiguiente, ha de tener lugar justificación para combinarlos en un sistema de transmisión de orden superior. En consecuencia, la velocidad binaria del sistema de orden superior no es 4 veces la velocidad de uno de los sistemas de transmisión PCM (4x2.048Mbit/s = 8.192Mbit/s), sino que es de 8.448Mbit/s, los 256Kbit/s adicionales se usan para transmitir los digitos de justificación, los digitos de servicio de justificación y también las señales de alineación de trama para el sistema de transmisión superior.

1.3. Planta externa.

Aunque algunos textos consideran la planta externa, como aquel conjunto de elementos e instalaciones que sirven de vínculo entre el abonado y la central a la que está conectado; para efectos del presente trabajo, la planta externa, se define como la red de líneas telefónicas entre las centrales (edificios) y entre las centrales y el domicilio de los abonados.

Fisicamente la planta externa se separa de la planta interna (central) en el distribuidor principal, también llamado repartidor principal (MDF)

En la figura No.1.11 se presenta un esquema, donde aparece la red de planta externa, las conexiones estan hechas entre dos centrales locales y entre una central telefónica y el domicilio de los abonados. En este mismo esquema, la terminología utilizada es aquella referida a una zona de central local. Asi mismo se pueden notar las diferentes funciones de los cables troncales, (llamados también cables de enlace), cables primarios, cables secundarios de red de abonado; así como se pueden localizar elementos caracteristicos de una red telefónica como son: camara de registro o pozo, armario de dispersión (o de subrepartición), caja de dispersión llamada caja de abonado, distribuidor y empalmes.

Aproximadamente el 40% de la inversión total de la administración telefónica corresponde a la planta externa; del cual entre el 12% y el 16% representa la inversion debida a la red de líneas que conecta al abonado con la central local.

Del MDF hacia fuera de la central se encuentra el cable principal que conecta a un empalme o caja ramal (para

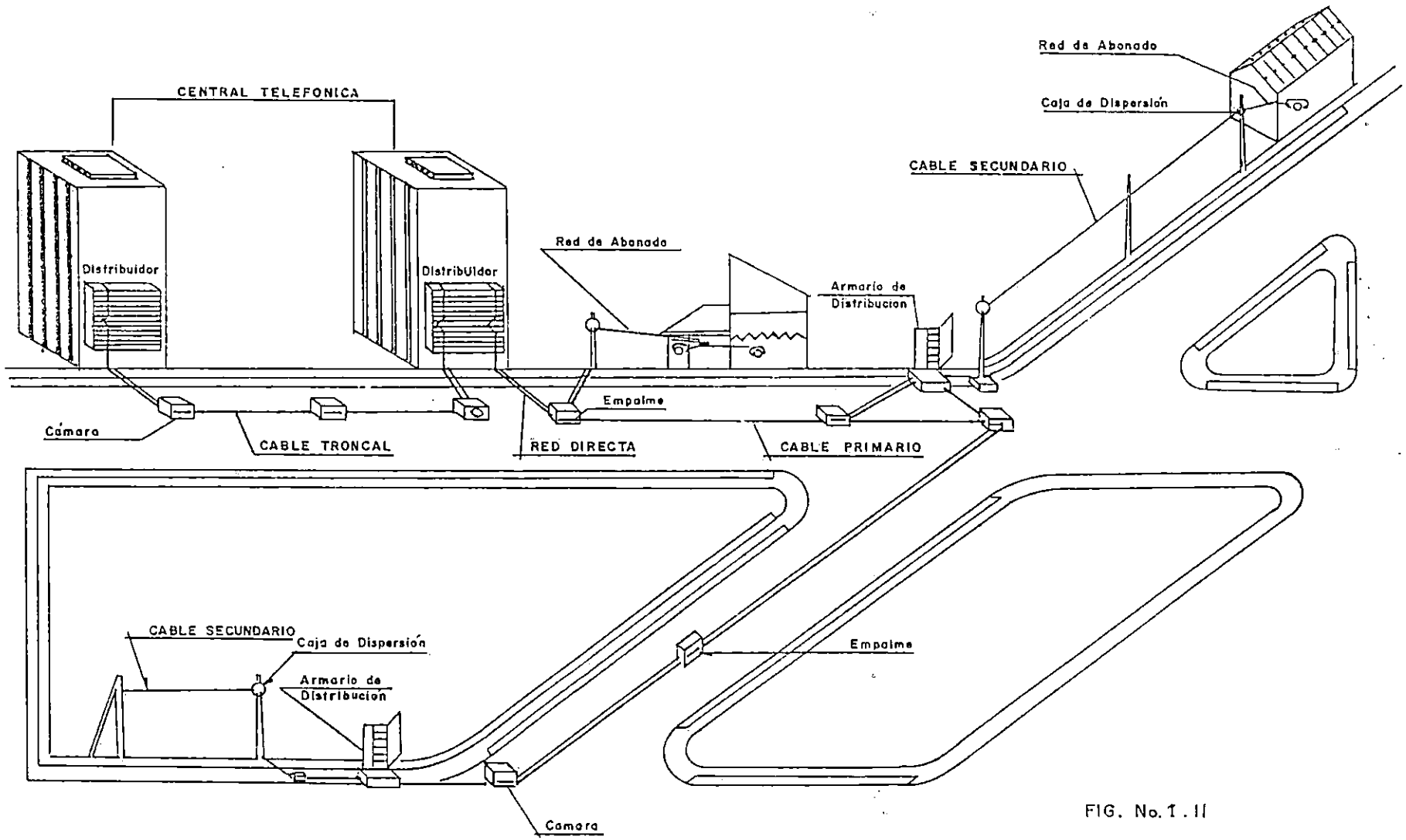


FIG. No. 1.11

CROQUIS DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES LOCAL

interconexión), y luego llega al armario de distribución o subrepartición, a partir del cual el cable que sale se le llama cable secundario o cable de distribución el cual a su vez se hace llegar hasta una caja de dispersión, al cual se conecta el par de bajada o acometida que llega al abonado.

El cable primario se instala subterráneamente, mientras que el cable secundario generalmente es aéreo y su capacidad no excede de 200 pares telefónicos, a diferencia de la capacidad del cable primario que en ocaciones llega a ser hasta de 1800 pares.

Cuando los tramos de instalación del cable telefónico (aéreo o subterráneo) son demasiado grandes se corta el cable en pedazos de una longitud tal que su manipulación no resulte díficil a la hora de la instalación, posteriormente se procede a la unión o empalme de los extremos que se habían cortado (esto se realiza en las camaras de registro) siguiendo un procedimiento y codificación de colores ya establecidos.

1.4. Sistemas de conmutación digital.

La función de las telecomunicaciones, consiste en poner en comunicación a un terminal con otro o varios, dentro de un conjunto de terminales, dado que pueden estar a grandes distancias entre si. Toda red de conmutación posee dos tipos de elementos para realizar dicha función:

- Los medios de transmisión.

- Los nodos de conmutación.

Los medios de transmisión, conectan los nodos entre si y los terminales, los nodos conectan los enlaces; es decir, las establecen y las reponen, de forma que los mismos elementos son utilizados por todos los terminales, consiguiendose asi realizar la función de las telecomunicaciones en forma económica, rápida y fiable.

Los nodos de la red, o centrales; estan equipados con sistemas de conmutación y para realizar su función de conmutar conexiones, puede utilizar dos técnicas diferentes (conmutación de circuitos y conmutación de paquetes).

1.4.1. Conmutación de circuitos.

Esta técnica se caracteriza porque tras el establecimiento de una comunicación (para voz o datos), donde se intercambian señales entre dos terminales y la red, o entre los nodos de la red, se abre una comunicación que queda retenida hasta que las terminales o la red lo determinan, existiendo un circuito digital específico para la comunicación que se ha establecido.

La fase de establecimiento de la conmutación introduce un cierto retardo que es dependiente de los tiempos necesarios para que se produzca el intercambio en la señalización entre los diferentes elementos que intervienen en la comunicación (terminales y nodos) y de los retardos de transmisión. En el caso de los sistemas de conmutación digital son rápidos y soportan sistemas de señalización potentes, los retardos en el establecimiento de las conexiones son lo suficientemente cortos como para ser admitidos en los servicios de telefonía.

Los rasgos más importantes del funcionamiento de la técnica de conmutación de circuitos son:

- A la central no le importa el contenido de los canales de información, una vez establecida una conexión.

- En cualquier nodo de la red se podría encontrar congestión con lo cual la conexión podría no llegar a establecerse.

- Como defensa contra el incremento de la probabilidad de encontrar congestión, las centrales pueden realizar encaminamientos alternativos dentro de los límites prefijados.

- El tiempo de establecimiento de la conexión es apreciablemente largo, mientras que el retardo de transmisión, una vez establecida la conexión, es despreciable.

1.4.2. Conmutación de paquetes.

La introducción de la computadora y de terminales de datos, a ella conectados, situados remotamente, hizo necesaria la creación de redes para su interconexión y en esas redes existen ordenadores centrales que, entre otras funciones se encargan de recibir datos almacenados en memorias de masa

(cintas y discos) y despues retransmitir esos mismos datos hacia diferentes destinos.

Una red de conmutación de paquetes está constituida básicamente por un conjunto de enlaces de transmisión de datos que enlazan un conjunto de nodos o centros de conmutación de paquetes.

En los nodos de conmutación de paquetes se llevan a cabo las siguientes funciones:

- Almacenamiento y retransmisión.
- Control de ruta.

Mediante la primera de estas funciones, el sistema de transmisión analiza los paquetes de datos recibidos, los almacena y los envía posteriormente, cuando ha sido establecido un camino lógico hacia el siguiente nodo de conmutación o a un equipo terminal.

Mediante el control de ruta, el sistema realiza la selección del camino lógico por el que debe ser transmitida la información hacia el siguiente nodo de la red.

1.4.3. Funciones de los sistemas de conmutación digital.

Las funciones que realizan los sistemas de conmutación digital, son las siguientes:

- Interconexión
- Control
- Alerta
- Atención
- Recepción de información
- Transmisión de información
- Prueba de ocupado
- Supervisión

Sincronización

La utilización de los sistemas digitales en la red de conmutación, requiere de la sincronización en el sistema, para evitar la disminución en la calidad de los servicios que ofrece la red.

En la transmisión de la información, se produce una distorsión de la señal, siendo para ello necesario la sincronización entre centrales digitales, para lo cual es necesario el empleo de relojes y si todos los relojes existentes en la red fueran perfectamente estable, ajustados inicialmente a la misma frecuencia, no se producirían

distorsiones en la red. Dichos relojes pueden funcionar de modo independiente o bien con control automático de su frecuencia.

Otra función que está íntimamente relacionada con la sincronización, es la temporización que es la que permite generar una gran variedad de señales de tipo de referencia que permiten la armonía en toda la central.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO I

1. En la transmisión digital no existe acumulación de ruido, ni tampoco se dan pérdidas en las centrales digitales.

2. En la modulación por impulsos codificados se generan muestras que hacen que la señal se pueda regenerar en cualquier punto o conexión en las que interviene la transmisión, por lo que el ancho de banda que se requiere para la modulación por impulsos codificados es de 64Khz.

3. Los sistemas PCM30 Y PCM24 pueden ser utilizados como etapas básicas para sistemas de transmisión de mayor número de canales, para lo cual es necesario la sincronización entre los sistemas básicos y el de orden superior.

4. Los sistemas de conmutación digital presentan dos técnicas de conmutación (conmutación de circuitos y datos y la conmutación de paquetes) y su empleo depende de la naturaleza de la información que se desea transmitir.

BIBLIOGRAFIA DEL CAPITULO I

Roger L. Freeman.
Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones
Editorial Limusa, Mexico 1991.

Meroño Felipe, Carlos; Padilla Gonzalez, Isidro; Perez Garcia, Ildelfonso; Rodriguez Hevia, Luis.
Sistemas de Conmutación Digital.
Colección Técnica AHCIET-ICI, 1986.

Siemens.
Telefonía Digital, Topic No.7.
Munich, mayo 1987.

Belleza Eduardo, Scymanczyk Oscar.
Diseño de Planta Externa vol. 1.
Colección Técnica AHCIET-ICI, 1987.

CAPITULO II

ESTRUCTURA DEL HARDWARE DE LOS SISTEMAS DE CONMUTACION DIGITAL.

Introducción.

Este capitulo estudia la estructura del hardware de los sistemas de conmutación digital de circuitos, desde un punto de vista funcional, en primer lugar se trata el hardware del sistema de conmutación y en el capitulo III se estudia el hardware del sistema de control. Junto con el software de los sistemas SPC.

El capitulo comienza con la arquitectura básica de una central digital, describiendo brevemente los sub-sistemas que la conforman, asi como la tecnología que es utilizada en la construcción de dichos sub-sistemas, posteriormente se estudian con cierto nivel de detalle los sistemas básicos que forman el sistema de conmutación, como son la red de conexión y las interfaces del sistema con el mundo exterior. En la red de conexión se presentan los tipos básicos de conmutadores digitales y la composición de algunas estructuras de red basadas en los conmutadores básicos mencionados. Las interfaces del sistema, contemplan los tipos fundamentales de estas, incluyendose las interfaces de línea analógica y de línea digital y las interfaces de enlace analógico y digital.

Se deja para el siguiente capitulo el hardware del sistema de control, estudiado bajo la óptica de los sistemas que utilizan el control por programa almacenado (SPC), por ser este tipo de control el utilizado en los sistemas de conmutación digital. Se consideran los tipos básicos del sistema de control, como son el control centralizado y el control distribuido.

2.1. Arquitectura básica de una central digital de conmutación.

En la figura No. 2.1 se muestran los bloques fundamentales que constituyen una central digital de conmutación, los cuales se pueden tratar como subsistemas de la central.

En primer lugar se describen de una manera general todos los sub-sistemas mostrados en la figura No. 2.1 y luego se tratarán los más importantes de una manera detallada.

En general los subsistemas se dividen en:

a). Interfaces para líneas de abonado.

b). Interfaces para enlaces.

2.1.1. Intefaces para líneas de abonado.

Esta interface esta compuesta de los circuitos de abonado y de las etapas de concentración de líneas y ejecuta las funciones de control de los abonados telefónicos, conversión analógico/digital de las señales de voz y concentración de tráfico de las líneas de abonado y multiplexación de los circuitos entrantes.

2.1.2. Interfaces con líneas de enlace.

Se componen de los equipos multiplex y de los convertidores PCM.

Los equipos multiplex estan conectados a circuitos digitales y su función es proporcionar el grado de multiplexaje apropiado. El convertidor PCM proporciona las funciones de conversión A/D y multiplexación de los circuitos analógicos.

2.1.3. Subsistema central de la red de conmutación.

Este subsistema esta compuesto por una etapa de distribución, los equipos de señalización y el controlador de la red de conexión.

La función de este subsistema es conectar señales digitales de 64kbits/seg. a los circuitos deseados, estas señales estan multiplexadas en el tiempo (señales MDT).

La etapa de distribución no es más que la red de conexión o red de conmutación y esta formada por etapas compuestas de conmutadores temporales y espaciales.

Los equipos de señalización digital, son usados para transmitir información, proporcionada por un abonado

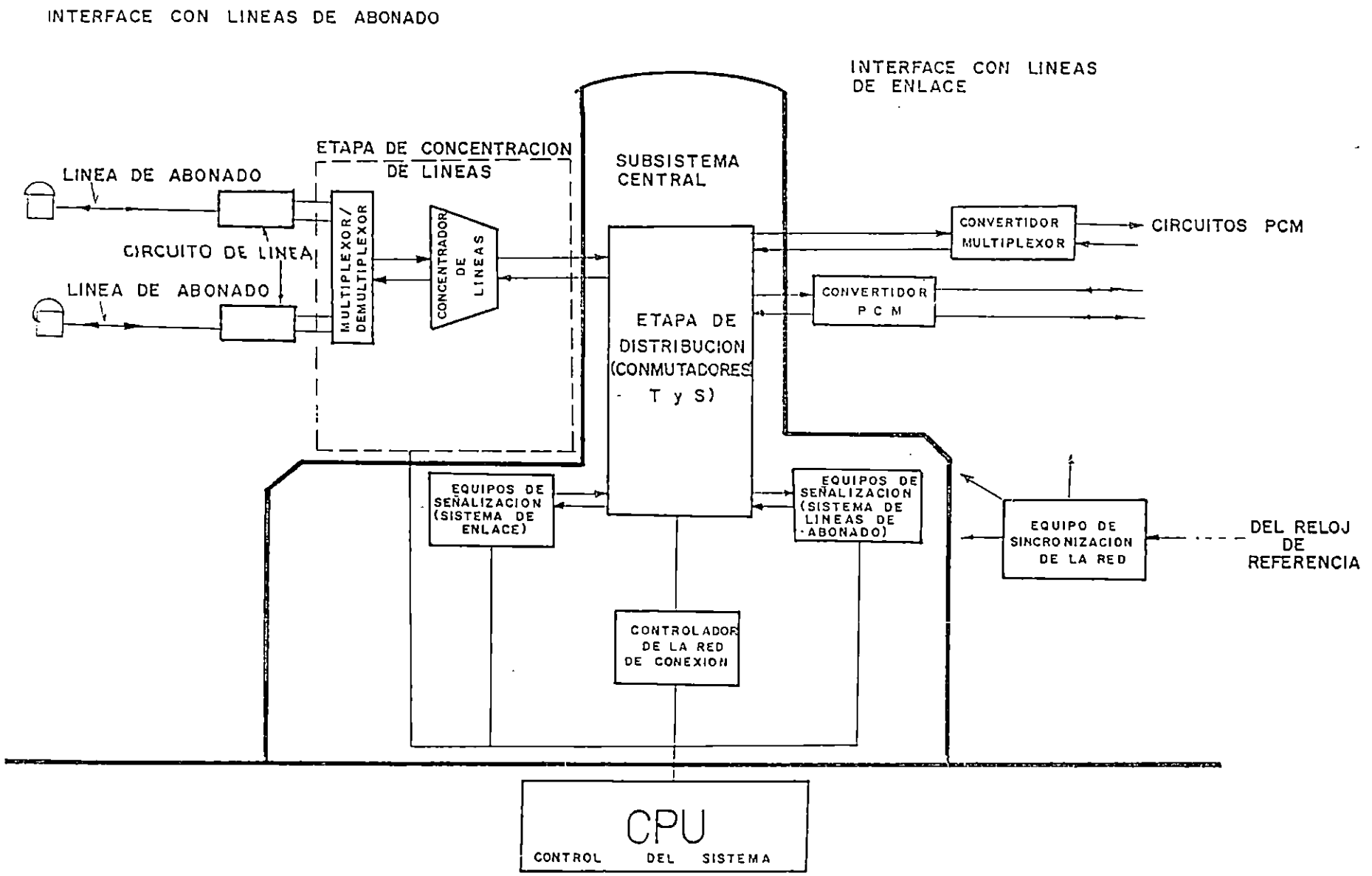


FIG. No. 2.1 ARQUITECTURA BASICA DE UNA CENTRAL DIGITAL

llamante, hacia otras centrales, con el proposito de completar la conexión con el abonado llamado.

Esta información que se transmite entre una central y otra son señales de control, por ejemplo señales de supervisión, señales de direccionamiento, etc. Las cuales son multiplexadas por los equipos de señalización.

El controlador de la red es un "driver" que decodifica o traduce las instrucciones provenientes de la unidad central de proceso (CPU: Central Proccess Unit) en señales compatibles con las que se manejan en la red de conexión, por otro lado también debe ser capaz de interpretar el estado de la matriz o de la red de conexión y comunicarla en forma codificada a la CPU, La cual es el control general para la central digital y puede estar compuesto por un gran número de procesadores.

2.1.4. Equipos de Sincronización de la red.

Las redes de conexión digitales operan a grandes velocidades sobre una base de tiempo, por lo cual es necesario considerar ciertos requerimientos de ajuste los cuales fueron tratados en el capitulo I.

2.1.5. Otras interfaces.

En la figura No. 2.2 se muestra nuevamente la arquitectura básica de una central digital, pero esta vez centrando la atención en las interfaces de línea digital.

Las interfaces de línea digital son usadas para conectar a la central, ya sea un terminal de datos o una red de computadoras lejanas. En el caso de la red digital de servicios integrados (ISDN: Integrated Service Digital Network) Las líneas de abonados conectados a estas interfaces son completamente digitales, cuales pueden ser de dos tipos, llamadas de acceso básico y de acceso primario. Las de acceso básico portan dos canales B operando a 64Kbits/s cada uno y un canal D operando a 16Kbits/s, los tres canales son distribuidos en "modo de división de tiempo" sobre el mismo par físico de abonado, formando un flujo direccional de datos de 144Kbits/s.

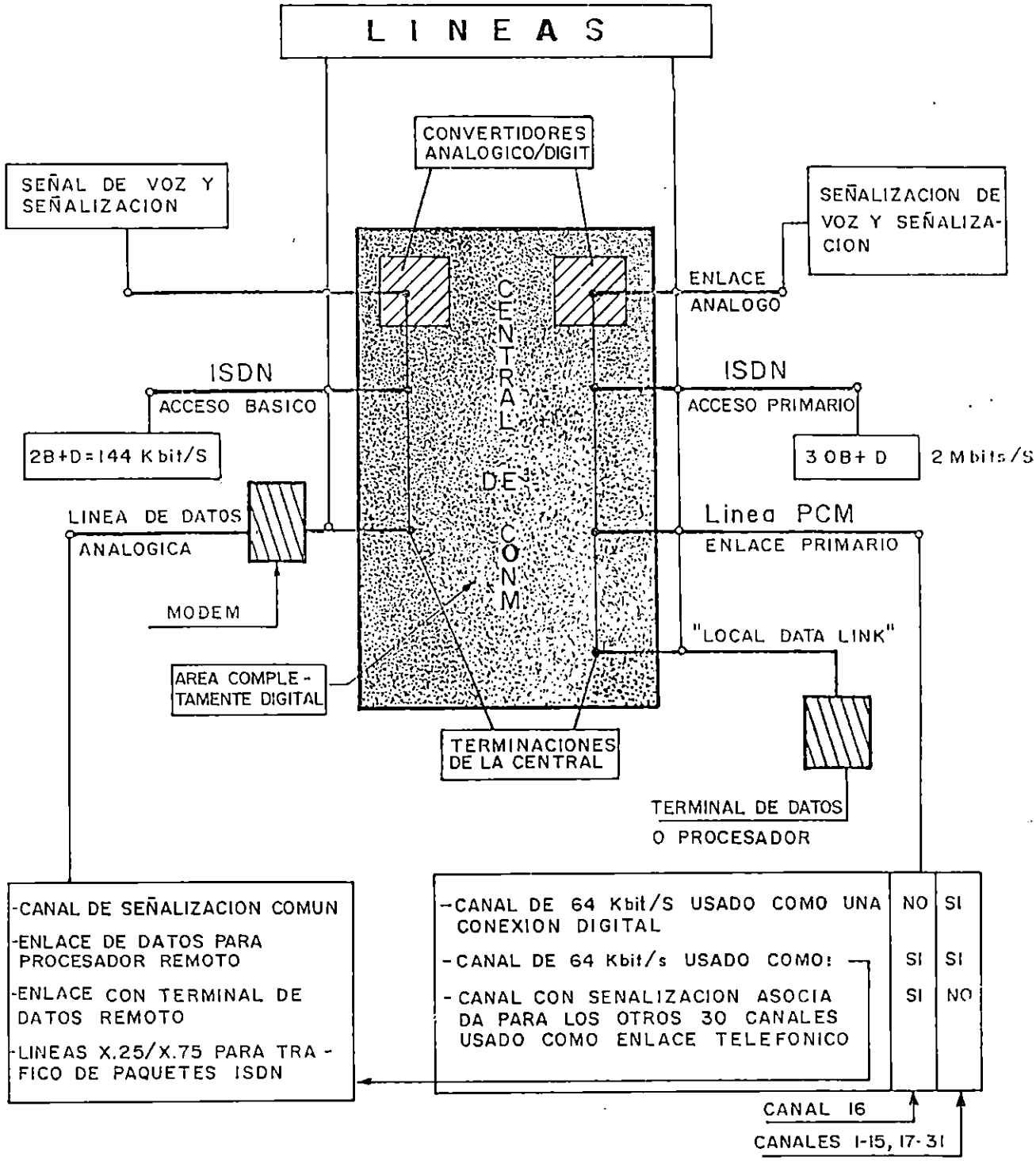


FIG. No. 2.2 DIAGRAMA DE INTERCONEXION DE LINEAS PARA UNA CENTRAL DIGITAL DE CONMUTACION

2.2. Tecnología utilizada en las centrales de conmutación digital.

Las centrales digitales emplean diferentes circuitos integrados, tales como:

i). Los circuitos digitales estandar. Llamados también de aplicación universal. Estos circuitos comprenden los siguientes tipos de componentes: Familias TTL, Familias lógicas CMOS, Familia lógica ECL, memorias y microprocesadores.

ii). Circuitos digitales específicos: Estos son diseñados para una aplicación concreta (por lo general no existe compatibilidad entre los de distintos fabricantes). Entre estos circuitos se tienen:

- Para circuitos de línea analógica.

- Para circuitos de línea digital.

- Para enlaces digitales.

- Para la red de conexión digital.

- Para los circuitos de servicio.

En la figura No. 2.3 se muestran los diferentes circuitos de aplicación para centrales de conmutación.

iii) Los circuitos diseñados a la medida del cliente (Custom design) como su nombre lo indica son realizados por el fabricante para un único cliente a partir de información facilitada por este.

iv) Circuitos semi-custom: son circuitos intermedios entre los específicos y los diseñados a la medida del cliente, los cuales aunan las ventajas del diseño exclusivo con la economía de los específicos, sin tener que recurrir a la fabricación de grandes series.

Para la realización de estos circuitos el fabricante proporciona un conjunto de células básicas previamente diseñadas y perfectamente caracterizadas, siendo misión del cliente definir las interconexiones entre las mismas para realizar la función deseada.

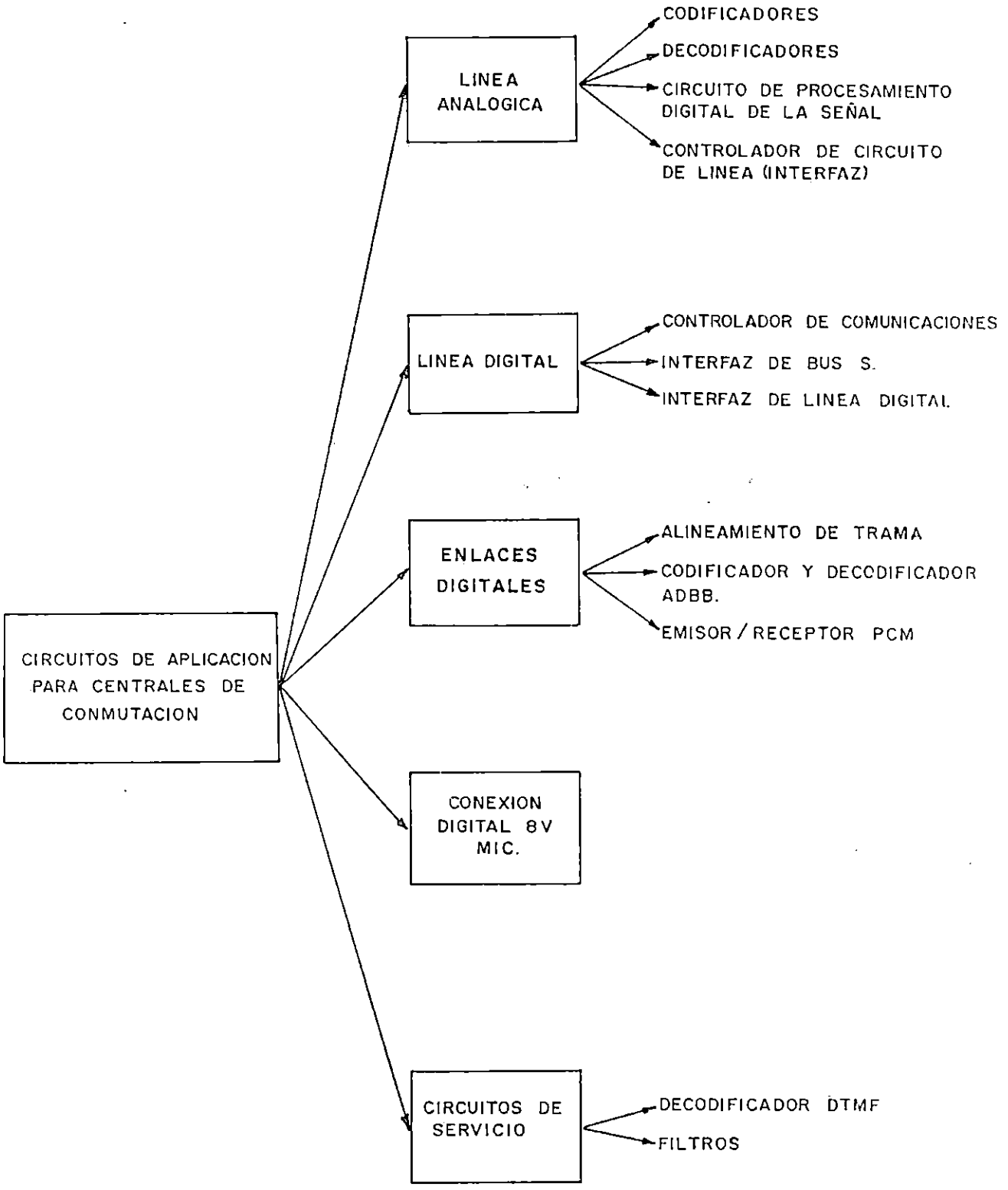


figura No. 2.3
CIRCUITOS DE APLICACION PARA CENTRALES DE CONMUTACION

2.2.1. Memoria.

En las centrales de conmutación digital, se utilizan memorias y las más utilizadas son:

- Memorias de semiconductores.

- Memorias de almacenamiento de masa.

En la figura No. 2.4 se muestra una clasificación general de las memorias de semiconductores, en la que se pueden apreciar la gran diversidad de tipos existentes y las tecnologías empleadas para cada uno de ellos.

- Memorias RAM estáticas.

En estas el almacenamiento de la información se basa en la existencia de estados eléctricos estables en las células elementales que la componen. Estas memorias se aplican en los sistemas digitales de conmutación como:

- Elementos de conmutación temporal.

- Memoria de canal y tramo en la red de conexión.

- Memoria de retemporización en enlaces digitales.

- Bancos de almacenamiento de resultados intermedios, etc.

- Memorias RAM dinámicas.

Se presenta la particularidad de que la información almacenada en ella se destruye al cabo de cierto tiempo, siendo un mecanismo de renovación periódica de la información, que consiste en leer el contenido de cada célula y volver a escribirlo. Es importante mencionar que debido al bajo consumo, su realización es a muy alta escala de integración, siendo empleada como memoria principal en los procesadores.

2.2.2. Procesadores.

Los procesadores en una central digital, transforman unos datos de entrada denominados primarios a otros de salida denominados procesados, siguiendo un proceso definido de forma precisa llamado algoritmo, el hardware se compone de

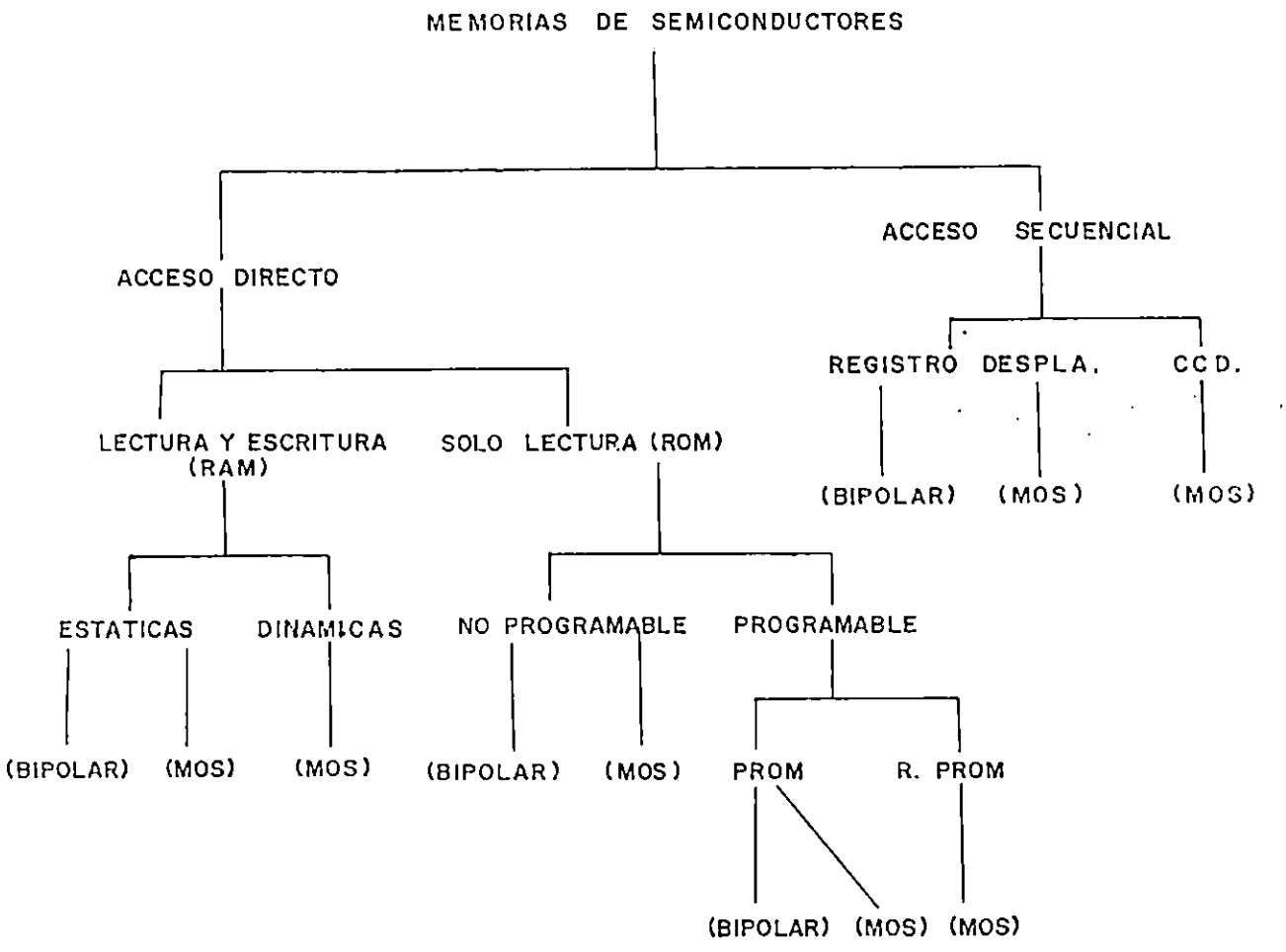


Figura No. 2.4: Clasificación general de las memorias semiconductoras.

un conjunto de CIS (Circuitos integrados), ver figura No. 2.5, formando los elementos: Unidad de entrada, memoria, unidad de control, unidad aritmética lógica y unidad de salida.

2.2.2.1. Unidad de entrada.

La unidad de entrada es el medio por el que se transfieren los datos desde el mundo exterior el interior del procesador. El método utilizado para transferir datos al procesador depende generalmente de la velocidad del dispositivo de entrada. Los dispositivos más rápidos a menudo esperan hasta que tienen un conjunto de datos antes de transferirlos al procesador (Memorización intermedia). La memorización intermedia aumenta la eficiencia del procesador por requerir solo transferencias cuando se ha recolectado un conjunto de datos, dicha memorización se utiliza cuando la recogida de datos ocurre en forma irregular.

Esto transfiere la tarea de espera de datos al dispositivo de entrada, permitiendo al procesador hacer otro trabajo mientras el dispositivo de entrada los recoge.

2.2.2.2. Unidad de memoria.

Aquí es donde se almacenan los datos de entrada, los datos parcialmente procesados, los datos en espera de salida y el programa que va a ejecutar.

La memoria de los procesadores utilizados en las centrales digitales es de acceso aleatorio, debido al tipo de trabajo al que se ven sometidas, ya que, en tiempo real deben ejecutar una gran cantidad de programas manejando numerosos datos pertenecientes a los mismos (memoria principal). El procesador dispondrá de una memoria auxiliar de gran capacidad compuesta de un conjunto de dispositivos de acceso secuencial que los utilizará para almacenamiento de informaciones que precisan gran cantidad de memoria.

2.2.2.3. Unidad de control.

Esta genera las secuencias de temporización y señales de control que originan que el procesador realize las operacines deseadas, unidad de control hace esto tomando datos de la memoria principal y decodificandolos. Los datos

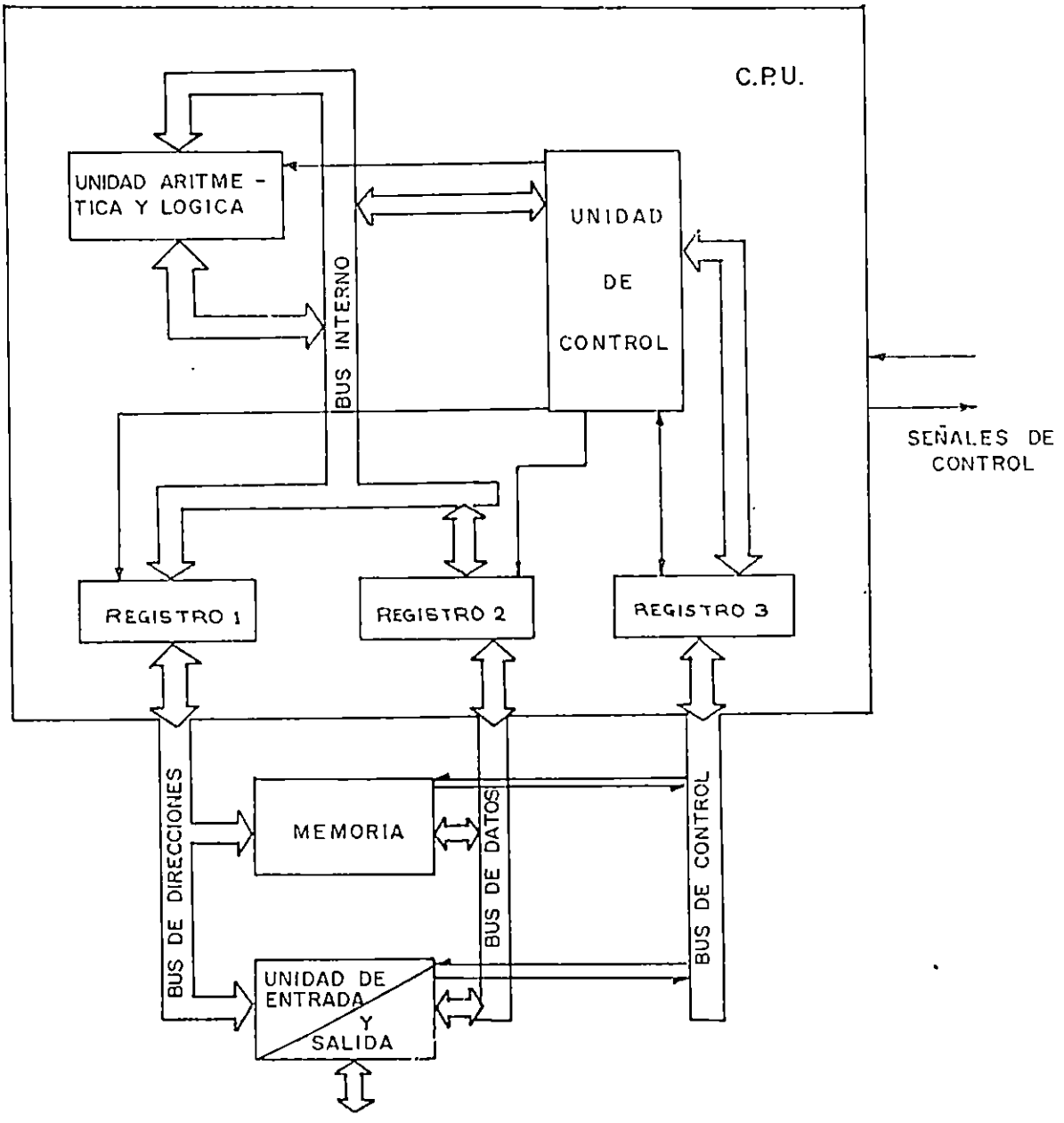


Figura No. 2.5: Estructura Hardware de un procesador.

que la unidad de control decodifica, se llaman instrucciones de máquina, existen cuatro grupos de instrucciones de máquina: de transferencia de control y de control del procesador. Las instrucciones de transferencia de datos se utilizan para mover datos de unas posiciones a otras. Las instrucciones aritméticas lógicas se utilizan para transferir los datos por medio de funciones aritméticas lógicas definidas. Las instrucciones de transferencia de control se utilizan para controlar la secuencia de ejecución del programa y las instrucciones de control del procesador se utilizan para controlar ciertas funciones Hardware del procesador.

2.2.2.4. Unidad aritmética y lógica.

La ALU es la porción del procesador que realiza realmente las transformaciones de datos, la ALU se compone de registros de uso general, registros de desplazamiento y la lógica hardware requerida para validar al procesador en la realización de un conjunto fijo de operaciones aritméticas y lógicas.

Las ALUs más sencillos sólo proporcionan funciones básicas, tales como instrucciones de: adición, completo desplazamiento y comparación. Esto requiere que el usuario haya de construir funciones más complejas (multiplicación y división).

2.2.2.5. Unidad de salida.

Esta transfiere los datos procesados por el procesador al mundo exterior, los dispositivos de salida pueden producir información para ser usados directamente por el hombre (impresores, pantallas, etc.) o bien ser diseñadas para activar y controlar otros equipos.

La transferencia de datos entre el procesador y los diversos dispositivos de salida se realizan del mismo modo que las transferencias de datos entre los dispositivos de entrada y el procesador. Las transferencias de datos individuales, interrupciones y DMA pueden toda ellas, ser utilizadas para transferencias de datos tanto de entrada como de salida.

2.2.2.6. Buses.

Los buses son la parte de la arquitectura del procesador que determinan como se pueden transferir datos hacia, desde y el procesador. todos los procesadores tienen al menos un bus y muchos tienen dos o más. Lógicamente, solo puede tener lugar una transferencia sobre un bus determinado en cualquier instante de tiempo.

2.3. Red de conexión.

la función de la red de conexión en los sistemas de conmutación digital, es soportar mediante una o más etapas de conmutación de canales en el tiempo y en el espacio, el establecimiento de comunicaciones digitales a través de la red, de tal manera que la red de conexión pueda soportar tanto servicios de voz como de datos.

2.3.1. Conmutadores digitales básicos.

Independientemente de la configuración que se adopte para una red de conmutación digital, siempre se encontrarán etapas T y etapas S. Las etapas T estan constituidas por los conmutadores temporales y las etapas S por los conmutadores espaciales.

2.3.1.1. Conmutador Temporal.

El conmutador temporal (T) consiste de una memoria semiconductora, cuya función precisamente es esa, la de memoria y además intercambia la posición en el tiempo de las señales digitales.

Los circuitos entrantes y salientes de un conmutador digital corresponden a las posiciones en el tiempo de las señales digitales sobre la "vía" (ver figura 2.6).

Se denominará "Time Slot" al periodo de tiempo que ocupa un canal sobre la vía, en el caso de la figura No.2.6 un " Time Slot" tendría una duración de 125/n microsegundos, donde n es el número de canales multiplexados.

El intercambio en la posición en el tiempo de las señales digitales es llamado intercambio del "Time Slot" y se

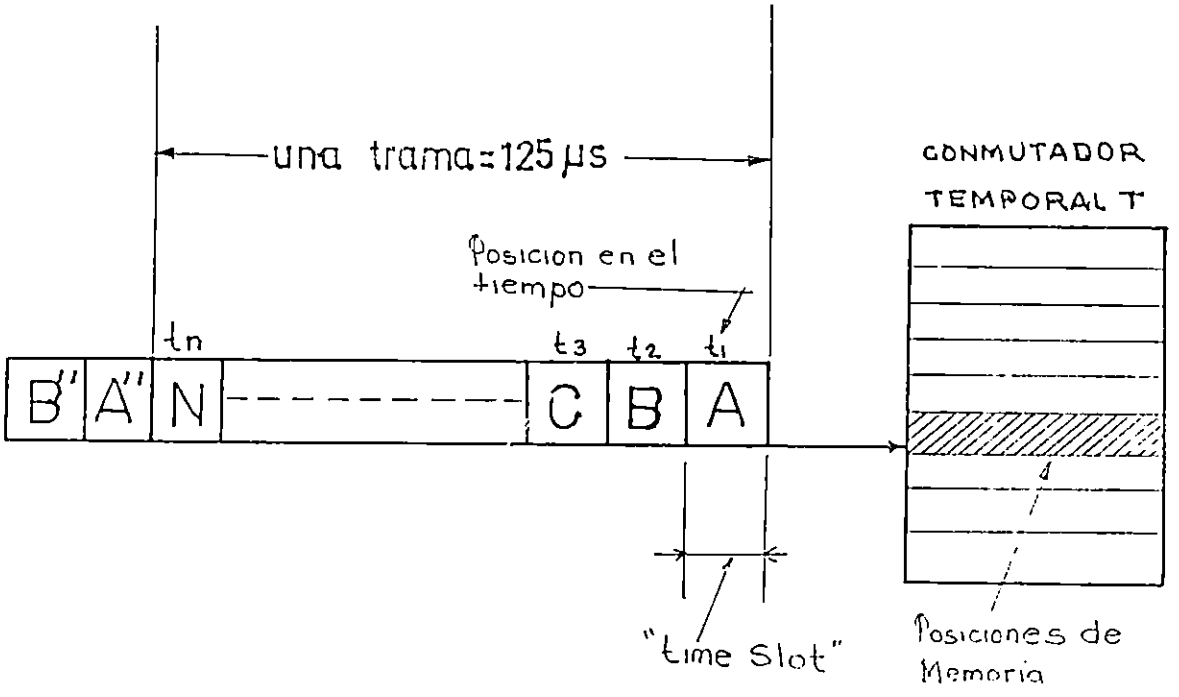


Figura No. 2.6: Estructura de un circuito entrante o saliente.

produce cuando se almacenan temporalmente las señales transmitidas sobre la vía en la memoria del conmutador temporal (Ciclo de escritura) y posteriormente son leidas en una secuencia diferente de aquella en que fueron escritas, por tanto el intervalo correspondiente a un "Time Slot" se divide en dos partes: Una mitad es usada para la escritura y la mitad restante para la lectura.

2.3.1.1.1. Control de los conmutadores temporales.

Para efectos de lograr el intercambio de los "Time Slot" en la forma deseada es necesario controlar la escritura o la lectura del conmutador temporal, para lo cual existen dos métodos de control: El control secuencial y el control aleatorio.

El control secuencial es un método en el cual las direcciones de memoria en el conmutador temporal se asignan secuencialmente ya sea para la lectura o para la escritura; las direcciones de memoria son generadas en forma consecutiva por un contador.

El control aleatorio es un método en el cual las direcciones de memoria no corresponden secuencialmente al orden t1, t2,...,tn de los "Time Slot", pero son asignadas por anticipado para la escritura o lectura del conmutador digital.

Las direcciones son generadas por una memoria de control, la cual almacena por anticipado la relación entre las direcciones de memoria en el conmutador T y los "Time Slot".

Con estos dos métodos de control se pueden obtener dos combinaciones para los conmutadores temporales, pudiendose utilizar control secuencial para la escritura y para la lectura utilizar control aleatorio, en cuyo caso se dice que se tiene un conmutador temporal controlado por la salida, la otra alternativa es usar control aleatorio para la escritura y control secuencial para la lectura en cuyo caso se tiene un conmutador temporal controlado por la entrada.

2.3.1.1.2. Multiplexación con bits en paralelo.

Cuando el grado de multiplexación de las señales es grande, también aumentan los requerimientos de memoria de los conmutadores temporales, los cuales deben operar en forma eficiente.

Para aumentar la eficiencia de los conmutadores temporales se puede proceder a arreglar las señales digitalizadas en serie a paralelo; para luego aplicarlas al conmutador temporal. Como se muestra en la figura No. 2.7.

Cuando los pulsos de 8 bits son convertidos de serie a paralelo, se produce un intervalo de tiempo vacio correspondiente a 7 bits por canal. Ahora es posible insertar señales desde otras vías en los intervalos vacíos, multiplexandolos en el tiempo.

2.3.1.2 Conmutador espacial.

Estos conmutadores estan formados por compuertas lógicas y son usados para ejecutar la conmutación entre vías.

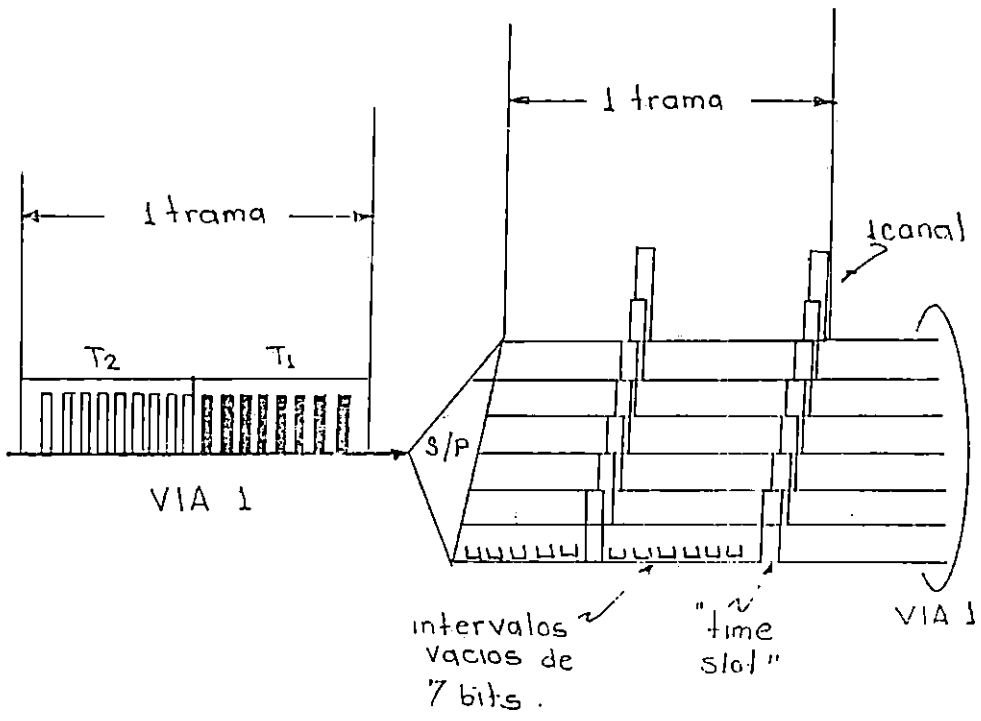


Figura No.2.7: Conversión serie/paralelo.

Debido a que en redes de conexión grandes no es suficiente el uso de un sólo conmutador T, se utilizan varios conmutadores T y se conectan a través de conmutadores espaciales S para formar asi redes de conexión de gran capacidad. Ver figura 2.8.

En el conmutador espacial, el grado de multiplexación de los "Time Slot" es incrementado por la apertura/cierre de las compuertas con señales de 8 bits en paralelo como en el caso de los conmutadores T.

2.3.1.2.1 Control del conmutador espacial.

Para efectuar el control de los circuitos de compuerta, es necesario la utilización de n memorias de control, donde n corresponde al número de vías de salida (ver figura No.2.9).

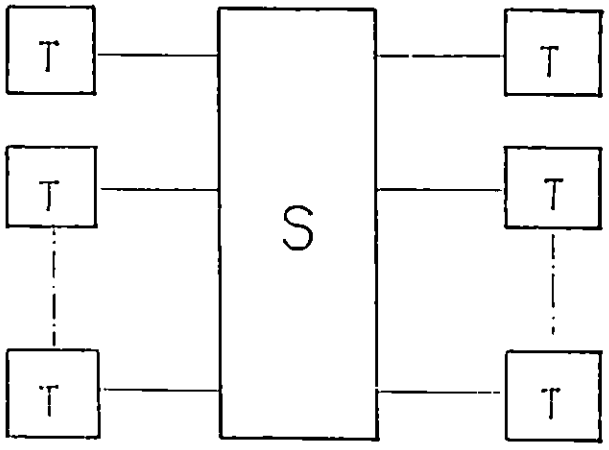


Figura No. 2.8: Conmutador espacial S.

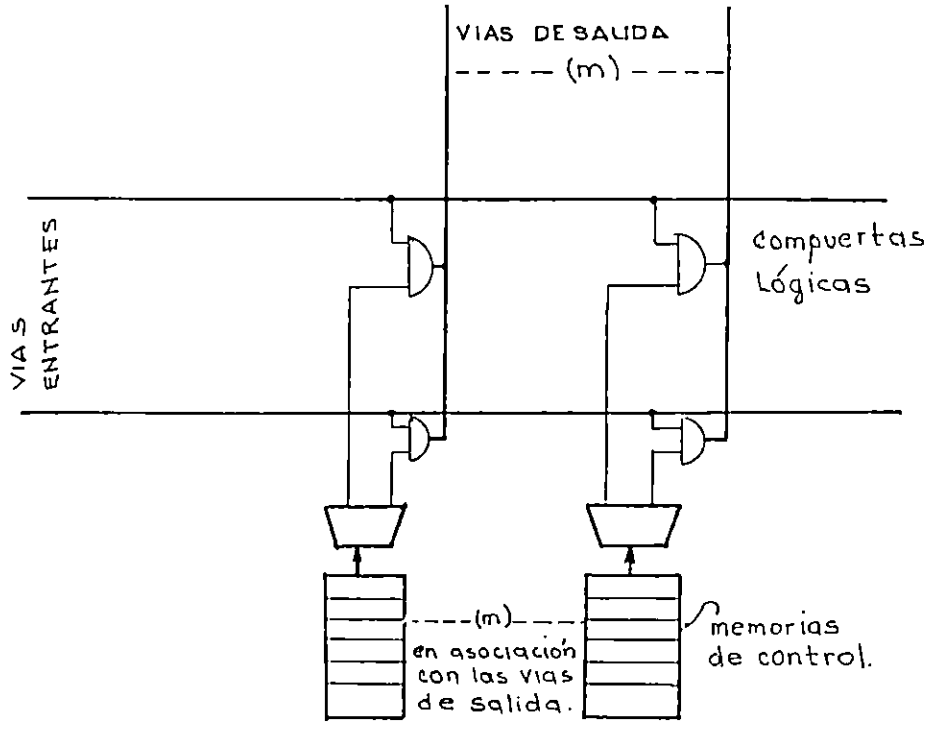


Figura No.2.9: Control del Conmutador Espacial.

2.3.2. Composición de una red de conexión.

Una red de conexión se compone de un sólo conmutador temporal, o una combinación de conmutadores temporales y espaciales, como se muestra en la tabla No.2.1.

Tabla No.2.1: Combinación de conmutadores temporales y espaciales.

T	T
T S T	S T S
T S S T	S T T S
T S S S T	S S T S S

por otro lado dependiendo de la estructura de la red de conexión y del tipo de control del sistema (centralizado, distribuido, semidistribuido) asi será el método de control de la red de conexión.

Existen dos procedimientos para hacer llegar las ordenes del control hasta la red de conexión, mediante control común y mediante control progresivo.

El primer procedimiento se encuentra asociado a los sistemas de conmutación con control centralizado o semidistribuido, mientras que el segundo, se implementa generalmente con sistemas de control distribuido.

2.3.2.1. Redes de conexión con control común .

Aún cuando existe una gran variedad de estructuras de este tipo de red, solo se consideran las redes de tres etapas más básicas, TST y STS.

2.3.2.1.1. Estructura TST.

Para entender como se comporta este tipo de estructura se analiza un caso de conexión de una llamada generada por un abonado llamante A hacia un abonado llamante B (referirse a la figura No.2.10).

Esta figura muestra una red de conexión, que consiste de cuatro vías, dos conmutadores T de entrada, un conmutador espacial S y dos conmutadores T de salida. En esta red la

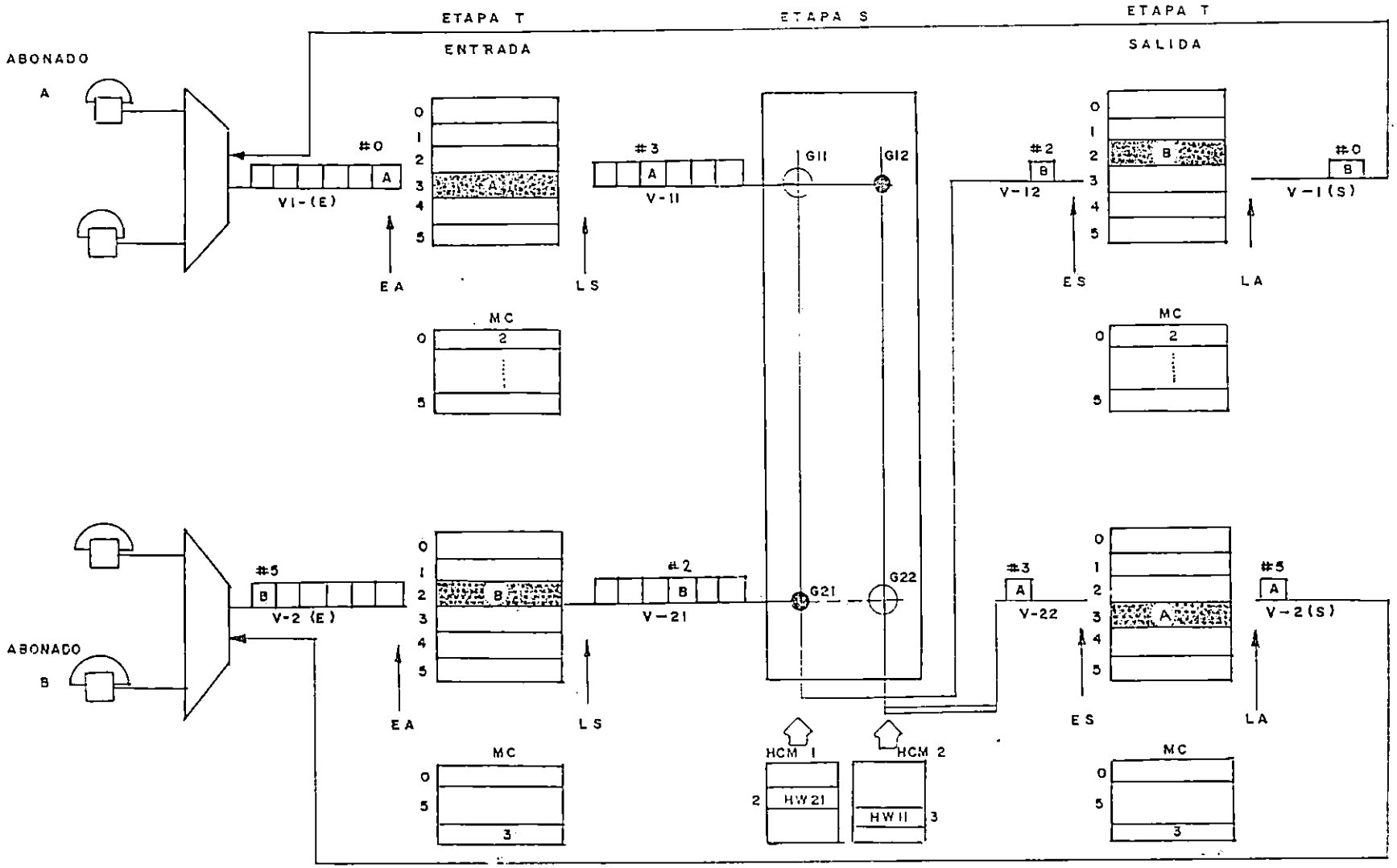


FIG. No. 2.10 DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE UNA ESTRUCTURA TST

escritura en el conmutador T de entrada se realiza en forma aleatoria (EA) mientras que la lectura, se realiza en forma secuencial (LS). Por otro lado la escritura en el conmutador T de salida se realiza secuencialmente y la lectura en forma aleatoria.

El funcionamiento de la red de conexión es el siguiente: (referirse a la figura No. 2.10)

El controlador de la red de conexión, el cual es gobernado por el control del sistema, selecciona dos "time slot" consecutivos que se encuentren libres, de entre los seis "time-slots" sobre la vía que se ha llamado V-11 y sobre la vía V-21. Es decir selecciona el "time-slot" #3 en la vía V-11 y el "time-slot" #2 en la vía V-21.

Como se seleccionó el "time slot" #3 en V-11, y ya que la lectura en el conmutador T de entrada es secuencial, es necesario que los datos del abonado A sean escritos en la dirección #3 de dicho conmutador T.

Considerese ahora como se realiza la escritura de los datos del abonado A en la dirección #3 del conmutador T de entrada. En primer lugar, ya que se ha seleccionado el "time slot" #3 en la vía V-11, el controlador de la red escribe este número de dirección (#3) en la memoria de control MC del conmutador T de entrada, y luego los datos del abonado A ("time slot" #0) son escritos en la dirección #3 del conmutador de entrada T.

Una vez que los datos del abonado A han sido escritos en la dirección #3 del conmutador T respectivo, son leídos en forma secuencial y puestos en el "time slot" #3 sobre la vía V-11 (como fué previamente seleccionado por el controlador de la red). Hasta este momento los datos del abonado A se encuentran en el "time slot" #3 de la Vía V-11; luego pasan al conmutador espacial (etapa S), el cual se encarga de que los datos del abonado A sean transferidos a la vía V-22, de la manera siguiente:

La apertura o cierre de las compuertas lógicas que forman la etapa S es controlada por las memorias de control de vías HCM1 y HCM2 .

La operación de la compuerta de la vía V-11 está asociada a la memoria de control HCM2, en la cual se puede ver que el contenido de la dirección #3 es la vía V-11. Esto significa que el controlador ha dado la orden de cerrar la compuerta G12 en el tiempo del "Time Slot" #3, con lo cual los datos del abonado A son transferidos a la vía V-22.

los datos en la vía V-22 son escritos secuencialmente en el conmutador temporal de salida correspondiente en la dirección que corresponde al "Time Slot" #3.

Una vez escritos los datos del abonado A en el conmutador correspondiente, pueden ser leidos aleatoriamente para colocarlos en el camino de recepción del abonado B.

Un análisis similar se hace para conmutar los datos desde el abonado B hacia el abonado A, con lo cual se completa la conexión entre el abonado A llamante y el abonado B llamado.

2.3.2.1.2. Estructura STS.

Esta es una red de tres etapas, siendo en este caso la etapa T intermedia entre las dos etapas S.

En la figura No. 2.11 se muestra una estrucura de esta red. La red consta de los conmutadores espaciales de entrada y de salida junto con sus memorias de control HCM y de los conmutadores temporales (T1...TN) junto a sus memorias de control respectivas.

En la estructura STS que analizamos se emplea la misma dirección de memoria del conmutador temporal para el establecimiento de los caminos de ida y vuelta.

Para explicar su funcionamiento se describen las acciones necesarias para establecer la conexión del canal 3 del circuito entrante 1 con el canal 10 del circuito saliente M y viceversa (canal 10 del circuito entrante M con el canal 3 del circuito saliente 1).

En primer lugar el control tiene que buscar una posición de memoria en el conmutador temporal T1, que se encuentre libre respecto a los canales 3 y 10. supongamos que la dirección #4 de T1 está libre. Luego el control del sistema a través del controlador de la red escribe en las direcciones #1.3 y #1.10 de la memoria de control del conmutador espacial (HCM), lo siguiente: En la dirección 1.3 correspondiente al canal 3 del circuito 1) se escribe la dirección de los puntos A y B pertenecientes a los conmutadores S de entrada y salida respectivamente; en la dirección M.10 (correspondiente al canal 10 del circuito M) se escribe la dirección de los puntos C y D.

La conexión se establece de la siguiente manera. En el "time slot" #3 (tiempo correspondiente al canal 3) se habilitan

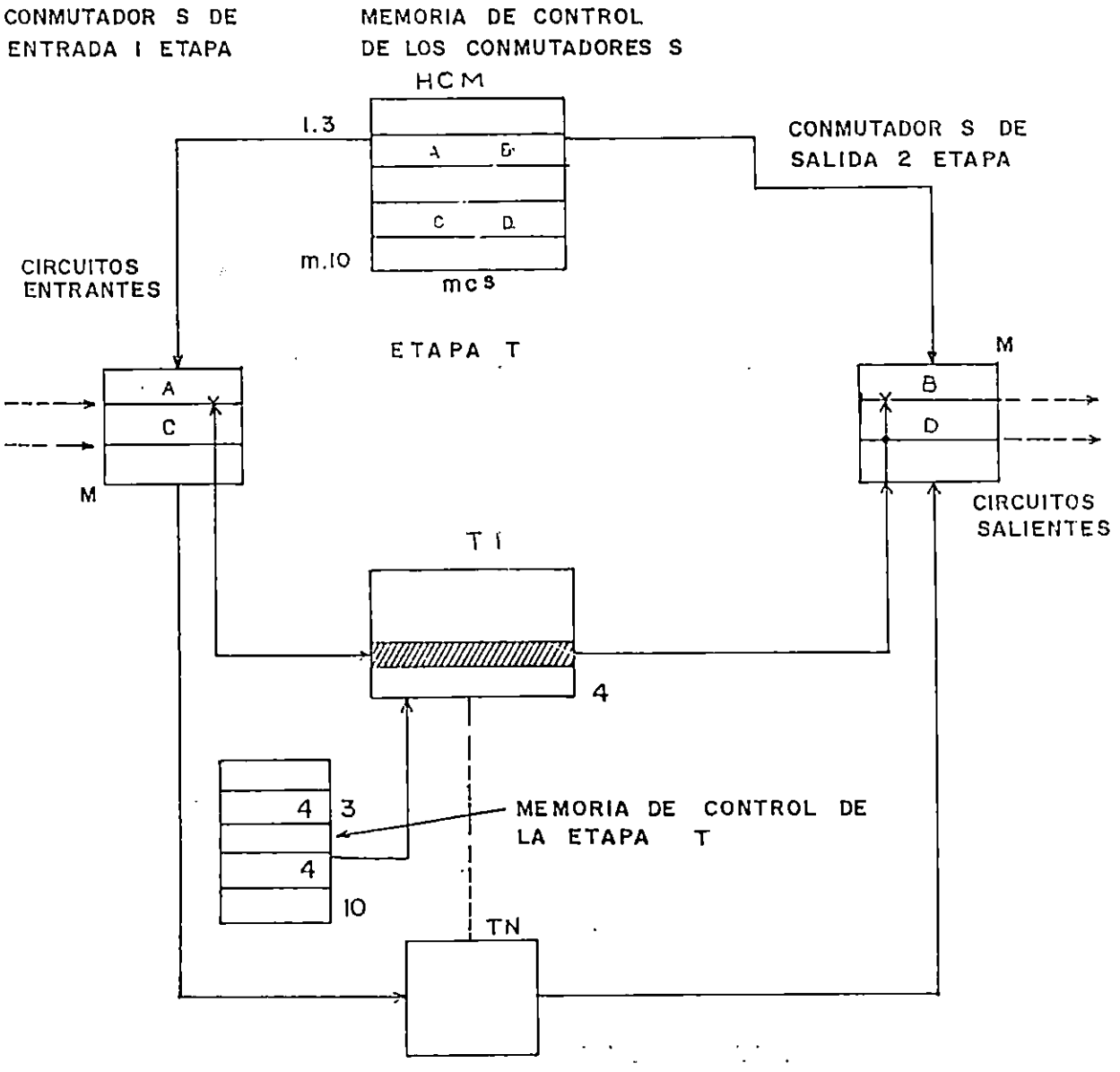


Figura No. 2.11: Estructura STS.

los puntos A y B; luego se lee el contenido de la dirección #4 de T1, el cual es enviado hacia el canal 3 del circuito saliente 1 a través del punto B y la información contenida en el canal 3 del circuito entrante 1 pasará a ocupar la dirección #4.

En el "time slot" #10 (correspondiente al tiempo del canal 10) se habilitan los puntos C y D; luego se lee el contenido de la dirección #4 de T1 (que fue el que se escribió anteriormente en el tiempo del canal 3) el cual es enviado hacia el canal 10 del circuito saliente a través del punto D. Luego el contenido del canal 10 del circuito entrante M será escrito en la dirección #4 de T1; y de esta forma es como se realiza la conmutación en una red de conexión con estructura STS. El único requisito es encontrar una dirección libre en T1, respecto a los canales a conmutar para poder establecer la conexión; por lo que la probabilidad de bloqueo será menor; mientras más conmutadores temporales existan en la red de conexión Por otra parte, el contenido del canal 10 del circuito entrante M será escrito en la misma palabra, el único requerimiento para la conmutación es el establecimiento de la cónexión y esto se logra encontrando esa palabra del conmutador temporal libre respecto a los canales a conmutar, por lo que la probabilidad de bloqueo, será menor cuanto mayor sea el número de conmutadores temporales.

La red STS requiere menos memoria que la red TST, pero mayor número de puntos en los conmutadores S.

Al principio de la conmutación digital la red STS tuvo un gran auge, debido a los inconvenientes económicos que presentaba la red TST.

Ahora se ha superado la situación del costo de las memorias, aunque desde el punto de vista de la seguridad siguen siendo preferibles las redes STS, ya que permiten un mayor número de caminos posibles entre una entrada y una salida dadas.

2.3.2.1.3. Arquitectura del hardware del controlador de red de conmutación.

El gobierno de una red con control común se realiza mediante la escritura desde el control del sistema de las memorias de control de las etapas T y S.

El controlador de la red de conmutación (ver figura No. 2.12) consiste de un conjunto de memorias, registros y

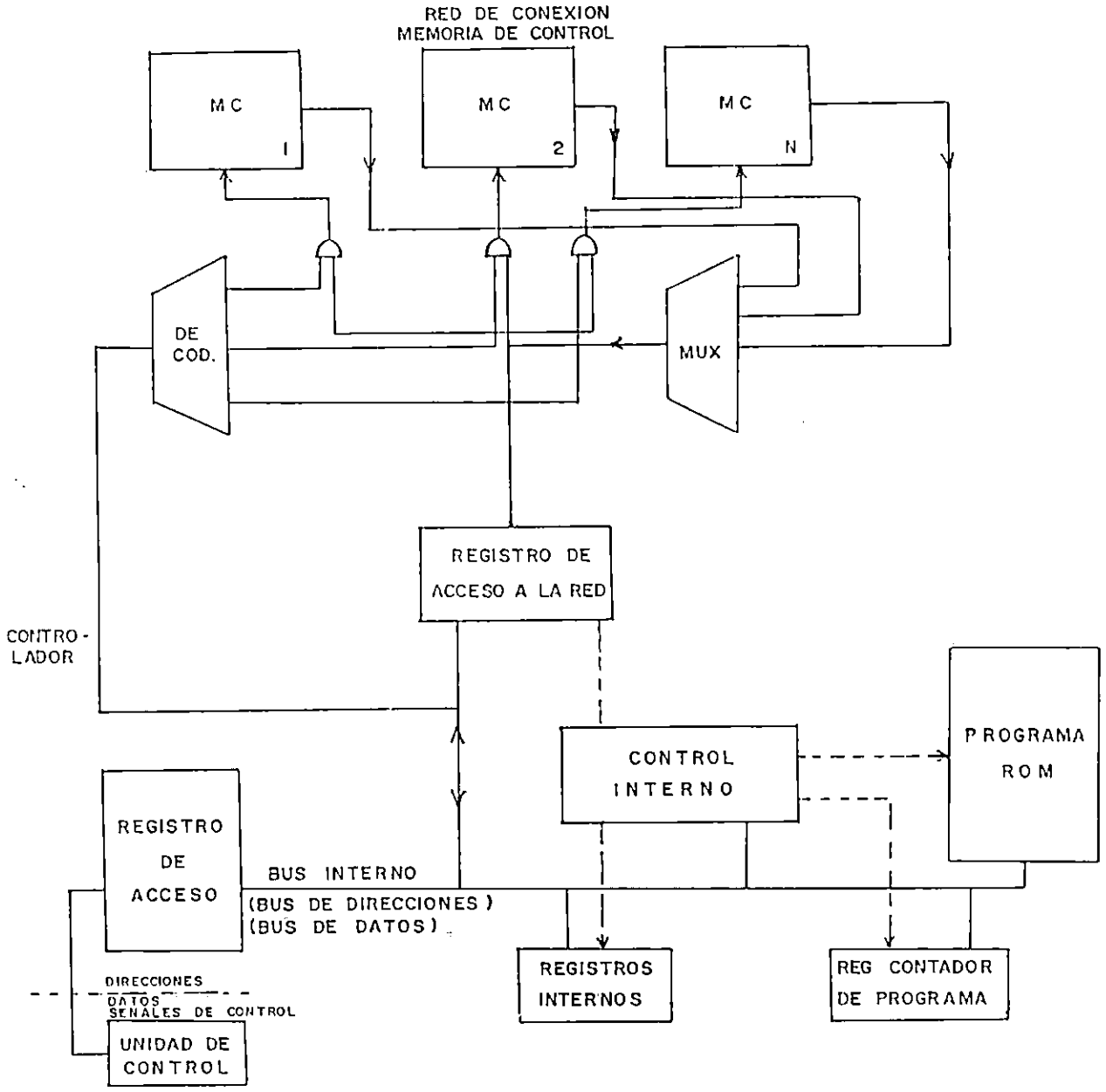


FIG. 2.12 CONTROLADOR PARA RED DIGITAL

controles internos interconectados a un bus interno, de forma similar a la organización de un microcomputador, de hecho existen muchos controladores de red que estan diseñados en base a un microprocesador que funciona mediante un programa almacenado en una memoria ROM.

Una vez que el controlador ha recibido un comando desde la unidad de control, su programa inicia la ejecución del mismo, comenzando por extraer y decodificar la información recibida en el comando, para luego enviar de forma ordenada las señales oportunas para leer y escribir en las memorias de control de la red de conexión.

Además de los programas de establecimiento de conexiones, el controlador puede ejecutar otros programas de detección de fallos en el propio controlador y comunicar los resultados al control del sistema para que sea este, quien decida que acciones ejecutará.

2.3.2.2. Redes de conexión con control progresivo.

En este tipo de red por el hecho de estar asociado a sistemas de control distribuido, no existe un organo en el control del sistema que pueda conocer los caminos de conexión de la red; por lo tanto se construyen circuitos de diseño especial ("custom design") lo que permite que los elementos de la red incorporen su propio control asociado a cada etapa de la red, en lugar de un controlador general para toda la red.

El establecimiento de una conexión en una red con control progresivo se realiza de forma independiente y consecutiva para cada una de las etapas de la red, por otra parte las salidas de cada etapa de la red son seleccionadas por la misma. (ver figura No. 2.13) . Las etapas que constituyen la red digital de conexión con control progresivo, estan formadas por conmutadores básicos T y S, aunque se construyen disposiciones especiales de estos tal como el bloque funcional TS o ST .

2.4. Interfaces de los sistemas de conmutación digital.

Es importante mencionar que las interfaces junto con el control del sistema, y la red de conexión, son los elementos básicos que constituyen una central digital de conmutación.

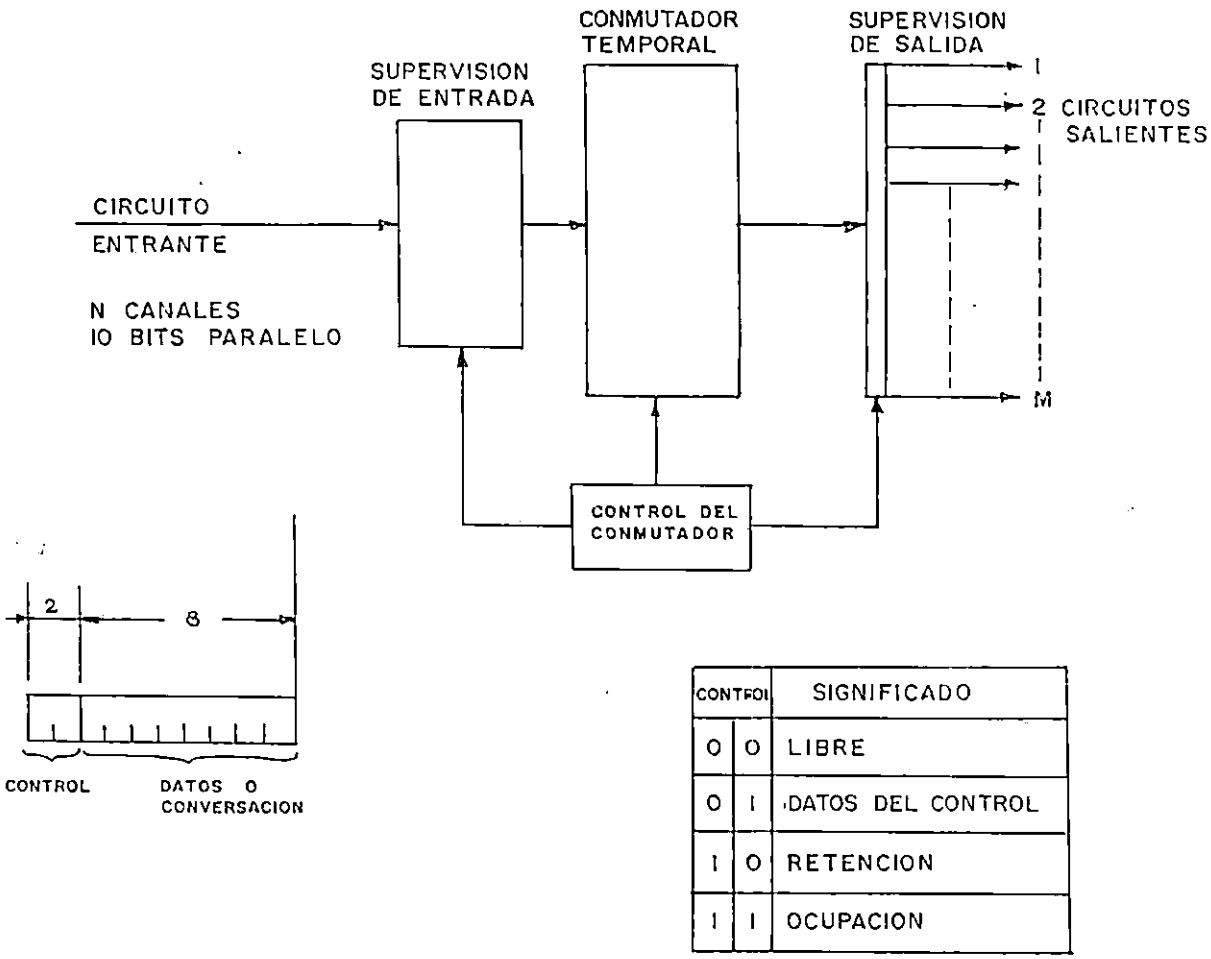


Figura No.2.13: Bloque funcional TST.

Los interfaces son conjuntos funcionales que permiten la conexión de elementos externos a la central. Los elementos externos a conectar son, principalmente, las líneas de abonado y los enlaces con otras centrales.
A continuación se ralizará un estudio de las siguientes interfaces:

- De línea analógica.
- De línea digital.
- De enlace analógico.
- De enlace digital.

2.4.1. Interface de línea analógica.

La función básica de la central consiste en interconectar automáticamente dos líneas de abonado siguiendo las ordenes recibidas desde el terminal que origina la comunicación. Estas se transmiten entre el terminal y la central por medio de un sistema de señalización de abonados generado por el terminal y soportados en la línea del abonado, y un conjunto de reglas para interpretarlas.

Las señales analógicas de conversación y las señales de control no son directamente procesables por la central digital de conmutación que, como es sabido, conmuta e interpreta exclusivamente señales digitales. Es necesario por consiguiente, realizar las funciones de interfaz entre la línea analógica y la central digital. Estas funciones que no se limitan a la conversación de señales, como se verá a continuación se realizan en la central digital por medio de un conjunto de elementos físicos y una lógica de control que constituye en circuito de línea. Ver figura 2.14.

2.4.1.1. Funciones del circuito de línea.

Esencialmente, el circuito de línea permite la adaptación entre las características del conjunto teléfono-línea del abonado y las de la central digital, de modo que se obtenga una transmisión eficaz de señales desde y hacia el terminal.

En la figura 2.15 se describen las funciones del circuito de línea.

2.4.1.1.1. Transmisión.

Las señales generadas por el terminal de abonado son analógicas, y se transmiten bidireccionalmente por un par de hilos equilibrados con respecto a tierra, por otro lado, la red de conexión de la central digital conmuta señales digitales, con separación física entre los caminos de recepción y transmisión, es decir, a 4 hilos. Es necesario, por consiguiente realizar una conversión analógica/digital y el paso de 2 a 4 hilos en el sentido de transmisión del abonado, y los procesos inversos en el sentido de recepción.

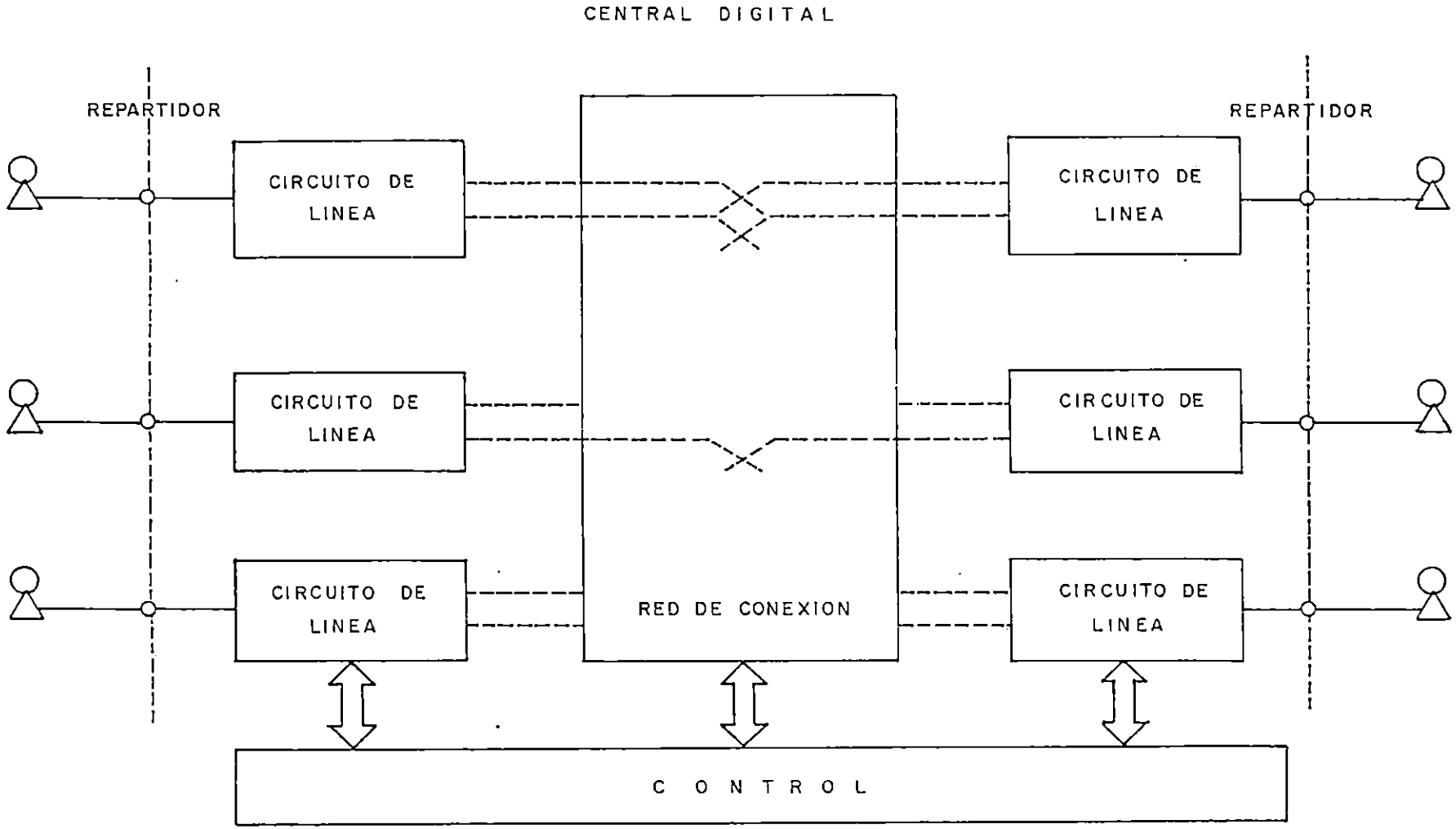


FIG. No. 2.14 POSICION DE LOS CIRCUITOS DE LINEA EN LA CENTRAL DIGITAL

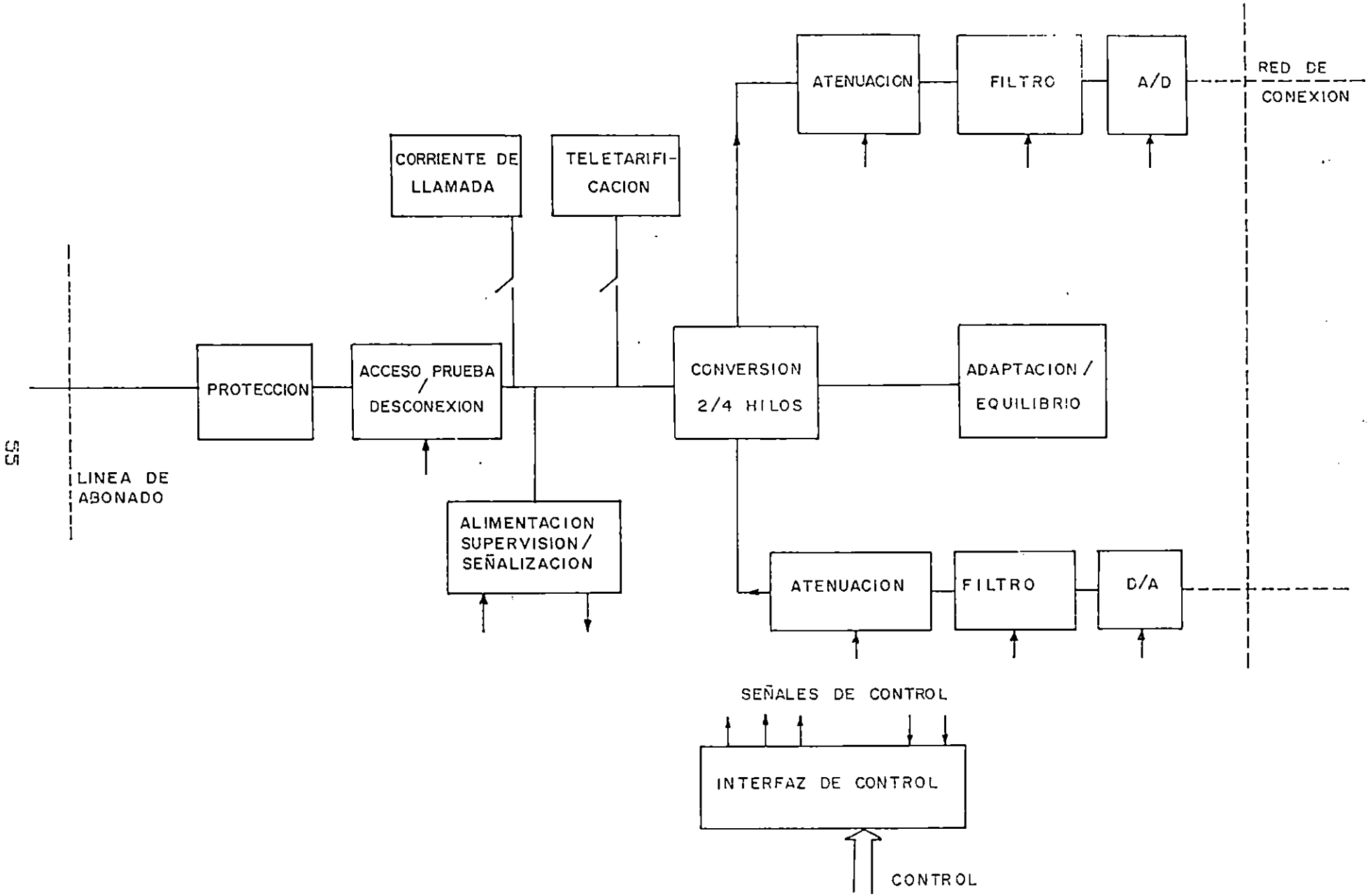


Fig. No. 2.15 DIAGRAMA FUNCIONAL DEL CIRCUITO DE LINEA

2.4.1.1.2. Conversión de dos a cuatro hilos.

Generalmente, no sólo la red de conmutación digital sino también el propio circuito de línea, presentan separación de caminos entre transmisión y recepción, por lo que la conversión a 4 hilos. Esta separación en el circuito de línea facilita la realización posterior de las funciones de atenuación y codificación de la señal analógica.

2.4.1.1.3. Adaptación de impedancias.

La adaptación de impedancias entre líneas y la central tiene como finalidad conseguir una eficaz transferencia de energía entre ambos evitando reflexiones hacia el terminal.

2.4.1.1.4. Adaptación de niveles.

Esta función se realiza mediante redes resistivas o amplificadores con redes de realización, conmutables bajo control Software, cuando es realizada sobre la señal analógica y mediante filtros digitales cuando es realizada sobre la señal digital.

2.4.1.1.5. Conversión A/D y D/A.

Los elementos que realizan la conversión analógica/digital y digital/analógica en el circuito de líneas es el CODEC (Codificador-Decodificador).

El interfaz en la red de conexión de los sistemas digitales de conmutación, aceptan flujos binarios procedentes de los circuitos terminales estructurados en tramas, la estructura de esta en la red de conexión se hace coincidir, por razones de integración técnicas, con la utilizada en los sistemas de transmisión digital. El interfaz entre los circuitos de línea (y cualquier otro circuito terminal de la central), y la red de conexión, es un par de tramas de 32 canales, una para cada sentido de transmisión.

En muchos sistemas de conmutación digital, la red de conexión utiliza canales de 16 bits, de los canales 8 corresponden a la muestra de conversación y los otro 8 se utilizan para funciones de control de la propia red. Las

tramas siguen siendo, no obstante, de 125 µseg con lo que la velocidad binaria pasa a 4.096 Mbit/seg. En estos casos, la conversión de 8 a 16 bits forma parte de la función de interfaz entre la red de conexión y los circuitos terminales.

En cuanto a la alimentación del terminal, esta se realiza a través del par de hilos que lo unen a la central, la tensión de alimentación mas comúnmente utilizada se encuentra en el rango de 35 a 50 Voltios. El circuito de línea está provisto de dispositivos de control de la corriente de alimentación, cuya finalidad es limitar el consumo de energía a las líneas cortas.

2.4.2. Interface de línea digital.

La conexión de equipos digitales de abonado a la central requiere la realización, tanto en aquellos como en ésta, de un conjunto realmente complejo de funciones.

Para facilitar la especificación y descripción de estas funciones. Se han definido unas configuraciones de referencia (ver figura 2.16).

Las agrupaciones de funciones representadas en la figura anterior están realizadas de acuerdo con la estructura en niveles del modelo de referencia para la integración de sistemas abiertos que definen niveles.

- El nivel 1 define las funciones del enlace físico. Está realizado entre la TR, la línea digital de abonado y el TL, que en conjunto realiza las funciones que permiten la transmisión de señales entre las terminales y la central y viceversa.

- El nivel 2 define las funciones que permiten la transferencia de información libre de errores sobre el enlace físico, las funciones del nivel 2 se realiza entre los terminales TR2 y entre el TC.

- El nivel 3 define las funciones que permiten el establecimiento de comunicaciones con otras terminales de una red y el acceso a servicios. Los procesos de señalización de la central digital, aunque algunas funciones de este nivel pueden ser realizadas también en el TC.

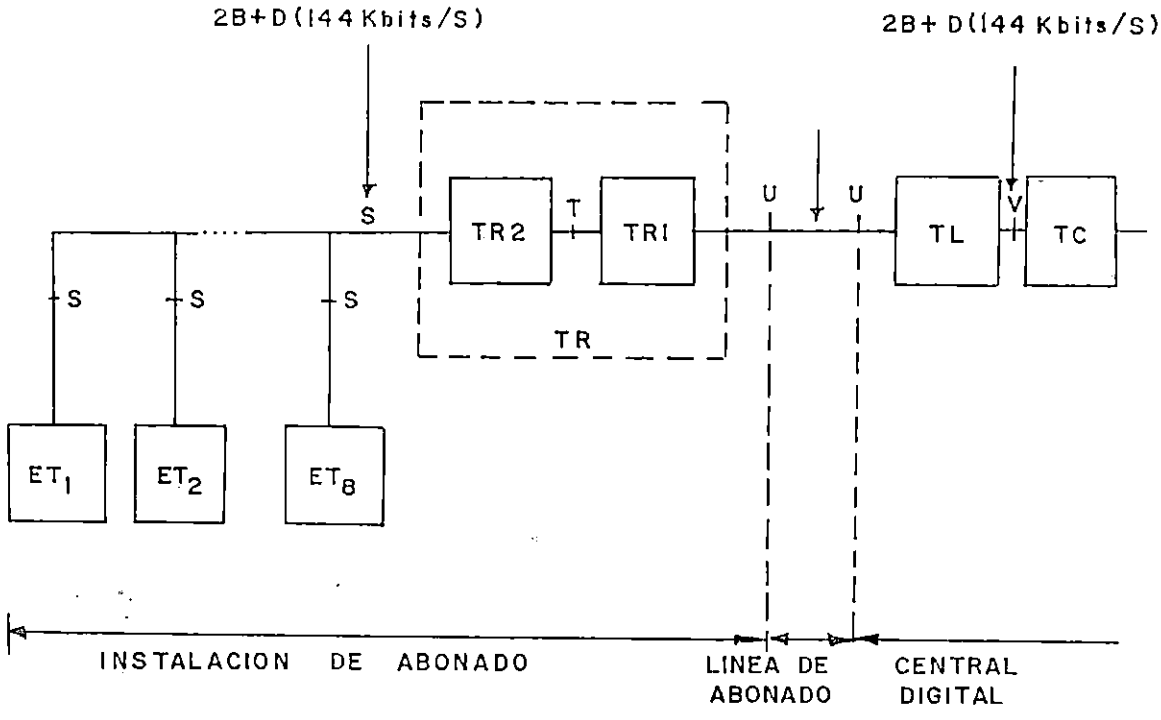


Figura 2.16: Configuración de referencia para el acceso básico de usuario.

Donde:

ET : Equipos terminales de abonado

TR : Terminal de red

TR1 : Equipo que realiza las funciones de transmisión y mantenimiento de la línea digital

TR2 : Equipo que realiza las funciones de tratamiento de protocolos de los niveles 2 y 3, así como funciones de conmutación, concentración y multiplexación

TL : Terminación de línea

TC : Terminación de central

- Las funciones de nivel superior al 3 corresponden al intercambio de información entre terminales del abonado.

El interfaz físico entre la línea digital del abonado y la central digital se define en el punto de referencia U, por lo que puede denominarse "interfaz U", este interfaz es el que existe tanto entre la línea y la terminación de línea (TL) de la central, como entre aquella y la terminación de la red.

Partiendo del supuesto que la transmisión digital es direccional sobre un par de hilos metálicos, las funciones de transmisión del interfaz físico con la línea digital son las que se describen a continuación (ver figura 2.17).

2.4.2.1. Conversión de dos a cuatro hilos.

La separación entre las señales emitidas y las recibidas, en la línea de 2 hilos se realiza a través de la técnica llamada separación temporal, que consiste en la transmisión alternativa desde ambos extremos de la línea (terminal y central), de modo que no hay coincidencia en el tiempo de señales de los dos sentidos en la línea.

2.4.2.2. Codificación de línea.

El par de abonado debe soportar señales digitales que transportan datos a la velocidad de 144 Kbits/seg., a este flujo de datos de usuario es necesario añadirle una cantidad adicional para funciones de mantenimiento y sincronización propios de la línea digital, esta información adicional se intercambia entre el TL y el TR.

La transmisión de señales digitales a velocidades tan elevadas a través de pares de abonados es prácticamente imposible para distancias superiores a unos centenares de metros debido a la gran atenuación que sufren los componentes espectrales de más alta frecuencia.

Para paliar esta dificultad se recurren a la codificación de línea, proceso mediante el cual se transforma la señal digital en otra con el mismo contenido de información pero más fácil de transmitir.

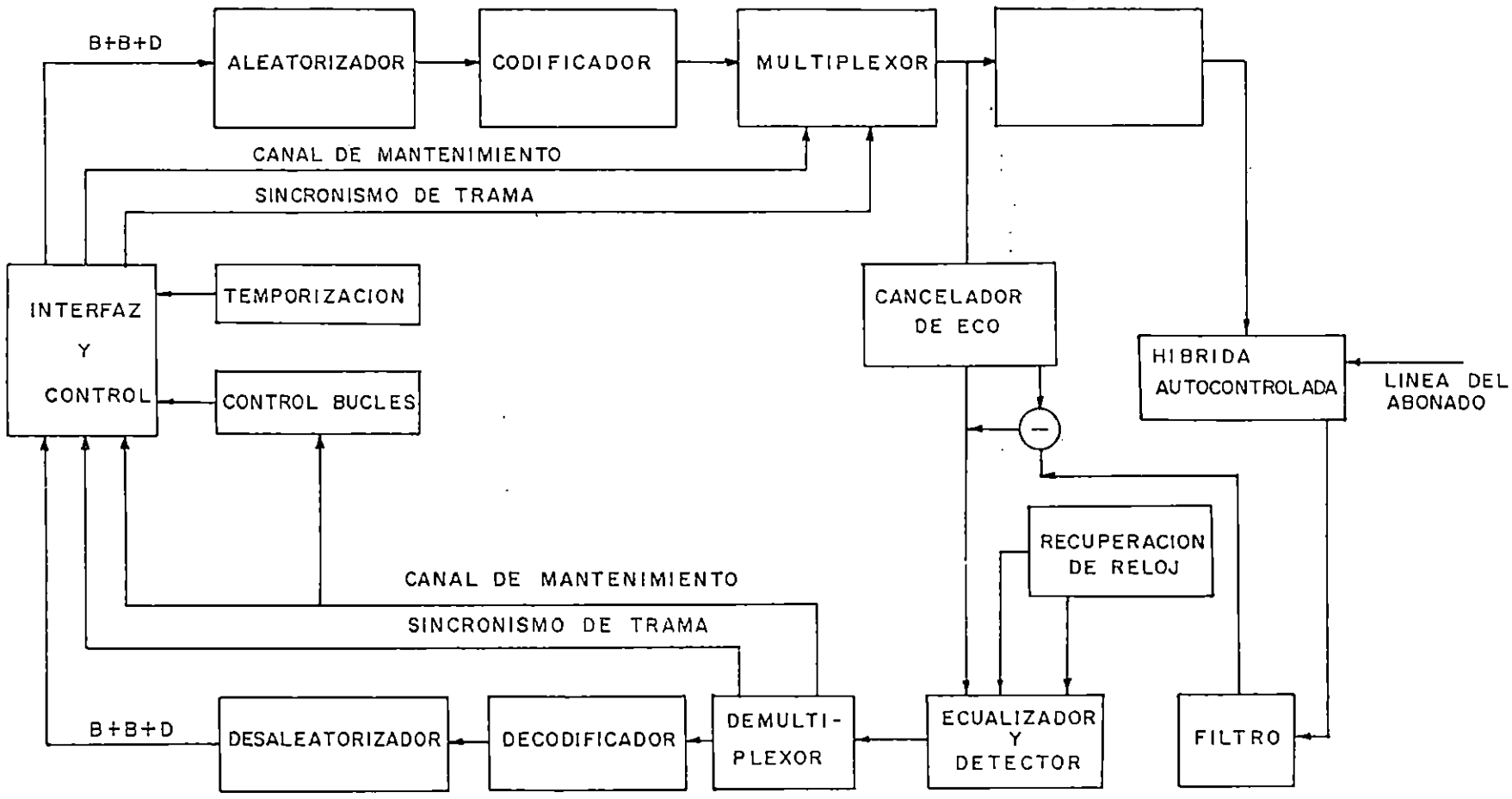


FIG. No. 2.17 INTERFAZ FISICO CON LA LINEA DIGITAL DE ABONADO

2.4.2.3. Ecualización.

La ecualización es un proceso al que se somete la señal recibida para minimizar la interferencia entre símbolos binarios, con lo que se reduce la probabilidad de error en la detección. El ecualizador es un filtro con una función de transferencia tal que combinada con la red del canal de transmisión forman un canal excento de interferencia entre símbolos.

2.4.2.4. Aleatorización.

Previamente a la codificación de línea se procede a la aleatorización de la señal binaria. Con ello se previene la aparición de picos en el espectro debido a la posible existencia de secuencias periódicas de datos, al mismo tiempo que se facilita la recuperación de sincronismo en el extremo distante al evitar la aparición de largas cadenas de símbolos binarios iguales.

2.4.2.5. Estructura de la señal en la línea.

La señal en la línea digital del abonado se estructura en tramas, cada administración telefónica ha establecido un formato de trama diferente, pero todas incluyen los siguientes elementos de información:

- Datos de usuario (2B + D).

- Palabras de sincronismo.

- Información de mantenimiento.

2.4.2.6. Temporización y sincronización.

La transmisión a través de la línea de abonado es síncrona, siendo generado el reloj en el extremo de la central digital(TL), el reloj de transmisión en TR se extrae de la señal recibida. La sincronización de trama se realiza mediante las palabras de sincronización de trama.

La alimentación se revisa a través del par de abonado, desde una fuente ubicada en la terminación de línea de la central, la cual, a su vez, se alimenta desde el suministro principal de la central.

2.4.3. Interface de enlace analógico.

En una comunicación telefónica establecida entre dos abonados pertenecientes a centrales distintas, es necesario que exista una vía de comunicación entre ambas centrales. Tal vía puede interconectar directamente ambas centrales, o hacerlo a través de otra u otras centrales. las vías de comunicación que conectan las centrales entre si se denominan enlaces.

Las centrales digitales deben realizar una serie de funciones de interface, que son similares a las realizadas por el circuito de línea analógico. básicamente se llevan a cabo en el circuito de enlace analógico, las funciones que realiza se explican a continuación. (ver figura No. 2.18).

2.4.3.1. Transmisión.

Las funciones de transmisión del circuito de enlace analógico son las mismas que las del circuito de línea analógica; pero se pueden destacar las siguientes diferencias funcionales, con respecto al circuito de línea.

La conversión de dos a cuatro hilos, que no siempre es necesaria, los enlaces analógicos interurbanos que se establecen a través de un sistema de transmisión (radio, cable coaxial,etc). trabajan a cuatro hilos, no requiriendo por tanto, la conversión de dos a cuatro hilos. Sin embargo, los enlaces urbanos, soportados en cable multipar, trabajan a dos hilos, siendo necesaria la conversión a cuatro hilos.

2.4.3.2. Señalización.

La señalización puede ser de diferentes tipos dependiendo de la tecnología empleada y de la capacidad de los procesos de la señal en la central; por lo tanto, las centrales digitales deben ser capaces de tratar cualquier tipo de señalización existente en la red que se implante. La interface de señalización con centrales

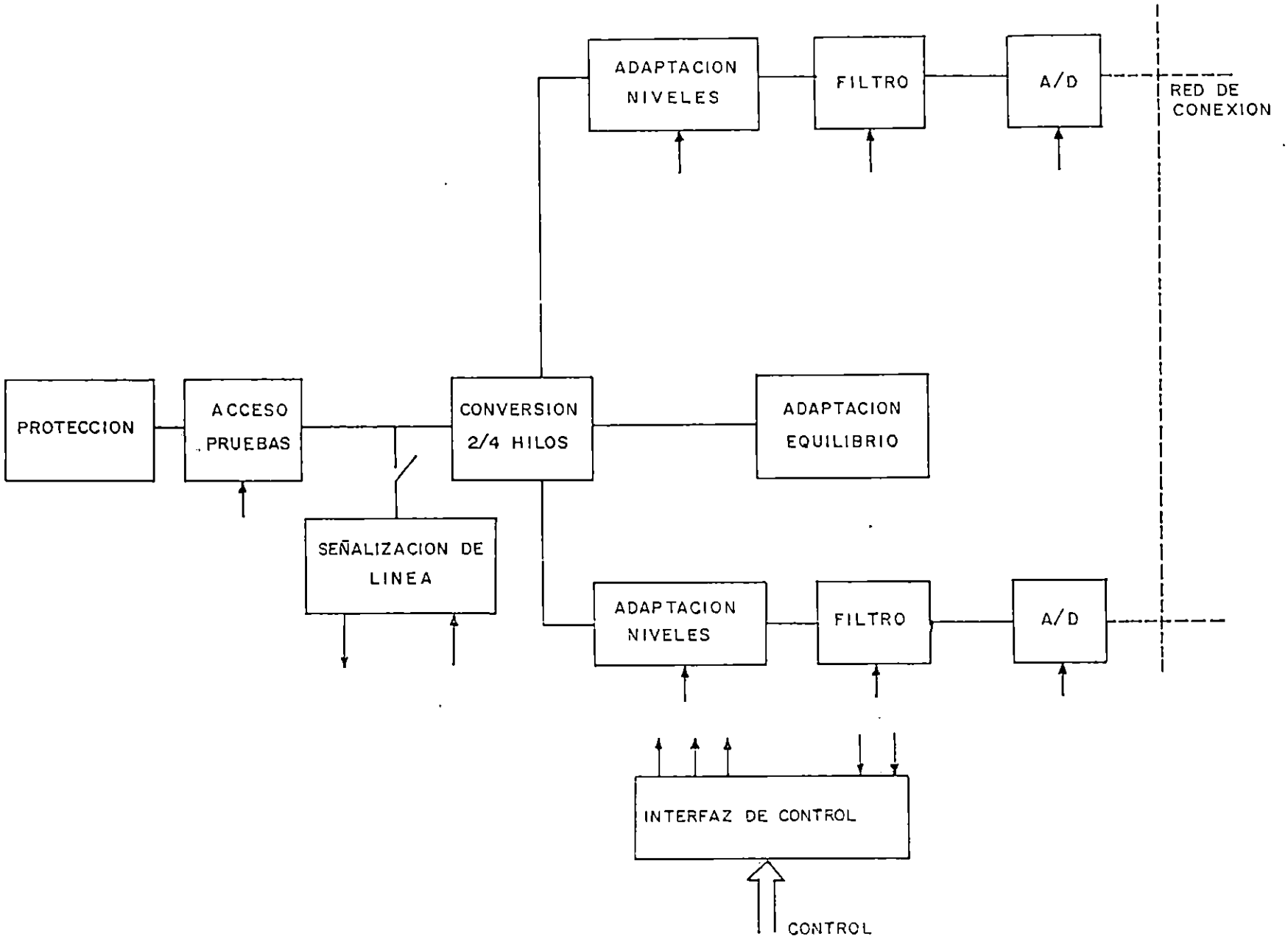


FIG. No. 2.18 - DIAGRAMA FUNCIONAL DEL INTERFACE DE ENLACE ANALOGICO

analógicas presenta, por consiguiente, tantas variantes como sistemas de señalización sean necesarios de tratar.

Cuando la señalización es del tipo impulsivo o de corriente continua, las funciones de interface se realizan en los circuitos de enlace analógico.

Cuando la señalización es del tipo MFC (codigo multifrecuencial) la función de interface se lleva a cabo en los emisores y receptores de codigos multifrecuancia.

2.4.4. Interface de enlace digital.

Un enlace digital es un conjunto de vías de comunicación en que las señales, en dichas vías son del tipo MDT (multiplex por división en el tiempo).

A continuación se describen las funciones que realiza dicha interface (ver figura No. 2.19).

2.4.4.1. Interface eléctrico.

Por lo general el equipo de terminación de línea forma parte del sistema de transmisión y no se considera incluido en la central digital. En la mayoría de los casos la conexión central, ETL se realiza con dos cables coaxiales (uno para cada sentido de transmisión).

2.4.4.2. Conversión de codigos.

Las centrales digitales trabajan con señales binarias mientras que los enlaces digitales utilizan un codigo de línea de tres niveles que incluye algun mecanismo para evitar la aparición de secuencias largas de ceros. La eliminación de la secuencia de ceros tiene por objeto facilitar la recuperación de la temporización que se obtiene de la propia señal de línea, los codigos utilizados son AMI y HDB3.

La conversión de código en la interface digital se realiza mediante la circuitos conversores de codigo comerciales, las últimas generaciones de interface digital realizan esta, y prácticamente la totalidad de las funciones, mediante un circuito integrado único.

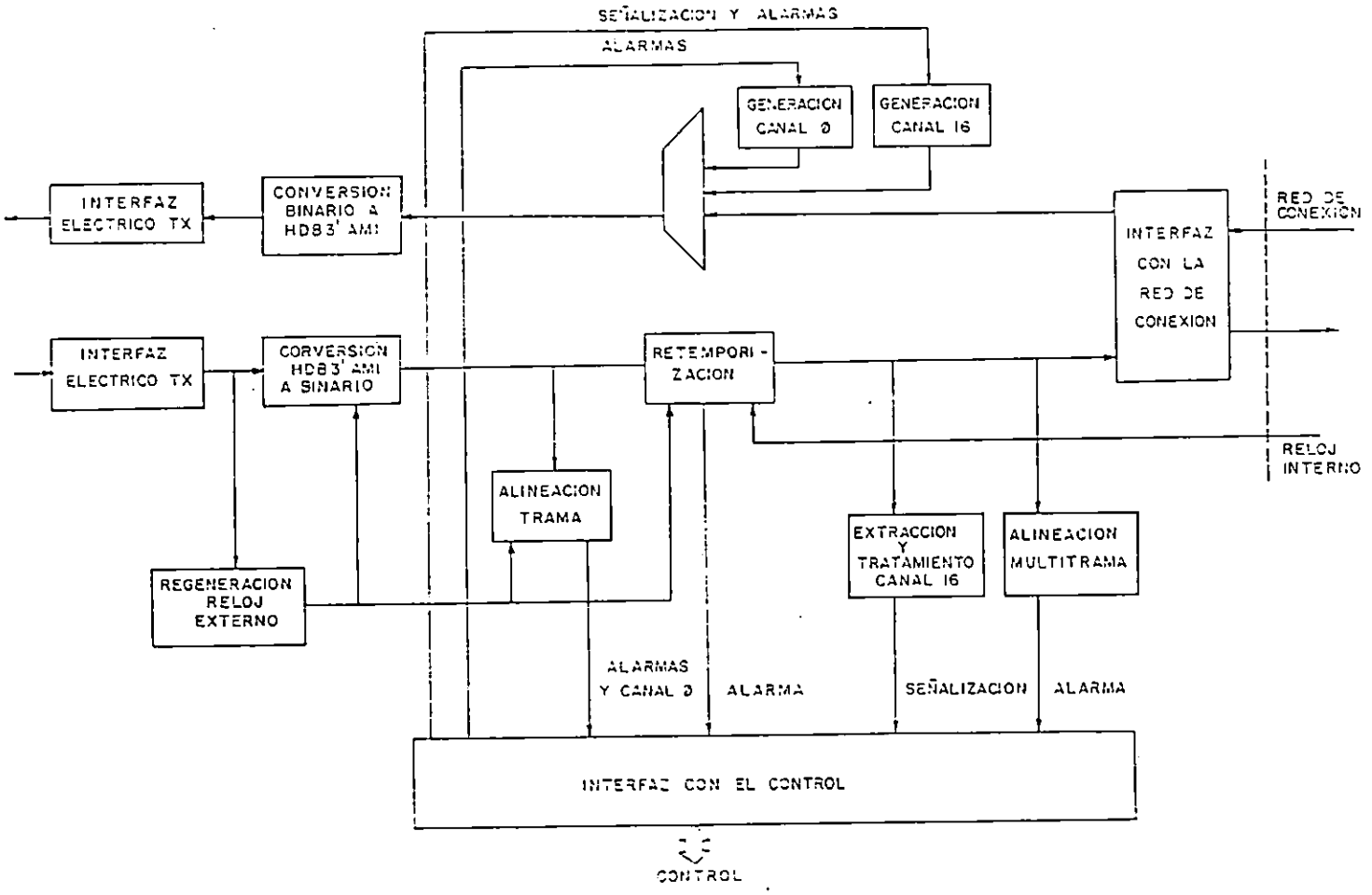


FIG. No. 2.19 INTERFAZ DE ENLACE DIGITAL

2.4.4.3. Retemporización.

Para lograr la sincronización de la señal procedente del enlace digital con el reloj de la central, se utiliza habitualmente el sistema de memoria elástica. En esta memoria, la capacidad para contener varias tramas, se almacena la señal entrante, haciendo uso para esta operación, del reloj recuperado de la misma señal. Simultaneamente, pero con un cierto desface, se extrae la misma señal de memoria, pero utilizando para la lectura el reloj propio de la central. de esta forma, la memoria absorve las diferencias de velocidad, obteniendose una señal digital sincronizada con el reloj de la central.

2.4.4.4. Alineamiento de trama.

El alineamiento de trama del enlace digital tiene por objetivo permitir la identificación de cada canal multiplexado en el tiempo. Se realiza mediante la utilización de una secuencia binaria fija en un canal que sirve de origen para enumerar los demás (canal cero) en una de cada dos tramas.

Las operaciones que se realizan en transmisión se reducen al insertar el patron de sincronismo en los correspondientes canales cero. Además, en el caso de pérdida de sincronismo en la señal recibida, la interface inserta una alarma en canal cero de los tramos sin patron a, b, etc. para informar a la central distante. Estas funciones forman parte del canal cero.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO II

1. Por el hecho de que las centrales digitales de conmutación internamente manejan señales digitales en forma de unos y ceros, pueden conmutar no solo señales de voz digitalizadas, si no cualquier tipo de datos que se presente bajo la forma de unos y ceros, lo que vuelve a la central muy versatil, convirtiendola en el nodo, que seguramente en un futuro cercano conformarán la red digital de servicios integrados.

2. Los elementos principales que constituyen la central digital son, el control del sistema, las interfaces y la red de conmutación, siendo en el control del sistema donde reside el porcentaje más alto de "INTELIGENCIA" de la central.

3. La implementación de las centrales digitales ha sido posible gracias al desarrollo tecnológico de los circuitos semiconductores VLSI y por otro lado al desarrollo de las técnicas digitales, incluyendo la transmisión por fibra óptica.

4. Dentro de las redes de conmutación digitales, el conmutador temporal es el único que puede cambiar la posición en el tiempo de los canales de voz digitalizada, gracias a su característica de memoria, mientras que los conmutadores espaciales solo tienen la capacidad para conectar un circuito entrante a un circuito de salida dentro de la red de conmutación, no obstante la utilización en conjunto de ambos tipos de conmutador, es lo que ha permitido el desarrollo de redes de conmutación de gran capacidad que operen eficientemente ante las características de tráfico soportadas en dicha red.

BIBLIOGRAFIA DEL CAPITULO II

Outline of digital switching.
Kokusai Denshin Denwa Co. Ltd 1990.

Padilla Gonzalez Isidoro, Pérez García Ildefonso.
Sistemas de Conmutación Digital.
Colección Técnica AHCIET-ICI, 1986.

Giuseppe Fantauzzi.
Digital Switching Control Architectures.
Telesoft S.p.A, Rome Itlaly, 1990.

A.E. Joel, Jr.
Switching System Control.
Bell Telephone Laboratories, Holmdel, New Jersey 1985.

CAPITULO III

ESTRUCTURA DEL SOFTWARE DE LOS SISTEMAS DE CONMUTACION DIGITAL.

Introducción.

El objetivo del presente capítulo, es estudiar a nivel descriptivo la arquitectura o estructura del "Software" de los sistemas de conmutación digital.

En primer lugar se trata el control por programa almacenado, (CPA) por estar este tópico estrechamente vinculado con el software de las centrales telefónicas, viendo las alternativas o arquitecturas básicas del CPA, como son el control centralizado, el control distribuido y el control semidistribuido.

Posteriormente se trata ya en si, la estructura del software de la central, partiendo de un modelo donde se presenta de forma general y jerárquica los diferentes elementos de software involucrados en la central, haciendo énfasis en el software del sistema de aplicación, aunque también se trata el software para operación y mantenimiento y el sistema operativo.

Otro aspecto importante cuando se estudia el software de cualquier sistema, es el tratamiento de los lenguajes de programación utilizados, por esta razón en la última parte del capitulo se hace una breve descripción de los lenguajes de programación del software de las centrales telefónicas.

3.1. Control por programa almacenado.

Al hablar de software, es necesario referirnos al control por programa almacenado conocido como SPC del Inglés (Stored Program Control) en donde los sistemas utilizan procesadores para controlar la conmutación y supervisar las conexiones de la central.

El costo del hardware es hoy en dia una fracción del costo del desarrollo y mantenimiento del software. Como resultado,

existe una tendencia a trasladar las operaciones de tiempo real a los estratos software más bajos, esto es, lo más próximo al hardware de la periferia.

Vale la pena mencionar que los sistemas de conmutación más modernos y los que se encuentran en fases de desarrollo tienen dos características fundamentales: emplean la técnica de conmutación digital y su control es de tipo distribuido.

3.1.1. Características del control por programa almacenado.

Los rasgos más importantes de los sistemas SPC son básicamente la utilización de procesadores para configurar los elementos de control de las centrales y de la incorporación del software a las mismas.

Además de las técnicas de programación en tiempo real, el diseño del software para las centrales requiere de las técnicas específicas asociadas con los sistemas de conmutación electrónicos, entre los que cabe destacar:

a) Especificación funcional compleja.

b) Necesidad de interface hacia un conjunto de terminales periférico enorme.

c) Previsión automática de servicio ininterrumpido en presencia de fallo en hardware y errores en software.

d) Necesidad de un gran número de variantes de aplicación presentando cada una de ellas diferencias funcionales incluso superior.

e) Sistemas de soporte completo para permitir su modificación y mejora en un ciclo de vida por ejemplo de 20 años e incluso superior.

3.1.2. Capacidad de proceso.

Una de las principales características del software de los sistemas de conmutación es que este debe ser efectivo en tiempo real, es decir, el software debe responder rapidamente a señales y datos procedentes de abonados y otros sistemas de conmutación, de no hacerlo así habría una degradación general del servicio.

El tiempo total utilizado por los procesadores de una central SPC puede dividirse en cuatro conceptos:

a) Tiempo fijo de operación auxiliar: tiempo invertido por el procesador, que es independiente de la cantidad de tráfico, el volumen del equipo y la configuración de la memoria. Ejemplos de funciones incluidas en el tiempo fijo de operación auxiliar son las realizadas por el sistema operativo del procesador.

b) Tiempo variable de operación auxiliar: tiempo invertido en funciones que son constantes en una determinada central, pero que pueden variar de una central a otra, según la configuración de la central. Ejemplo de tiempo variable de operación auxiliar es el invertido en la exploración de líneas o de circuitos de enlace entre centrales.

c) Tiempo de proceso de llamadas: tiempo invertido en todas las funciones al que da lugar el tráfico en la central. Cuando no existe demanda de servicio, no se precisa tiempo de llamada.

d) Tiempo de relleno: tiempo sobrante una vez atendidos todos los conceptos anteriores. Durante el tiempo de relleno pueden realizar las funciones demorables como son las revisiones de la memoria de sistema y los diagnósticos de mantenimiento.

La figura No. 3.1, muestra como se distribuyen estos cuatro tiempos en una central cuando no existe sobrecarga. Cuando no hay tráfico, el tiempo fijo de operación auxiliar y el tiempo de relleno ocupa el 100% del tiempo disponible. Cuando aumenta la carga de tráfico disminuye el tiempo invertido en la función de relleno. Un procesador alcanza su plena capacidad de tráfico cuando no dispone de tiempo para la función de relleno.

3.1.3. Arquitecturas de control.

Para atender las mismas funciones y restricciones es posible el diseño de una gran cantidad de modelos de arquitecturas de control atendiendo criterios básicos como la centralización o la distribución de las funciones, la organización de uno, dos o varios niveles, etc.

3.1.3.1 Centralización y distribución del control.

El término control central es opuesto al de control distribuido pero la diferencia entre ambos es más sutil de lo que parece. Es necesario pues precisar la significación de estos dos conceptos.

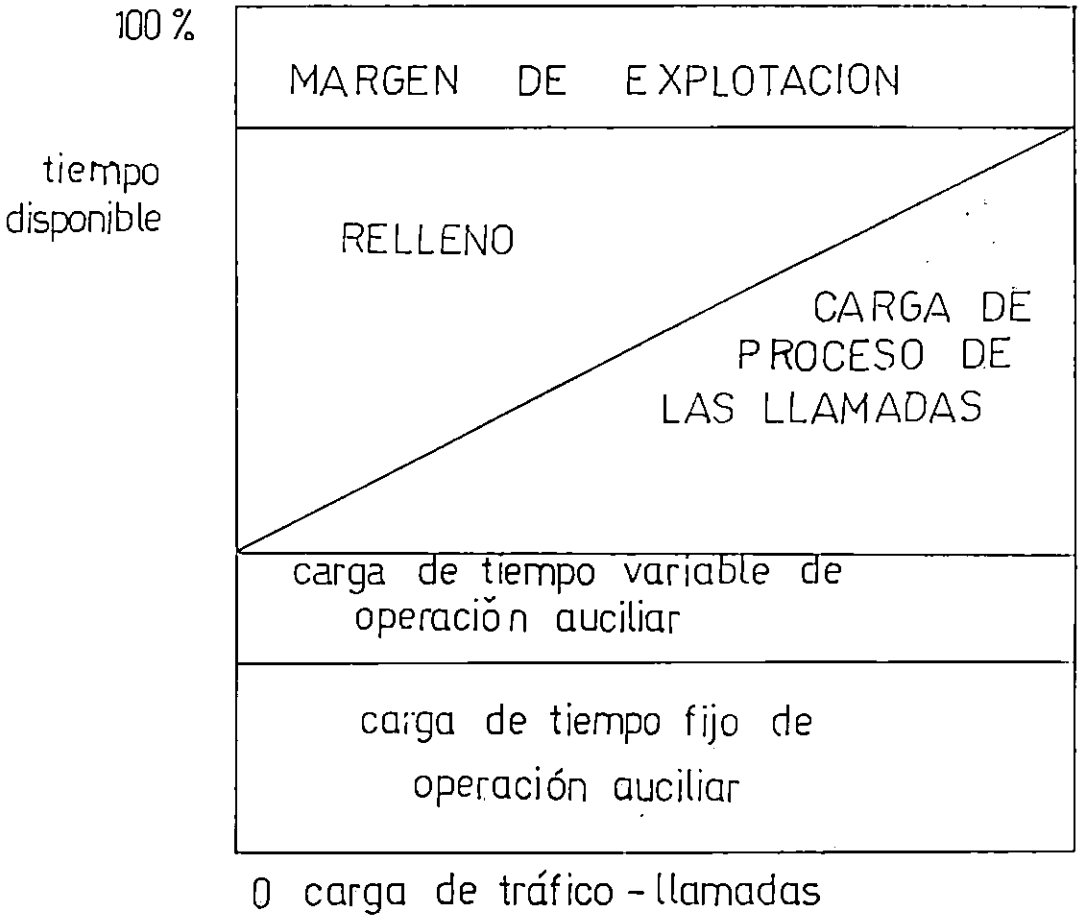


Figura No. 3.1: Tiempo disponible real, en un sistema SPC en función de la carga de tráficos

3.1.3.2. Control centralizado.

Considerando un sistema (ver figura No. 3.2) con "P" procesadores que deben realizar "F" funciones utilizando "I" recursos hardware o software. Se dice que el control es centralizado si un procesador dado tiene acceso directo a todos los recursos y ejecuta todas las funciones.

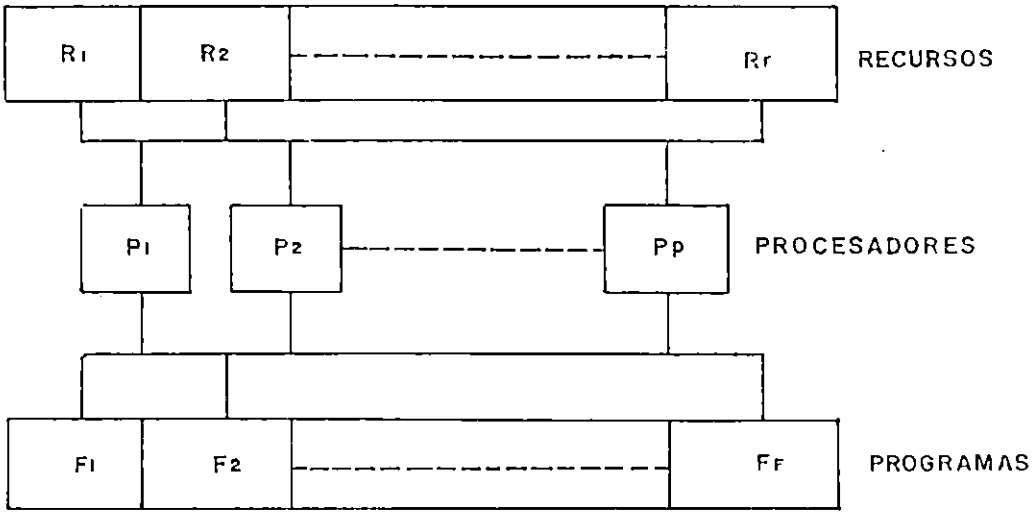


Fig. No. 3.2 ARQUITECTURA DE CONTROL CENTRALIZADO

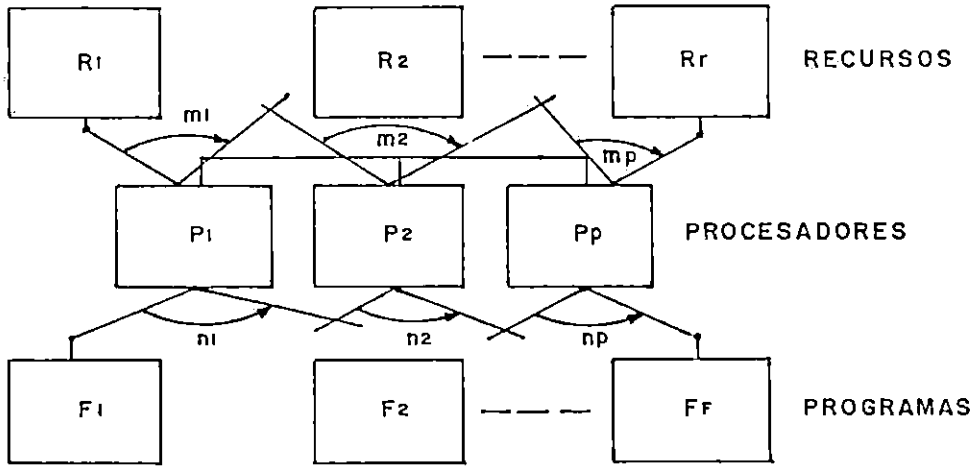


Fig. No. 3.3 ARQUITECTURA DE CONTROL DISTRIBUIDO

3.1.3.3. Control distribuido.

El principio de distribución (Ver figura No. 3.3.) del control entre "P" procesadores, "F" funciones, es que un procesador no tiene acceso a un estado dado del sistema, más que a una parte de los recursos y/o no es capaz, de ejecutar más que una parte de las funciones del sistema.

Existe una forma intermedia (Ver figura No. 3.4) de estructura distribuida de control que es la descentralización parcial del control (control semidistribuido), el cual consiste de un procesador central y de un cierto número de procesadores regionales.

3.2. Software en los sistemas SPC.

Los componentes principales del software de los sistemas SPC son:

a) Software de aplicación, que realiza las funciones orientadas al usuario y, por tanto, específicas de una central telefónica y de sus correspondientes métodos de explotación.

b) Software básico, constituido por el conjunto de programas inherentes al sistema e independiente de la red telefónica en la que este se aplique. Un componente de software básico es el sistema operativo.

En primer lugar se estudiará la estructura del software de los sistemas SPC, sin referirse a una central en particular, para luego hablar algo acerca de los lenguajes de programación utilizados en los sistemas de conmutación digital.

El software de aplicación (Ver figura No. 3.5), cuando se trata desde el punto de vista de las aplicaciones de transacción aparece estructurado como un conjunto orgánico de varias actividades de aplicación, que interactuan entre si.

Las actividades de aplicación, mencionadas aqui son paquetes de software, cuyas dimensiones se extienden al rango de varias decenas de miles de sentencias.

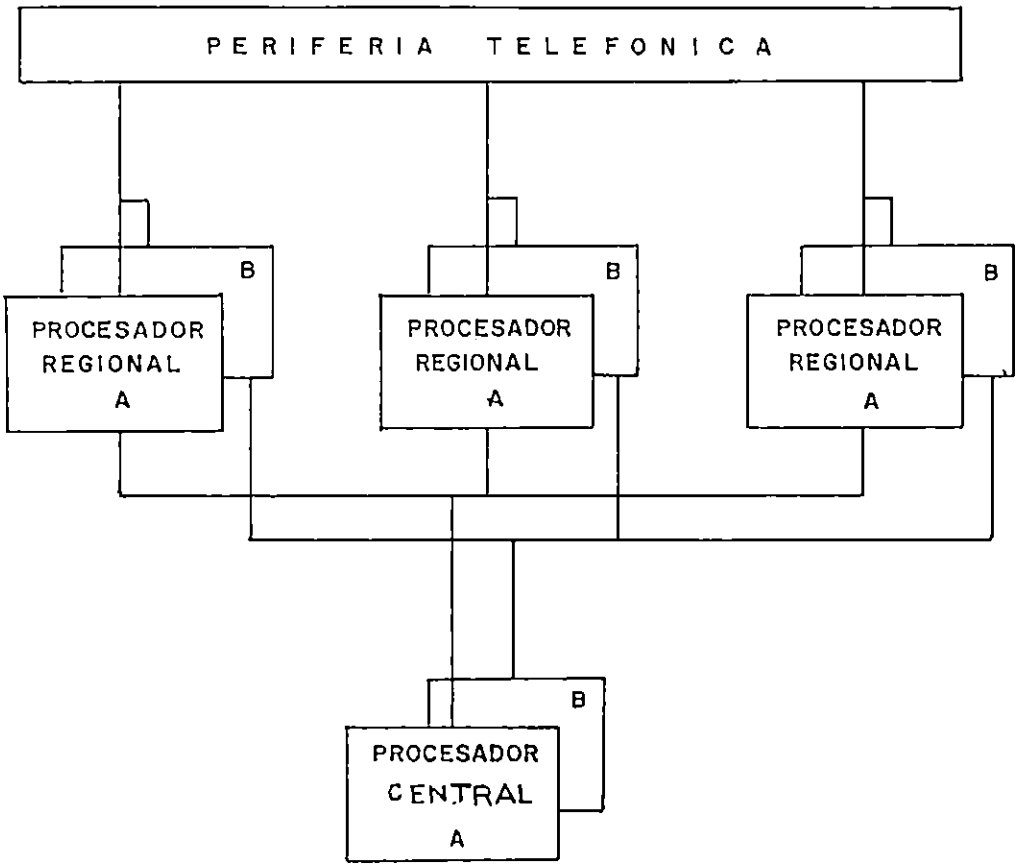
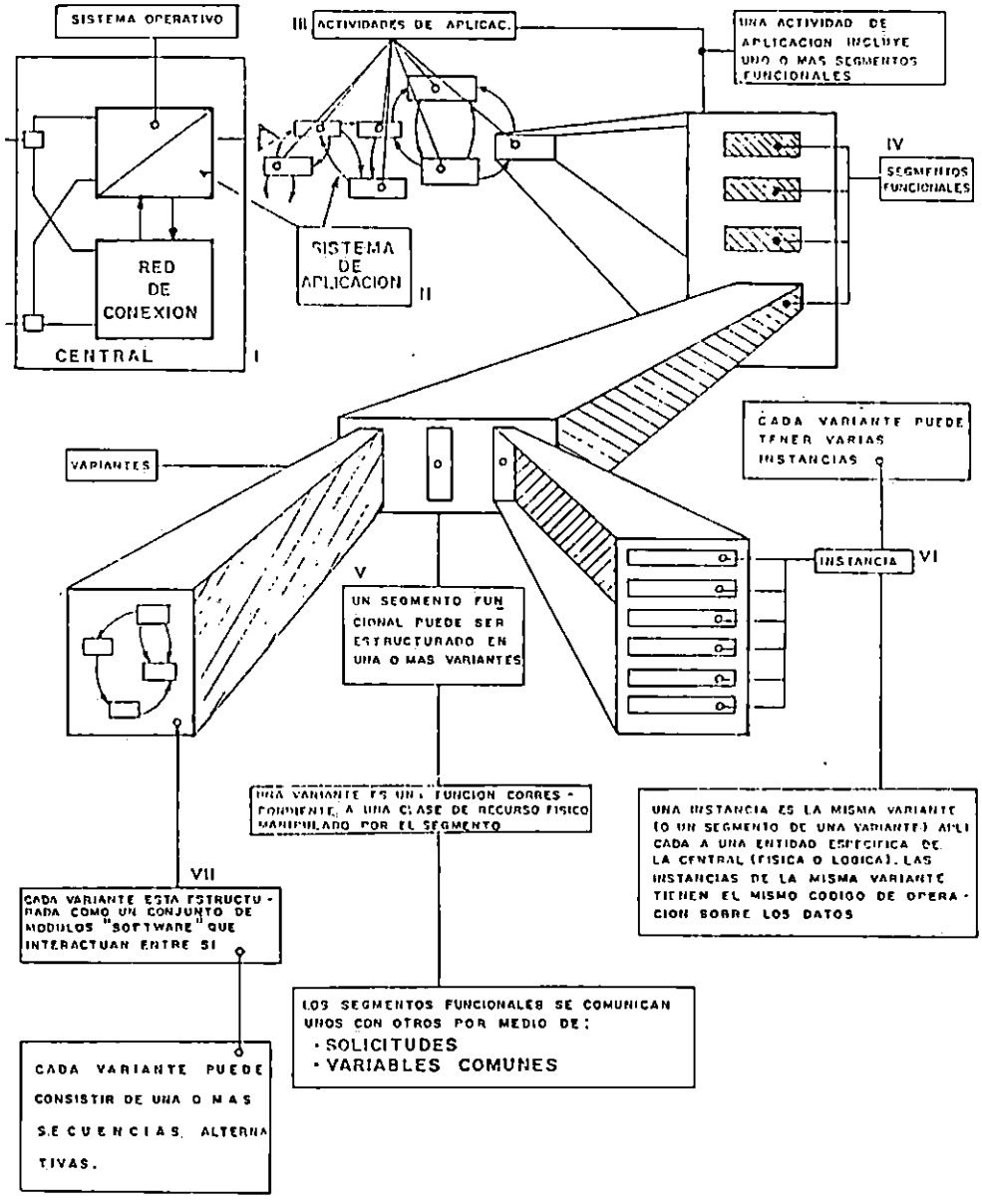


Fig. No. 3.4 ARQUITECTURA DE CONTROL PARCIALMENTE DISTRIBUIDA



LOS NUMEROS DEL I AL VII INDICAN LA JERARQUIA DEL SISTEMA

FIG. No.3.5 ESTRUCTURA GENERAL DEL "SOFTWARE" DE APLICACION DE UNA CENTRAL TELEFONICA

Cada actividad de aplicación, puede dividirse en un conjunto de segmentos funcionales y cada segmento funcional puede incluir una o mas variantes describiendo la misma función implementada.

El conjunto de actividades del sistema de aplicación es dividido en dos grandes familias: actividades de conmutación y actividades de operación y mantenimiento, como su nombre lo dice las actividades de conmutación encierran todo lo relacionado con el procesamiento de llamadas, mientras que las actividades de operación y mantenimiento estan relacionadas con la administración de la central, se verá primero las actividades de conmutación y luego las de operación y mantenimiento.

3.2.1. Pre-procesamiento y post-procesamiento de señalización.

Un punto que vale la pena aclarar es que la red de conexión, las terminales de red y las marcas, son vistas todas por el software de la central como unidades periféricas adicionales (ver figura No.3.6).

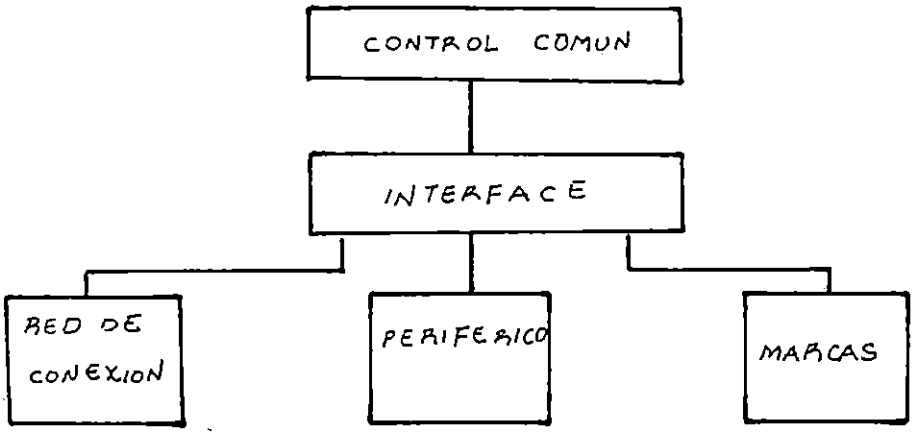


Figura No.3.6

Cada terminación de la central, tiene su propia señalización con el control común.

Las unidades periféricas pueden ser organizadas en clases, colocando en un mismo grupo aquellas unidades que

interactuan de la misma manera con el control, existiendo en el software de aplicación, actividades específicas, cada una de las cuales opera como un "driver" inteligente para cada una de estas clases, dicho software es capaz de:

- Pre-procesamiento de cada señal entrante para adaptarla a la sintaxis del software de aplicación.

- Post procesamiento de cada directiva o resultados recibidas del sistema de aplicación para transformarla en señalización que pueda ser aceptada por las unidades periféricas.

Cada "driver" debe ser capaz de:

- Detección, durante la ejecución de actividades normales, de anomalías y transferirlas a las actividades de mantenimiento.

- Ejecución, sobre la indicación de las actividades de operación y mantenimiento, de todas las actualizaciones en la configuración de parámetros de las unidades periféricas.

- Activación y Suspensión, sobre la indicación de operación y mantenimiento, de pruebas específicas y "tracking sequences", para la señalización que está siendo intercambiada con una terminación.

En las siguientes secciones, se analiza cada tipo de driver junto con sus características. Los driver en conjunto forman una capa de interfaces entre las terminacionnes de la central y la matriz sobre un lado, y el resto del software de aplicación sobre el otro.

Aunque el presente trabajo de graduación, no tiene por objeto tratar la señalización en los sistemas de telecomunicación, si se vera como ésta señalización es manejada por el software de una central.

3.2.1.1. Señalización de una línea de abonado.

En el control por programa almacenado, es necesaria de una actividad de aplicación, es decir un programa, para realizar el proceso de comunicación entre las líneas de abonado análogicas y el control común, tratando asi el pre-procesamiento de la señal telefónica (Preprocessing of the Telephone Singnalin PRETESI), para que sea compatible con el resto del software de la central (ver figura No.3.7).

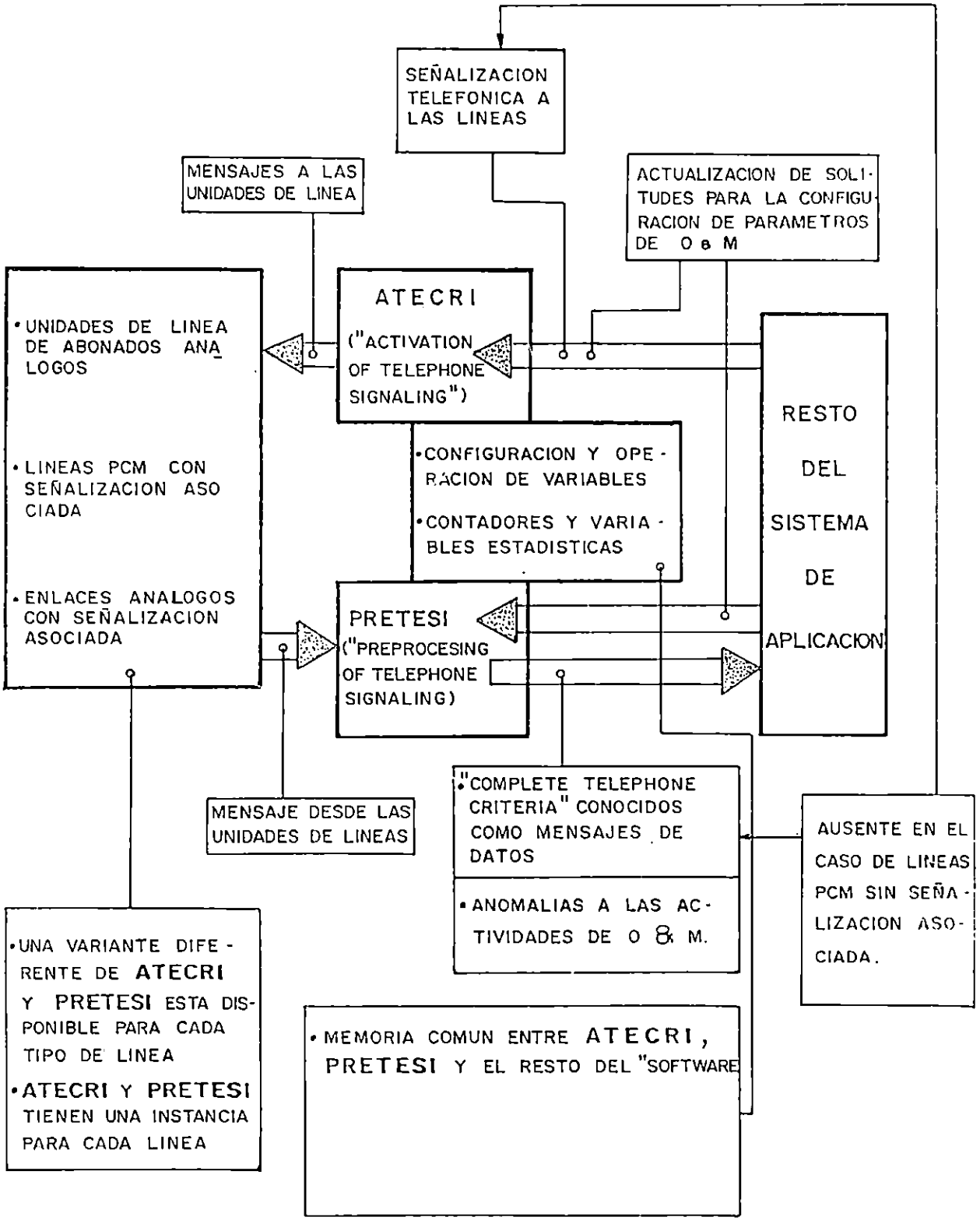


FIG. No. 3.7 REPRESENTACION DEL PRE Y POS-PROCESAMIENTO DE LA SEÑALIZACION TELEFONICA.

PRETESI, es uno de un grupo de siglas usadas para referirse, más fácilmente a funciones software y han sido escogidas libremente sin referirse a ningún sistema en particular.

PRETESI, pues trata básicamente con formas de ondas rectángulares provenientes de la señalización de líneas de abonado adecuándolas para el tratamiento interno, o para enviar datos a las actividades de operación y mantenimiento cuando existan anomalías.

Como es de suponer, existe otra función software la cual procesa la señal codificada para ser enviada fuera a la línea de abonado en forma adecuada. Esta actividad puede ser llamada ATECRI (Activation of Telephone Criteria) y genera la señalización que se envía hacia el abonado.

Ambas funciones, PRETESI Y ATECRI operan sobre un conjunto común de variables, las cuales describen las condiciones de operación de la línea análogica de abonado, el terminal de abonado en el edificio de abonado, y sus terminaciones de red. Otras variables son utilizadas para propósitos similares para cada unidad en la cual las líneas de abonado son organizadas. Este conjunto de variables, las cuales son típicamente referidas á las líneas de abonado o a las unidades de línea, constituyen el modelo de referencia para el software de la central, el cual describe cada línea de abonado y cada unidad de línea.

El procesamiento de PRETESI y ATECRI, está basado en solicitudes recibidas del resto del software de aplicación y los valores de las variables comunes consideradas aquí. Las mismas variables también pueden ser actualizadas por ambas funciones como resultado de su procesamiento. Es de notar que PRETESI y ATECRI, se comunican con el resto del software de aplicación por el intercambio de solicitudes de procesamiento y actualización de variables que son visibles tanto para PRETESI y ATECRI como para el resto del software.

En el caso de líneas de enlace analógico y líneas PCM con señalización asociada, se efectuan consideraciones similares a las de las líneas analógicas, es decir la comunicación entre el software y las líneas se efectuan sustancialmente de la misma forma. Por esta razón, PRETESI y ATECRI tienen su señalización estructurada como formas de ondas rectángulares disponibles sobre una base de señalización binaria.

Debido a la variedad de tales líneas, PRETESI y ATECRI son estructuradas de varias formas; una para cada tipo de línea y a su vez cada una puede tener una "instancia" o un caso diferente para cada línea a la cual puede ser aplicada.

3.2.2. Matriz de conmmutación.

Es interesante estudiar como la matriz de conmutación se relaciona con las actividades del sistema de aplicación, para lo cual se verán las funciones del sistema de aplicación relativas a la matriz:

a) Selección del camino óptimo disponible en cada momento para interconectar la matriz con sus terminaciones, de acuerdo a los requerimientos del resto del software de aplicación, y luego la conexión en si.

b) Liberar las conexiones existentes, en base a los requerimientos del resto del software de aplicación.

c) Detección de las condiciones de funcionamiento del Hardware de la matriz.

d) Ejecución, basada en las solicitudes de las actividades de operación y mantenimiento, de rutinas de prueba de la matriz de conmutación.

e) Puesta en servicio de las unidades de la matriz; si los resultados de las pruebas son positivos, de lo contrario enviará esta información a las actividades de operación y mantenimiento.

f) Ejecución de las estadísticas que describen el tráfico actual que está siendo procesado por las unidades de la matriz.

Dichos resultados estadísticos son puestos a la disposición de las actividades de operación y mantenimiento. La matriz de conmutación y las actividades de aplicación asociadas a ella en el control, se comunican con otras actividades por medio de mensajes de protocolo, los cuales son estructurados como conjunto de comandos elementales para indicar las condiciones actuales de operación.

Procesamiento de los datos de las unidades periféricas: En un conmutador ordinario, las unidades periféricas, tales como impresoras, disqueteras y terminales de operadoras conectadas a la unidad de control son manejadas por "drivers" específicos, los cuales por analogía con los

periféricos de las centrales telefónicas pueden ser considerados como parte del software de aplicación. Estos "drivers" incluyen las siguientes funciones:

a) Establecer los protocolos de comunicación entre sus periféricos y cualquier actividad que los esté utilizando. (si más de una actividad de aplicación puede capturar al mismo periférico a la vez el "driver" está en la capacidad de resolver este problema).

b) Ejecución de un análisis del comportamiento de las unidades periféricas el cual informa a las actividades de operación y mantenimiento en caso de cualquier anomalía.

c) Envío de directivas provenientes de las actividades de operación y mantenimiento hacia sus unidades periféricas, así como rutinas de prueba; configuración, puesta en servicio y fuera de servicio.

3.2.3. Procesamiento de llamadas automáticas

Cada llamada desde la captura inicial de la línea entrante, hasta la liberación de ambas líneas, la que ha sido llamada y la que llama, es una transacción compleja para el software de la central, resultando la interacción de un conjunto de entidades software cada una especializada en la realización de un subconjunto de acciones.

Así como hay llamadas éxitosas, la central también debe tratar con intentos de llamadas que por alguna razón no llegan a su destino. Por cada llamada éxitosa así como por cada intento de llamada, se define una transacción en la central a la cual es asociada un "ticket". Este "ticket" es generado cuando la transacción se inicia, pudiéndo experimentar cambios durante el proceso de llamada. Un ticket es una estructura de datos que depende en gran parte de la estructura física del sistema".

Como regla general, el "ticket" comprende uno o varios archivos físicos, más un conjunto de variables distribuidas sobre una estructura dinámica.

3.2.3.1. Proceso principal.

La primera actividad de aplicación arranca cuando se inicia la llamada, esto es el tratamiento de la señalización de la línea entrante, (INLINE), donde la llamada fue originada. (ver figura No.3.8), conceptualmente, al menos, INLINE es

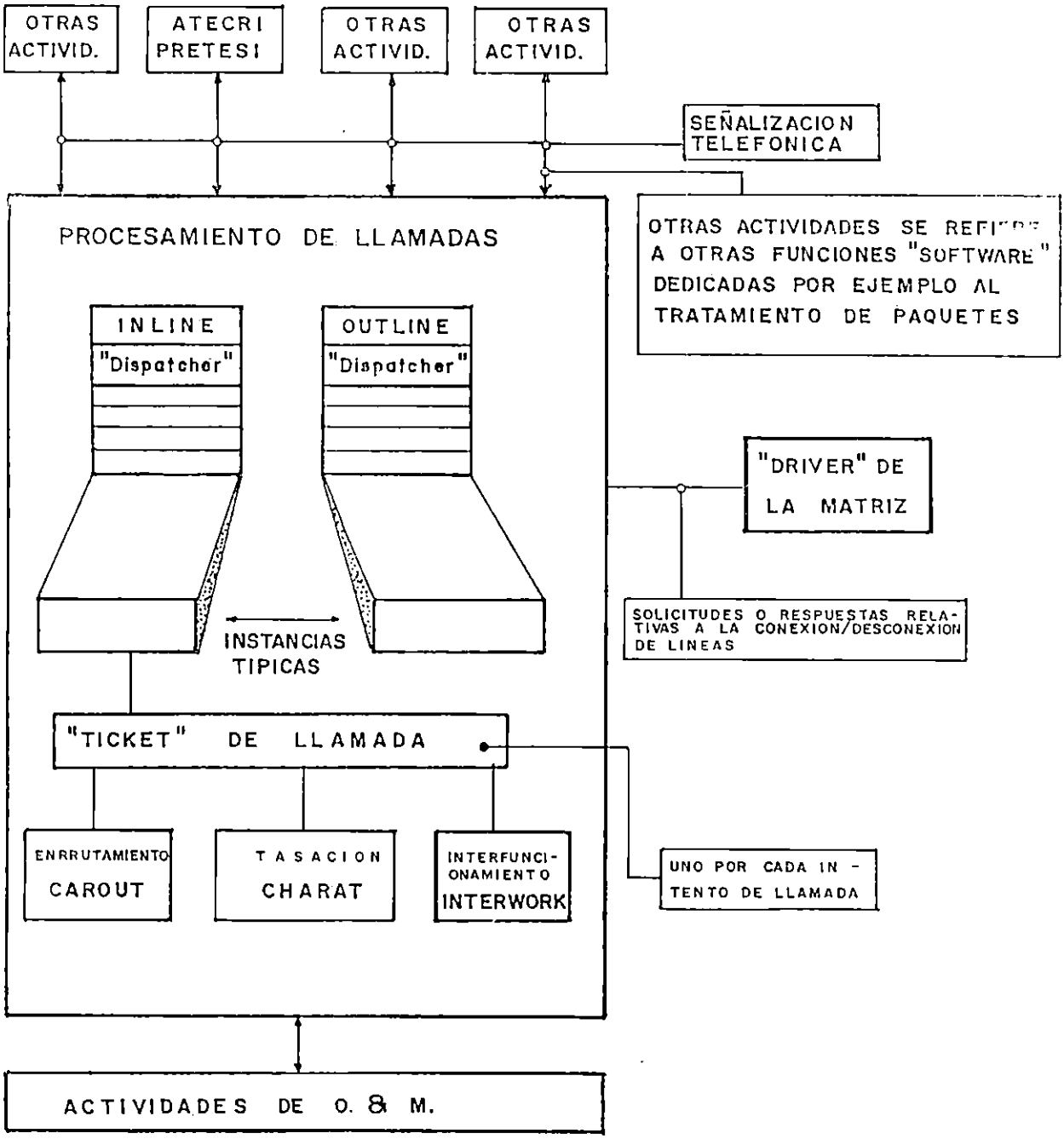


FIG. No.3.8 ACTIVIDADES PARA EL PROCESAMIENTO DE LLAMADAS

estructurado como un segmento funcional con un número de instancias igual al máximo número de intentos de llamadas que pueden ser tratados por una central al mismo tiempo; vale la pena aclarar que el máximo número de intentos de llamadas que una central puede tratar al mismo tiempo, es un parámetro del sistema.

INLINE posee una instancia adicional llamada "dispatcher" (despachador) la cual tiene la función de asignar una instancia "I" de INLINE al abonado que solicita una nueva llamada, en el caso de que hayan instancias disponibles en INLINE. Por supuesto la solicitud de una instancia, la realiza el resto del software de aplicación dedicado al tratamiento de llamadas generadas por el abonado.

INLINE recibe solicitudes del resto del software, pero se podría preguntar de que parte del software, pues bien, INLINE recibe solicitudes desde las actividades de pre-procesamiento de la señalización; de PRETESI, NETLA (Netword Layer) de los canales ISDN. En cada caso, la solicitud tomada llega a INLINE junto con las coordenadas de la línea entrante donde el intento de llamada está ocurriendo.

INLINE, responde a tal solicitud, ya sea con una negación (debido a situaciones de congestión) o con la asignación de una instancia I por parte del "dispatcher".

Al mismo tiempo, el "dispatcher" de INLINE abre un "ticket" con el valor de I y las coordenadas de la línea entrante escritas sobre él.

Esto establece una comunicación biunivoca entre línea y la instancia. A partir de aquí, la instancia I de INLINE puede enviar señalización completa a su línea entrante asociada, vía las actividades de aplicación que tratan con el pre y post procesamiento de la señalización. Toda la información relevante es entonces almacenada en los "tickets". Llega un momento en que I de INLINE tiene un número de digitos (marcados) suficiente para tratar la ruta de la llamada. Cuando esto pasa, I de INLINE invoca otra actividad de aplicación dedicada al encaminamiento de llamadas (CAROUT); preguntándole si el encaminamiento es posible, basado en el contenido de los "tickets". Si es así, CAROUT da la información de línea de salida a la cual la llamada debe ser enviada. Si CAROUT responde que el número de digito es insuficiente. I de INLINE tratará nuevamente, después de haber recibido el proximo digito. En el siguiente apartado se tratará el encaminamiento.

Cuando ya se conoce a que línea de salida será enviada la llamada I de INLINE llama a otra actividad de aplicación, especial para el tratamiento de la señalización de las líneas de salida (OUTLINE).

Conceptualmente, OUTLINE es similar a INLINE; la diferencia es que INLINE trata la llamada de la línea entrante, mientras que OUTLINE con la línea saliente de las llamadas éxitosas solamente. para cada instancia de OUTLINE hay una correspondiente de INLINE.

Cada vez que INLINE y OUTLINE encuentran la ocurrencia de eventos que impiden el progreso de la llamada, ellos liberan su línea de acuerdo a procedimientos que dependen del lenguaje de señalización de la línea. sin embargo, cuando todo se desarrolla apropiadamente y el abonado llamado contesta, la conmutación de un circuito es solicitada a la matriz o red de conexión. Después que la conmutación del circuito para la llamada ha sido hecha, la central puede cargar. para este propósito ya sea INLINE u OUTLINE comienza otra actividad que tiene que ver con la identificación de la tasa de carga que será aplicada a la llamada (CHARAT). CHARAT, basada en la información del "ticket", siempre da el porcentaje. a tasar. Esta información es usada por OUTLINE o INLINE para actualizar en el "ticket" el promedio que será cargado al abonado.

Ya sea que el abonado cuelge, o que la llamada termine por cualquier razón, OUTLINE o INLINE envía al "driver" de la matriz una solicitud para interrumpir la conexión entre los dos abonados. Después de esta las instancias paralelas de INLINE y OUTLINE envían los procedimientos de liberación de sus líneas. En cualquier situación, cuando la llamada termina, el "ticket" es enviado, ya sea por OUTLINE o INLINE, a las actividades de operación y mantenimiento, las cuales procesarán el "ticket" para información de carga estadística.

3.2.3.2. Encaminamiento.

Una llamada es encaminada, sobre la base de los digitos marcados y otra información, tal como la clase de línea entrante. Los resultados de las actividades de encaminamiento son siempre de la siguiente manera. (ver figura No. 3.9).

A. El número de digitos disponibles es aún insuficiente para efectuar el encaminamiento. Más digitos son necesarios.

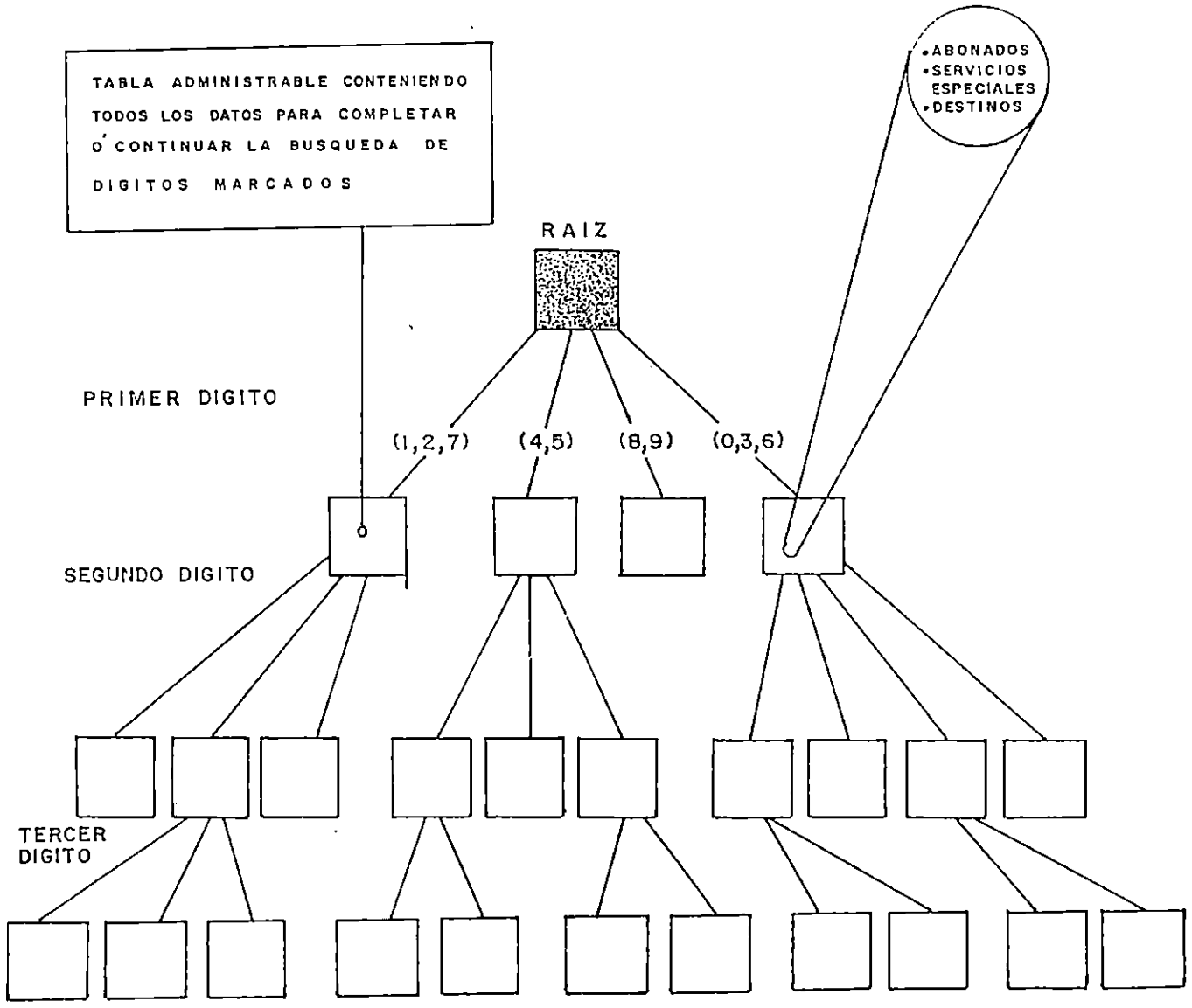


FIG. No. 3.9 EJEMPLO DE UN ARBOL DE ENCAMINAMIENTO

B. Los dígitos recibidos son inconsistentes con las alternativas de encaminamiento permitidas en la central, así como el intento de llamada debe ser aclarado.

C. El número recibido identifica a un abonado que posee una sola línea correcta a la central; la llamada debe ser enviada a esa línea.

D. El número marcado identifica a un abonado con multiples líneas conectadas a la central; esas líneas son típicamente conectadas a un PBX (Private Branch Exchange).

E. El número recibido identifica un servicio especial que la compañía operadora ofrece al abonado; entonces CAROUT selecciona una línea de salida en la cual envía la llamada haciendo uso de digitos especiales; los digitos subsiguientes pueden ser manipulados por OUTLINE E INLINE.

F. El intento de llamada debe estar en tránsito solamente por la central (Central de Tránsito). CAROUT escoge el enlace en el cual enviará la llamada.

Esta es la alternativa más compleja, de tratar, CAROUT recurre a un modelo de encaminamiento.

3.2.4. Procesamiento de llamadas semi-automáticas.

Esto se refiere a aquellas centrales que deben tratar con tráfico telefónico semi-automático y por tanto involucran la intervención de un operador telefónico.

Algunos de los servicios que se pueden ofrecer a los abonados por parte del operador telefónico son los siguientes:

- LLamada de persona a persona. Estas llamadas son cobradas solo cuando la persona llamada responde.

- LLamada cobrada. Estas llamadas son cobradas a la persona llamada solo si esta, está de acuerdo en pagar la llamada.

- LLamada a tercera persona. Es decir que quien paga la llamada no es ninguno de los abonados que se comunican, sino que una tercera persona.

- LLamada con tarjeta de crédito. Una llamada puede ser cargada a una tarjeta de crédito.

- llamadas en secuencia. Cuando el abonado desea hacer una llamada tras otra.

- LLamada por cita. Cuando el abonado pide la llamada a determinada hora del dia.

- Información de tarifa y tiempo. El abonado llamante puede solicitarse al operador que le llama hacia atrás, después de que la llamada termine, para ser informado acerca de la duración y costo de la llamada.

- Tiempo de espera. El abonado llamante puede preguntar al operador. Cuanto tiempo tiene que esperar antes de que la llamada pueda ser hecha.

- Notificación de tiempo. El abonado que llama puede preguntar si el tiempo promedio especificado previamente para la llamada, está a punto de terminar.

En los casos listados arriba, el operador debe preguntar por cierta información y a la vez dar información. Una vez que el abonado a llamado al operador, pueden ser necesarias más llamadas por ejemplo de operador a abonado, de operador a operador; y de operador a central para conectar o desconectar a los abonados involucrados.

3.2.4.1. Archivos y tickets.

Los ticktes en las llamadas semi-automáticas son más complejos que los respectivos en las llamadas automáticas, e incluyen la siguiente información:

- Datos y duración de las llamadas, tales como fecha y hora de la cola, fecha y hora de comienzo de la llamada, tiempo de conversación, etc.

- Indicaciones de abonado, tal como indicación de grupo de enlace usado, número de abonado, nombre y lugar donde la llamada será enviada, etc.

- Características de la llamada, escritas por el operador en un lenguaje sencillo y claro.

Como la mayoría de actividades administrativas, los operadores tienden a organizar su trabajo en archivos.

Desde el punto de vista del software de aplicación, una transacción de archivo es un número entero dentro de un rango, conocido a un nivel del sistema, este conjunto de

números es un recurso lógico de la central. Un operador puede llamar un archivo N y cargarlo en un "ticket", durante el proceso de llamada.

3.2.4.2. Colas de llamadas entrantes.

Cada llamada entrante a una operadora de una central, antes de ser enviada hacia adelante a una posición de operadora se hace esperar en una cola (Queue) temporalmente. Pudiendo existir diferentes tipos de colas.

- Una o más colas reservadas:
Podrían haber varias colas reservadas, dependiendo de la organización del servicio ofrecido a los abonados. El software escogera la cola en la cual pondrá la llamada, basado en la línea entrante desde la cual la llamada arriva a la central. Algunos digitos marcados y la configuración de los parámetros internos a la central.

- Colas de asistencia de llamadas:
Cuando entran por una línea internacional con señalización CCITT No. 5. Esta señalización puede ser colocada por la asistencia del operador.

La estructura de estas colas, es de tipo FIFO (First in, First out) y las llamadas son colocadas en las colas por un identificador, el cual establece el enlace desde donde ellas están entrando y cual operador o abonado está esperando.

3.2.4.3. Actividades de aplicación para el tratamiento de llamadas semiautomáticas.

Ahora, se tratará como el software de aplicación le da tratamiento al tráfico semi-automático. Cada llamada semi-automática es comenzada por la reservación de la llamada, la cual puede ser generada por un abonado o por otra operadora. En este caso, la llamada es tratada por INLINE, como cualquier otra llamada; sin embargo, INLINE basado en la recepción de digítos y la identificación del enlace a través del cual arrivo la llamada, identifica la cola entrante en la cual fue colocada la llamada. para descargar la información del ticket de la cola, el sistema de aplicación debe incluir una actividad especifica, que podría designarse como TICKUN (Ticket Unloading). Esta actividad busca secuencialmente la cola de la llamada entrante, asi como su ticket, la cual no está vacía y por tanto necesita ser atendida. En cada cola que no esta vacía, TICKUN clasifica

los primeros elementos y escoge el servicio de operadora que tratará con ella, para luego escoger la posición de operadora que debe tratar con el ticket.

Para implementar las funciones de la posición de operadora, el sistema de aplicación debe incluir una actividad para el tratamiento de los tickets del tráfico semi-automático, TRESETI (Treatment of the Semiautomatic Tickets), teniendo una instancia para cada posición de operadora. Obviamente, para llamar una llamada entrante o un ticket de espera a un operador, TICKUN activa la instancia relevante de TRESETI y le transfiere la llamada o el ticket.

Para efectos de realizar las transacciones relevantes TRESETI hace las siguientes operaciones:

- Muestra toda la información necesaria a la posición de operadora, para que el operador pueda realizar su trabajo.

- Recurre al "driver" de la matriz para conectar la línea de enlace al cordon de la posición de operadora.

- Señalizar el pre y post procesador de la línea de enlace sobre la cual la llamada está en espera que la línea ha sido conectada a un operador.

Cuando se han realizado las operaciones anteriores, el operador y el abonado llamante pueden hablar entre si. A la vez, TRESETI genera el ticket semi-automático para nuevas llamadas. basado en la información digitada por el operador, completa el mismo ticket. Esto completa la fase de reserva de la llamada. A este punto el operador puede tratar, ya sea de enviar la llamada o preguntar al abonado llamante si desea colgar. Si es así, envía el ticket sobre uno de los tickets de las colas de espera.

Cada instancia de TRESETI, puede hacer lo siguiente:

- Enviar comandos a la red de conexión para efectuar las conexiones y desconexiones relevantes.

- Interactuar con la señalización del pre y post procesador de las líneas de enlace, preguntandole por el envio de la señalización telefónica y permitiendole al operador telefónico llamar abonados u operadores remotos.

- Modificar y actualizar el ticket semi-automático asociado con su posición de operadora.

- Solicitar otra actividad de aplicación, para transferir en el archivo relevante el ticket asociado con su posición de

operadora, tal actividad de aplicación se denomina TIQUE (Ticket Queue Aplication Activity).

TRESETI, también lleva a cabo funciones especiales, tal como la busqueda de un ticket cuando un operador debe cumplir con una solicitud desde un abonado quien desea obtener información sobre una llamada ya terminada. En este caso TRESETI, por interacción con TIQUE, encuentra el ticket y lo muestra al operador.

TIQUE, posee una sola instancia y recibe la solicitud de cola desde todas las instancias de TRESETI. Como ya se habra notado, TICKUN, TRESETI y TIQUE pueden intercambiar el mismo ticket varias veces entre ellos, tantas veces como sea necesario. Al final, las instancias de TRESETI cerrarán la llamada semi-automática. Lo cual puede ser hecho de dos formas:

- Infructuosamente, cuando el abonado llamado y el llamante no pueden ser puestos a conversar.

- Exitosamente, cuando ellos pueden conversar.

En el segundo caso, el operador libera la llamada a otra actividad de aplicación especializada en el tratamiento de llamadas puestas en "Cut Through".

Esta actividad puede ser llamada TRECONCA (Treatment of the Connected Call) y opera similarmente a INLINE y OUTLINE, pero con las siguientes peculiaridades:

- Trata con ambas líneas de llamada.

- Escribe los datos de tasación sobre el ticket semi-automatico.

- En algunos casos (por ejemplo, cuando una notificación o una solicitud de tiempo y carga de un abonado), en el momento justo pone la llamada en una cola entrante.

- Cuando la llamada termina, pasa el ticket a los archivos respectivos para completar la llamada.

La figura No.3.10, muestra como las actividades de aplicación mencionadas anteriormente interactuan entre si.

3.2.5. Operación y mantenimiento.

Las funciones de operación y mantenimiento, son implementadas por el software de la central a través de un

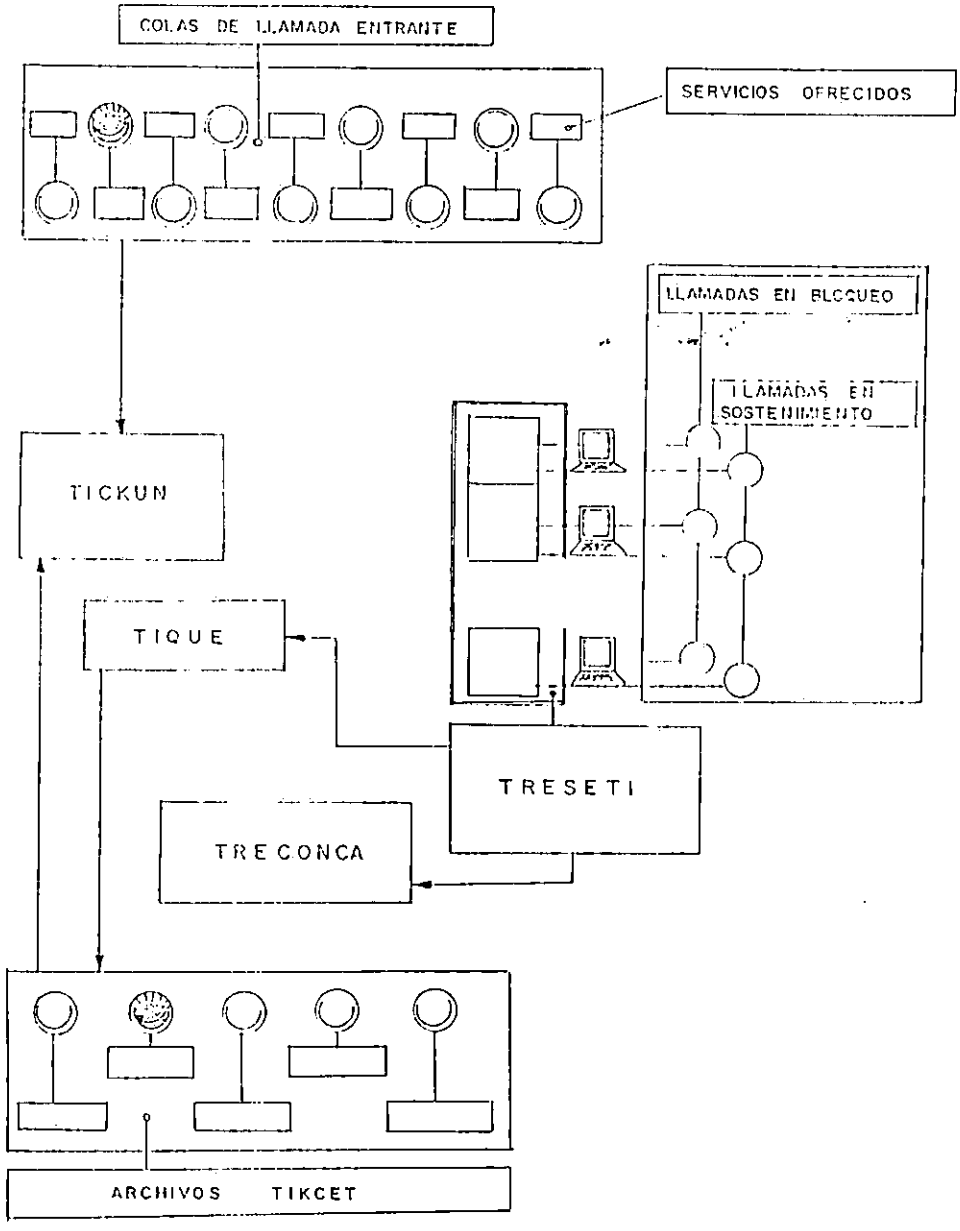


FIGURA No. 3.10 SISTEMA DE DESCARGA DE "TICKET"

conjunto de actividades, las cuales pueden ser clasificadas en los siguientes grupos:

S Supervisión y administración del control común.
O Operación del resto de partes de la central.
M Mantenimiento del resto de partes de la central.
I Interacción hombre-máquina.

Las funciones abajo del punto S, al menos en principio, son parte del sistema operativo, el cual en el caso de centrales telefónicas, debe virtualizar el control común para hacerlo aparecer al sistema de aplicación como una entidad real y estable sin fallas ni modificaciones. El punto S, incluye la supervisión de la operación de la parte de control, la implementación de las reconfiguraciones necesarias, el aislamiento y puesta fuera de servicios de aquellos elementos que se encuentran en falla, y la introducción y activación de nuevos elementos reparados.

3.2.5.1. Funciones de operación.

Las funciones de operación cubren los siguientes rasgos:

a) Configuración y reconfiguración de los parámetros usados en la central.

b) Recolección de los datos cargados, datos de tráfico, estadísticas relativas al flujo de tráfico a través de la central.

3.2.5.2. Funciones de mantenimiento.

Atendiendo errores en las líneas o fallas en la central, el software de aplicación debe ser capaz de:

a) Detección de la ocurrencia de una situación de falla (supervisión de fallas).

b) Ejecución, en base a las fallas, de procedimientos de verificación analíticos, de las condiciones de operación de la central.

c) Localización y aislamiento, tan preciso como sea posible, de las fallas.

d) Procurar las herramientas para facilitar una remoción rápida y precisa de los elementos que fallan.

3.2.6. Sistema operativo.

En lo que se refiere al software del sistema operativo, no se profundizará mucho, ya que este varía considerablemente de un sistema a otro, por tanto, solo se estudiarán los aspectos generales del mismo.

El sistema operativo, es el encargado de proporcionar continuidad de operación y control para el sistema de conmutación. También, coordina las actividades del procesador central y los procedimientos de comunicación entre los procesadores. Puede también ser utilizado para monitorear el flujo de tráfico en la central y medir los niveles de capacidad de la central.

La figura No. 3.11, muestra el sistema operativo, el sistema de aplicación y el procesador central. El mismo software de conmutación puede ser utilizado en un solo procesador o en ambientes en los que hay más de un procesador.

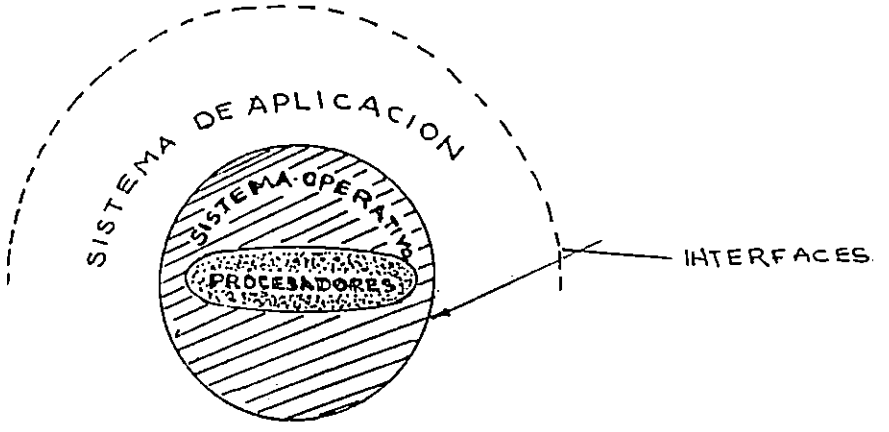


Figura No. 3.11: Ubicación del sistema operativo.

Como se observa en la figura No. 3.11. El sistema operativo posee una interface con el software de aplicación. Con lo que se logra que el software de aplicación sea independiente del tipo de procesador empleado.

El sistema operativo del procesador central, es un sistema con memoria de disco magnético. Por lo general, el arranque del sistema se realiza por disco magnético duplicado.

Existen comandos LHM (lenguaje hombre-máquina), mediante los cuales pueden inducirse:

- Disposición o borrado de archivos y tipos de datos.

- Impresión del estado de archivo.

- Transferencia de archivos entre discos magnéticos y entre discos magnéticos y cinta magnética.

3.2.7. Lenguajes de programación.

En las secciones anteriores, se han estudiado todo lo relativo a la estructura del software de una central telefónica, haciéndo énfasis en las actividades de aplicación.

En los parrafos siguientes se tratará otro aspecto de importancia al hablar de software de las centrales telefónicas, esto es los lenguajes de programación utilizados en los sistemas de conmutación digital.

En un principio, no se le dió mucha importancia al problema de escribir programas para controlar una central de conmutación.

Cuando se habla de programas que en promedio abarcan entre 60,000 y 150,000 instrucciones y si se recuerda que en las etapas iniciales de diseño de programas se estimó un rendimiento de 500 instrucciones/año, por programador y que de otras estadísticas con equipos ya experimentados se habla de 2000 instrucciones/año por programador, se llega a la conclusión de que el software no es soft, y que las restricciones impuestas por los lenguajes son talvez más fuertes que aquellas que fueron impuestas por el Hardware.

En un principio, los programas fueron escritos en assembler, pero ante la necesidad de aumentar la eficiencia en la programación, se paso a programar en macro-assembler.

Entre los macro-assembler, pueden citarse entre otros los siguientes: (ver siguiente pagina).

NOMBRE	SISTEMA DONDE SE UTILIZA	AÑO APROXIMADO DE DISEÑO
TDL	D 10	1973
TEL	D 10	1977
UCS	SP 1	1973
STAGEZ	PRX	1973
MACRO-ASSEMBLER ZDS	EDS	1970

La tendencia actual en la programación, es a producir los programas en lenguajes de alto nivel, entre los cuales se pueden mencionar:

NOMBRE	DISEÑADOR	AÑO
TPL	BPO(UNIVERSIDAD DE ESSEX)	1957
TPL 1.5	UNIVERSIDAD DE ESSEX	1973
TPL 2	BPO	1973
ESPLI	ITT EUROPA	1973
DPL	NTT	1974
PLEX	LME	1974
TSPL	GTE	1973

En un esfuerzo internacional, el CCITT ha llegado a la recomendación de un lenguaje de alto nivel que se pretendía fuera normalizado para cualquier central telefónica, pero esto no ha sido posible del todo, debido a la diversidad de equipos existentes.

3.2.7.1. Lenguaje de alto nivel del CCITT (CHILL).

El CHILL (CCITT, High Level Lenguaje), fue finalmente adoptado en 1980; siendo ya utilizado a esas alturas por diversos sistemas en el mundo, como por ejemplo el sistema 1240 de ITT. Aunque habían otros fabricantes que escribían sus programas en sus propios lenguajes. Tal fue el caso de L.M Ericsson que utiliza el PLEX; Northern Telecom, que utiliza PROTEL; British Telecom, que utiliza CORAL y los laboratorios de la BELL que utilizan el lenguaje C.

En la práctica no hay modo de transportar software entre los sistemas de los distintos fabricantes, aun cuando utilicen el mismo subconjunto del CHILL; debido a que las estructuras de los sistemas operativos y los sistemas de soporte son diferentes. Este objetivo hubiera sido posible si el CCITT, hubiera normalizado también los sistemas antes mencionados. Sin embargo considerando las realidades económicas y políticas, esto hubiera sido casi imposible y no habría recibido el apoyo de la mayoría de los fabricantes.

3.3.7.1.1. Estructura general de un programa CHILL

En general un programa escrito en CHILL esta formado por uno o varios módulos, que pueden contener a su vez, definiciones de datos y modos, definiciones de procesos y subprocesos ("procedures") y algunas sentencias modificadoras de la visibilidad de los objetos definidos en el programa, como por ejemplo la sentencia GRANT.

A continuación se definirá cada uno de estos términos:

- Procedimiento

Un procedimiento, es un subprograma que debe ser declarado. La declaración consta del nombre del procedimiento, de la cabeza y del tronco.

La provisión del procedimiento se realiza mediante parámetros formales.

El procedimiento se llama por su nombre. Para ello a los parámetros formales se asignan parámetros actuales. Los procedimientos pueden llamar a nuevos procedimientos, y retornar a la posición de llamada.

- Proceso

Un proceso se ejecuta en forma independiente del programa que se inicia y a diferencia de los procedimientos, no retornan a la posición de llamada; y no pueden llamar a otro proceso.

- Datos

Los tipos de datos que puede utilizar el CHILL, además de los tipos elementales INTEGER, BOOL Y CHARACTER se amplían mediante los tipos SET y RANGE.

- Módulo

Un módulo es una unidad de traducción autónoma, para el compilador de CHILL.

Este módulo contiene fundamentalmente declaraciones y/o llamadas de procesos y/o procedimientos.

Se distinguen módulos fuente y módulos objeto. Los módulos fuente estan escritos en CHILL; mientras que los módulos objeto contienen el código de máquina y son diferentes para cada tipo de procesador.

- Interface

Las declaraciones de módulo, proceso y procedimiento limitan la validez de nombres de objetos.

Si existen nombres que deben tener validez fuera de estos límites, debe anteponerse la contraseña GRANT a los nombres correspondientes.

3.2.7.2. Lenguaje ensamblador.

Como se vió antes, cuando se estudió el sistema operativo; en la práctica algunas de las funciones de los sistemas SPC se realizan empleando un lenguaje ensamblador, por requerimientos de tiempo de ejecución y/o memoria.

Los lenguajes ensambladores, utilizados en SPC proporcionan facilidades respecto al lenguaje de máquina correspondiente a las instrucciones que realmente son ejecutadas. Sus principales características son:

- Ensamblaje condicional.

- Manipulación de lista de valores o símbolos.

- Utilización de "procedures".

Un ensamblaje condicional permite la utilización de parámetros de ensamblaje para la generación del sistema.

La manipulación de lista de valores o símbolos permite por ejemplo, direccionar un campo de elementos binarios en una palabra de memoria.

Los "procedures" son una generalización de las macroinstrucciones. Un procedure puede contener instrucciones así como también directivas al ensamblador, con lo que el código máquina generado a partir del procedure puede variar según el valor de los parámetros.

3.2.7.3. Lenguaje Hombre-Máquina.

El CCITT paralelamente al desarrollo del CHILL, también ha estudiado y desarrollado un lenguaje hombre-máquina (LHM), que puede utilizarse para facilitar las funciones de operación y mantenimiento del sistema SPC.

El software de LHM, forma parte de la facilidad de comunicación hombre-máquina y es parte de la interface entre los terminales de hombre-máquina (unidades de representación visual, impresoras, etc.), y los programas de aplicación. Los cuales son los encargados de realizar las funciones a petición de los operadores y/o generar mensajes automáticos.

El software del sistema hombre-máquina permite, entre otras cosas, las siguientes facilidades para los operadores:

- Traducción de los mensajes generados por la central a un formato aceptable por los operadores.

- Traducción de los textos de las tareas encomendadas por los operadores a formato aceptable por el software.

- Sustitución de texto, que permite que las series de datos utilizadas con frecuencia en las entradas sean sustituidas por nemónicos.

- Gestión de las contraseñas utilizadas para controlar el acceso a las facilidades de LHM.

- Supresión de determinados monólogos a petición del operador.

- Señalamiento de determinados monólogos a petición del operador.

- Control de mensajes enviados entre el software hombre máquina y el software de aplicación.

- Visualización de los datos de control LHM.

La comunicación entre los operadores y la central se puede realizar de dos formas: por comandos y por monólogos.

Cuando es por comando, los mensajes de entrada tienen tres partes: prólogo, cuerpo del diálogo y epílogo. El prólogo es el protocolo de conexión al sistema.

El cuerpo del diálogo es propiamente el mensaje de comando. y el epílogo, que es generado por el sistema para indicar que el mensaje ha sido sintáctica y semánticamente correcto.

Los monólogos, son mensajes del sistema que pueden ser presentados por algun medio de salida, como una pantalla y/o una impresora. Su formato incluye una cabecera, un campo de aviso, el título del mensaje y la información del mensaje.

La cabecera contiene datos como: nombre de la central, fecha, hora, etc.

El campo de aviso, son espacios reservados para algunos símbolos especiales que pueden indicar por ejemplo, el grado de urgencia de una alarma.

El título del mensaje, identifica el área a que se refiere el mensaje y va seguido de la información o contenido del mensaje.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO III

1. Es obvio que los sistemas de conmutación más modernos y los que se encuentran en fase de desarrollo poseen dos características principales: emplean la técnica de conmutación digital y su control es de tipo SPC.

2. En este capítulo, se ha presentado la estructura del software del sistema de aplicación de una central; como se puede observar existe una tendencia a trasladar tantas funciones hardware como sea posible a los estratos de software, aunque vale la pena aclarar que con esta situación, se obtienen sistemas más confiables; pero a la vez se adquiere un compromiso entre fiabilidad y la velocidad de procesamiento de los sistemas de conmutación, es decir, que mientras más funciones de una central se realicen a niveles hardware, el sistema se vuelve más veloz, pero menos confiable.

3. El universo de actividades del sistema de aplicación puede resumirse en cuatro partes:

i. Pre y post procesamiento de la señalización.
ii. Procesamiento de llamadas.
iii Software de operación.
iv. software de mantenimiento.

4. En términos del volumen de los programas, es decir del total de líneas codificadas, las actividades i. y ii. cubren menos del 25% del volumen total de un programa genérico, mientras que las partes iii. y iv, comprenden aproximadamente el 55% (el 20 % restante se atribuye al software del sistema operativo).

BIBLIOGRAFIA DEL CAPITULO III

Giuseppe Fantauzzi.
Digital switching Control Architectures.
Telesoft S.p.A., Rome Italy. 1990.

Padilla Gonzales Isidoro, Pérez García Ildefonso
Sistemas de Conmutación Digital.
Colección técnica AHCIET - ICI. 1986.

D.H. Carbaugh and N. L. Marcelos.
Switching system software
Western Electric. 1985.

Software engineering for telecomunication switching system
IEE. 1978.

CAPITULO IV

PLANES TECNICOS FUNDAMENTALES E INGENIERIA DE TRAFICO

Introducción.

Este capitulo ha sido dividido en dos partes; la primera que considera un estudio de los planes técnicos fundamentales y su relación directa con las centrales digitales de conmutación, es importante mencionar que el enfoque desde los cuales han sido tratados los planes técnicos fundamentales, no es desde el punto de vista de la planificación, sino que, se asume que dichos planes ya han sido elaborados por lo que el análisis en si radica en ver como estos se integran, funcionan y se relacionan entre si ya dentro de la central. Por otro lado se trata la ingeniería de Tráfico considerandose los conceptos matemáticos que son utilizados para el dimensionamiento de los equipos de conmutación y transmisión, También se definen las características y criterios para su respectivo uso.

4.1. Planes técnicos fundamentales y su relación directa con las centrales digitales de Conmutación.

La realización de la planificación en las telecomunicaciones, debe tomar en cuenta aspectos que vienen a constituir elementos importantes para la realización de un trabajo eficiente. Los planes Técnicos estan previstos para dar una serie de normas y estandares para el diseño, función y utilización de la red de telecomunicaciones, conteniendo las descripciones y recomendaciones detalladas acerca de las características de transmisión, encaminamiento y tarificación.

En la figura No. 4.1 se muestran los planes técnicos fundamentales indicandose su interrelación con flechas; con respecto al plan de calidad de servicio. Es importante mencionar que este está constituido por los planes del grado de servicio, accesibilidad, operación y mantenimiento

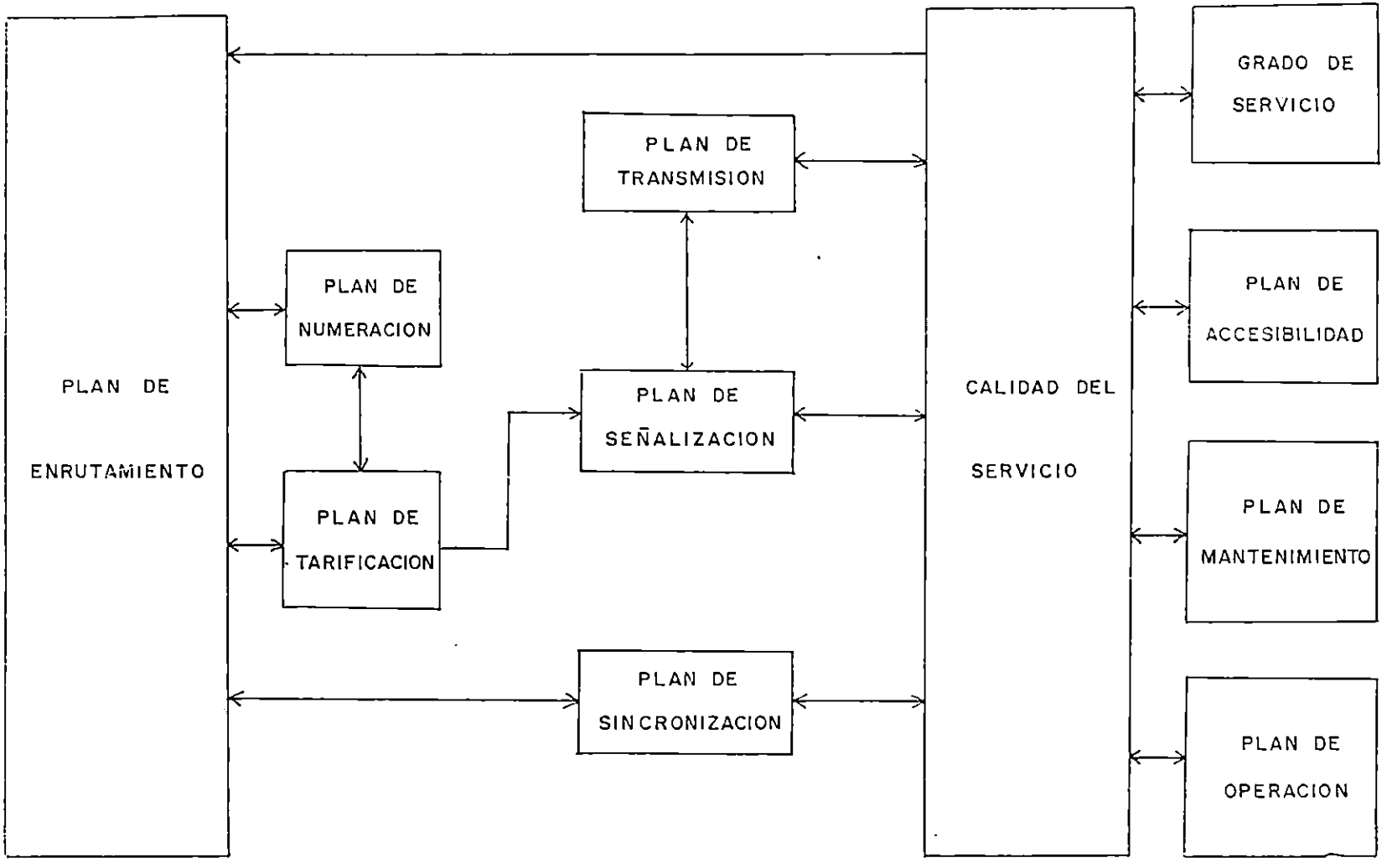


FIG. 4.1 .: PLANES TECNICOS FUNDAMENTALES

4.1.1. Plan de Encaminamiento.

Al igual que el resto de los planes técnicos fundamentales, no interesa estudiar el plan de encaminamiento desde el punto de vista de la planificación en sí, sino mas bien a partir del hecho de que este plan ya existe y concentrarnos en como se relaciona con la central de conmutación.

El plan de encaminamiento, está estrechamente relacionado con el plan de nuneración, tanto que el encaminamiento de una llamada se lleva a cabo en base al análisis de los dígitos marcados y otra información.

Una vez que el plan de encaminamiento ha sido introducido en la base de datos de la central, el universo de lugares a los cuales la central puede enviar la llamada recibida es estructurado dentro del Software.

El encaminamiento se vuelve más complejo cuando tiene que realizarse a través de centrales de tránsito, teniendo que hacer uso de los enlaces entre centrales.

Los enlaces en una central son organizados dentro de grupos o fardos (ver figura No.4.2), cada grupo es un conjunto de enlaces conectados al mismo par de centrales y es visto por ambas idénticamente, especialmente con respecto al lenguaje de señalización que las centrales utilizan. Un grupo puede ser bidireccional o monodireccional. En el primer caso, un enlace puede ser accesado por cualquiera de las centrales en sus extremos, no así en la segunda alternativa, en la cual solo la central que ve el enlace como salida, lo puede accesar. Lógicamente, la otra central ve el grupo como entrante y por tanto no lo puede accesar para enviar llamadas en tránsito por ella.

Un conjunto de uno o más grupos conectados al mismo par de centrales, forman una ruta, estos grupos son definidos en el software de la central como alternativas equivalentes para enviar cada llamada dirigida a cualquier destino. Grupos de la misma ruta, pueden usar diferentes lenguajes de señalización.

Una dirección, es un conjunto de una o más rutas que salen de la misma central "E", la cual puede usar como alternativa para enviar cualquier llamada a cualquier destino. Las rutas de una dirección de salida de "E" no contienen grupos entrantes para "E" (en el caso de ser monodireccionales), ellas pueden arribar a diferentes centrales las cuales utiliza "E" para enviar sus llamadas.

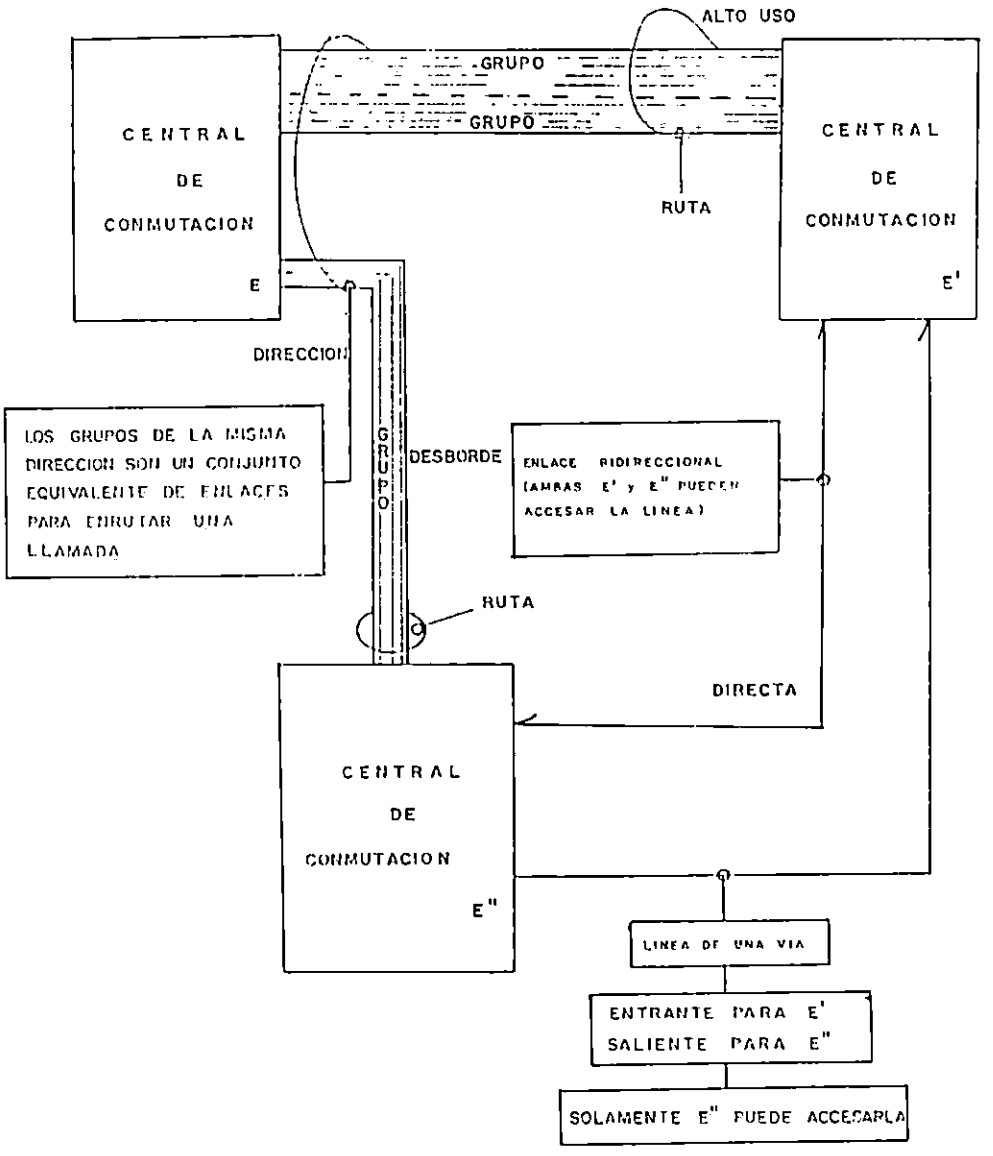


FIGURA No. 4. .2. TIPOS DE ENRUTAMIENTO

Las destinaciones, grupos, rutas y direcciones son codificadas en tablas dentro del software de la central. Estas tablas son "administrables", en el sentido que pueden ser modificadas por medio de comandos de operadora.

Para efectos de analizar los dígitos marcados por el abonado llamante, la actividad del Software apropiada usa un conjunto de datos de la tabla administrable, los cuales son organizados de acuerdo a una estructura de árbol como la de la figura No. 3.9. La raíz de esta estructura es una tabla que comienza las decisiones que la actividad software debe tomar en base al primer dígito marcado.

Una flecha desde la raíz de cada valor permitido, de cualquiera de los primeros dígitos conduce a otra tabla estructurada similarmente a la de la raíz. Estas tablas son utilizadas para analizar el segundo dígito. Por recursión, el procedimiento es extendido al número de dígitos que incluya el número marcado. Cada tabla, a cualquier nivel, si a nivel Software así se permite, decide si debe proceder al análisis del siguiente dígito.

Cuando el punto de destino es encontrado, la entidad Softwate respectiva escoge una línea de enlace disponible para enviar la llamada. Primero (ver figura No. 4.3) una dirección es escogida, luego una ruta dentro de esa dirección, enseguida un grupo y por último un enlace. Las direcciones son ordenadas de tal manera, que el Software pueda escoger la dirección de más baja prioridad. De igual forma son organizadas las rutas dentro de cada dirección.

Para evitar el problema de enviar llamadas en tránsito en lazo cerrado, el Software de la central cuenta con tablas de "exclusión", las cuales para cada grupo entrante establecen las rutas por las cuales las llamadas provenientes desde esos grupos no pueden ser enviadas en tránsito. Las tablas de exclusión son analizadas por el Software de aplicación para cada llamada para revisar si determinada ruta que está siendo considerada es apropiada.

El encaminamiento es directo, cuando no hay posibilidad de desbordar a otro centro por otra ruta y alternativo cuando sí se puede hacer, como se muestra en la figura No. 4.4.

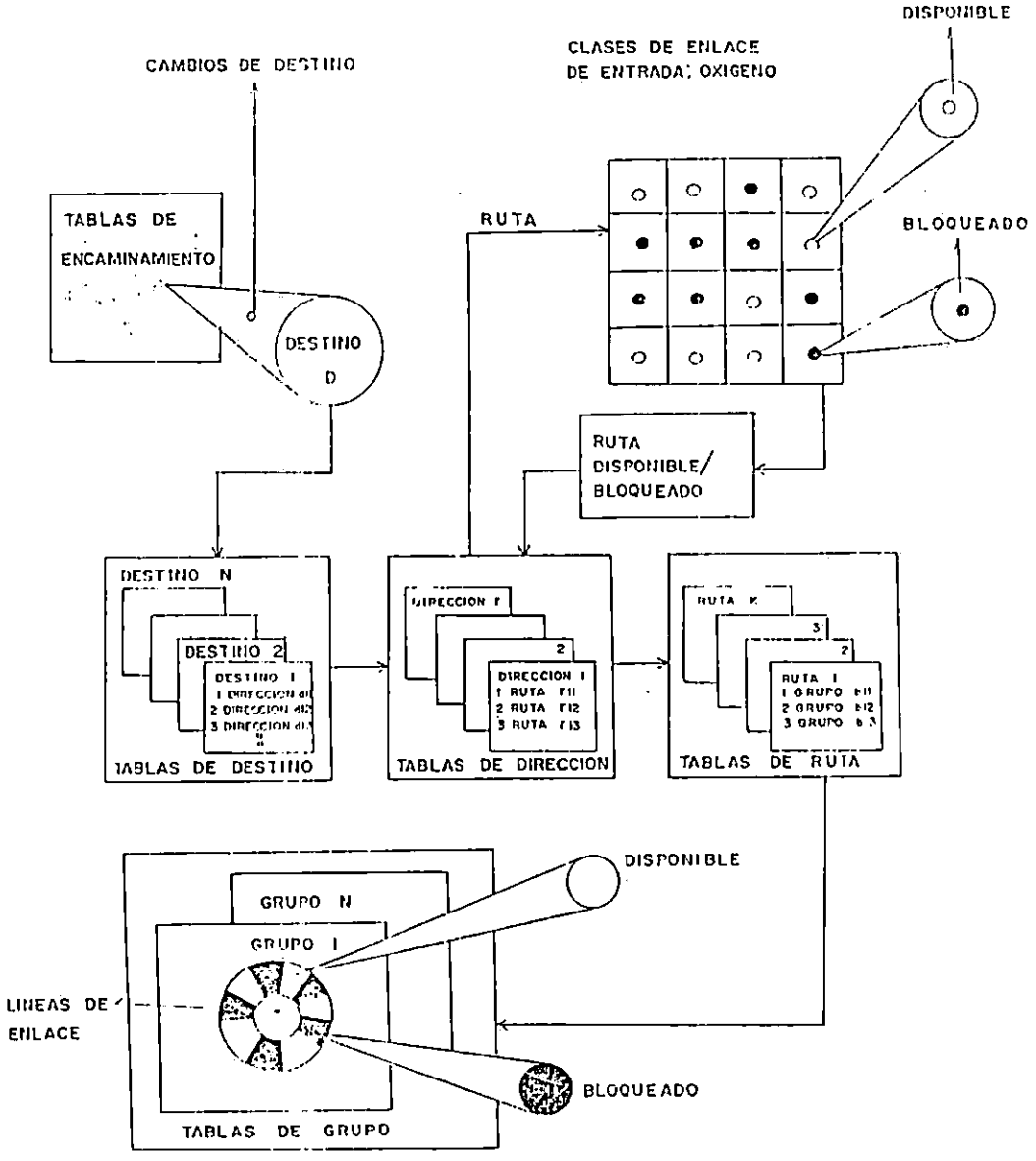
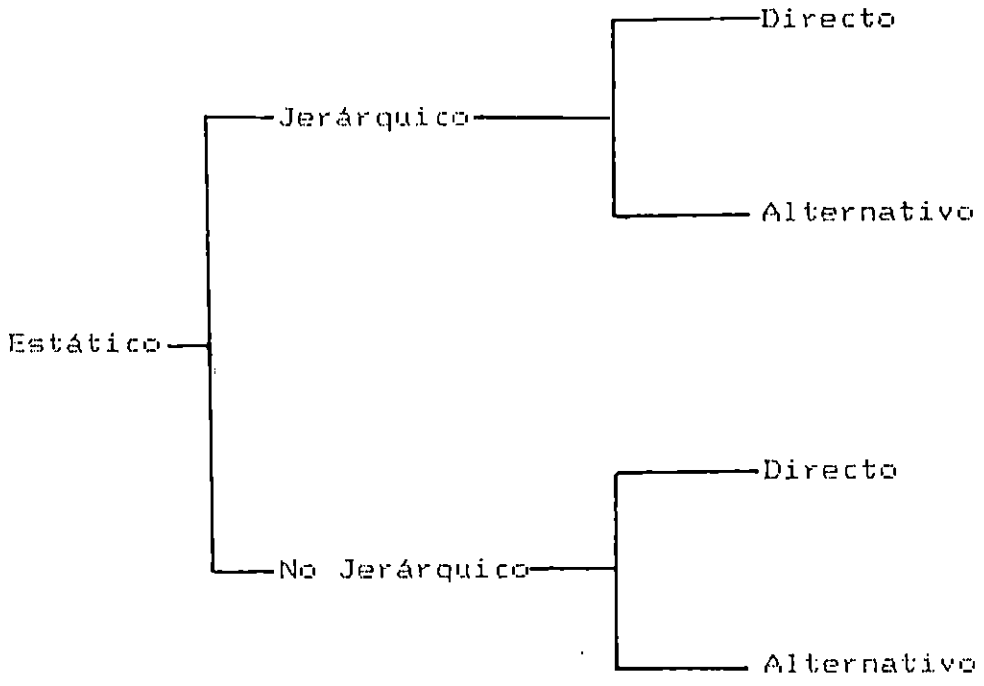


FIG. 4. 3 CAMBIO DE ENRUTAMIENTO DE LA LINEA DE ENLACE

Existen diferentes tipos de Encaminamiento como se muestra en la siguiente pagina:



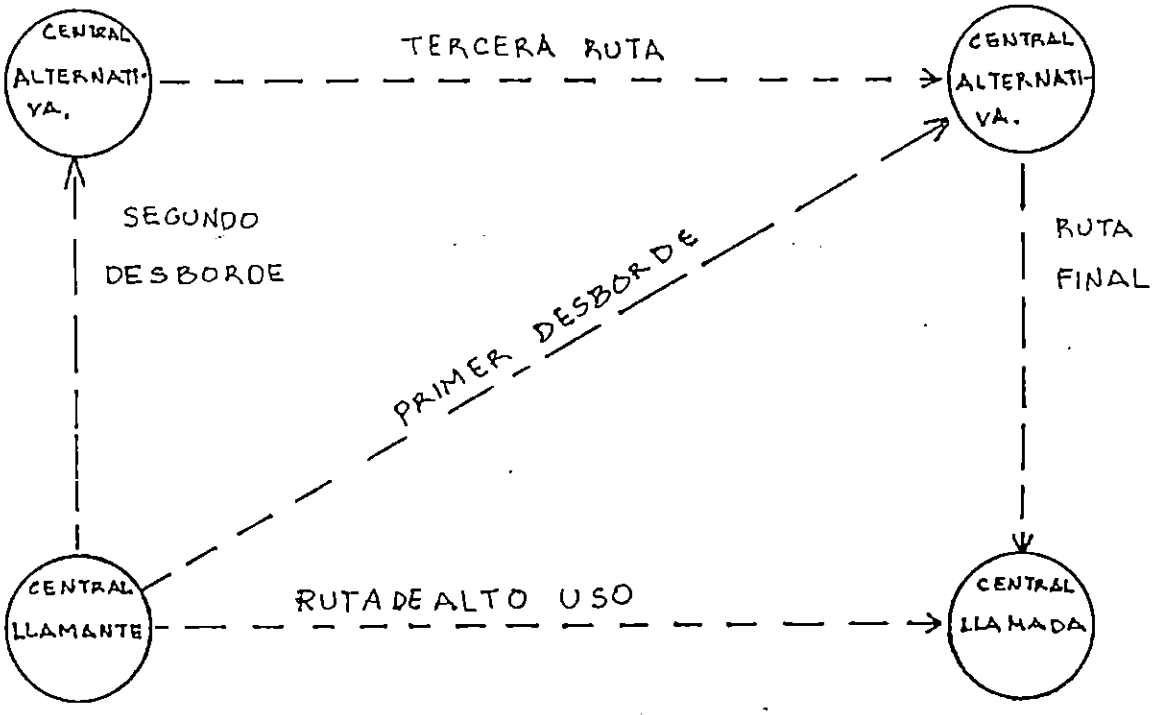


Figura No. 4.4: Encaminamiento Alternativo.

4.1.2. Plan de Numeración.

Una vez que se ha establecido el plan de numeración para una central particular, la estructura de análisis de cifras se desarrollan en forma de árbol (ver figura 3.9), y tiene la capacidad de analizar dígitos arriba de nueve para el tratamiento de ciertos servicios ofrecidos en el tráfico telefónico semi-automático.

Esta estructura permite, que para cada cifra analizada, sea posible obtener el resultado del análisis con los datos necesarios al encaminamiento de la misma (punto y momento de arranque de la emisión de cifras, definición de la tarifa a aplicar, bloqueo de ciertos códigos de numeración, selección de una ruta de salida, etc.).

Para este propósito, a cada cifra se le asigna un bloque de memoria con capacidad de contener todos los datos imprescindibles en el encaminamiento de la llamada.

La modificación de la capacidad de análisis de cifras, es posible a través de cambios en la estructura de encaminamiento, por solicitud de la administración o bien por comandos hombre-máquina.

4.1.2.1. Análisis de dígitos.

Para proceder al análisis de dos dígitos, son necesaios tres pasos:

- Orígen.
- Información de dígitos, esto incluye máximo número de dígitos para ser analizados, rango de los dígitos, naturaleza de la dirección.
- Tiempo.

La cantidad de los dígitos a analizar, viene determinada por la funcionalidad que se desea cubrir, dicha cantidad de dígitos se puede determinar a partir de los datos de la central, tipo de ruta, tipo de destino, tipo de grupo de enlaces, tipo de llamada, área de numeración.

Con respecto al plan de nuneración, cabe mencionar que existen dos tipos básicos de numeración:

a) Uniforme o Cerrado: En los cuales se emplea la misma cantidad de cifras dentro de un área o zona determinada.

b) Variable o Abierto: En los que la cantidad de cifras en esa zona de numeración varía.

Cuando las cifras recibidas, son analizadas y almacenadas, se pueden determinar los siguientes datos:

- Número de dígitos adicionales necesarios.
- Información de tasa.
- Restricciones de acceso.
- Identificación del abonado llamante.
- Liberación de los circuitos de control.
- Datos de selección de enlaces.
- Conexión de turnos o locuciones.
- Envío de dígitos.

Además de determinar los datos de encaminamiento de la llamada, algunos de los siguientes puntos pueden ser modificados por comando:

- Validación de dígitos.
- Supresión de dígitos.
- Inserción de dígitos.
- Traslación de dígitos.
- Reemplazo total o parcial de códigos por una serie de cierto número de dígitos.

4.1.2.2. Tipos de datos.

Los datos constituyen la información con la que trabajan los programas. De acuerdo a la volatilidad de los datos, éstos se clasifican en:

- Datos Temporales:
Son los que tienen que ver con la información cuya validez

no es superior a la de la duración de una llamada. Estos datos no tienen memoria asignada durante toda su vida en la central.

- **Semipermanentes:**
Son aquellos cuyas informaciones no variarán durante el proceso telefónico. Pero que pueden modificarse en cualquier momento por comandos de comunicación hombre-máquina.

- **Permanentes:**
Asociados con la configuración física de la central y sus posibilidades funcionales. Modificándose únicamente cuando se cambie la central, tanto en equipamiento como en programación.

4.1.2.3. Plan de numeración nacional.

A continuación se presentan algunas consideraciones sobre el plan de numeración para El Salvador:

- Forma de realizar la marcación:

a) Llamadas internacionales entrantes:

Prefijo Internacional	+	Código Internacional	+	Número Abonado

Ejemplo:

0	503	YZ MCDU

b) Llamadas originadas y terminadas en distintas zonas del país:

Distintivo de zona	Número de Abonado
Y	Z MCDU

c) Llamadas originadas y terminadas en una misma zona del país:

Número de abonado
YZ MCDU

Los números destinados para los servicios de asistencia pública se mantienen con tres cifras y adoptan la forma 1XX,

mientras que para el servicio PBX (línea de abonado o troncales de abonado PBX), se asignarán números de abonados comprendidos dentro del plan de numeración nacional.

El conmutador se encargará de enrutar hacia las extensiones de destino. Los números son de la forma YZ MCDU.

Perspectivas futuras

Para el año de 1996, se supone que la mayoría de centrales telefónicas serán de tecnología digital, y cambiarán la numeración de 6 a 7 cifras, y la forma de marcación será, por ejemplo: para realizar la marcación de llamadas internacionales entrantes:

Prefijo Internacional	+	Código Internacional	+	Número Abonado

Ejemplo:

0	503	XYZ MCDU

4.1.3. Plan de tarificación.

El plan de tarificación nacional, posee dos modalidades distintas de tarificación, estas son por impulsos y detallada; la tarificación por impulsos registra en contadores de abonado los impulsos consumidos por cada comunicación. En conmutadores electrónicos dichos contadores son registros en la memoria principal, los cuales periódicamente son almacenados en cintas magnéticas para luego procesar los datos y obtener un recibo.

La tarificación detallada, siempre hace regitros sobre cintas magnéticas, pero ejecuta una lista extensiva de las características de cada comunicación.

Con la finalidad de disminuir la carga de los procesadores, existen zonas de tarificación, las llamadas son tarificadas como locales dentro de una zona, no así las llamadas salientes o entrantes a dicha zona, las cuales estarán sometidas a tarifas diferentes (larga distancia nacional). En El Salvador, la tarificación de llamadas locales es llamada LAMA, y las que corresponden a larga distancia nacional y las llamadas internacionales son definidas por la sigla CAMA.

La integración del plan de tarificación en la central, debe ser capaz de desarrollar y atender los distintos requisitos de tarificación de los sistemas telefónicos, para lo cual la central debe poseer un conjunto de funciones Software que ayudarán a seleccionar los distintos tipos de tarificación que poseen los abonados.

El software encargado del plan de tarificación deberá realizar las siguientes tareas:

- Determinar el método de tarificación a partir del análisis de los parámetros de entrada.

- Generar, enviar y controlar los impulsos de tarificación para una llamada en respuesta a eventos elefónicos.

- Variación del ritmo de los impulsos de tarificación debido a cambios en las horas del día.

- Registrar y presentar la tarificación de los servicios prestados.

- Registrar y enviar las estadísticas de tarificación y comprobación de la función de tarificación.

Cada una de las tareas mencionadas anteriormente, puede ser una función software, la cual a su vez podrá estar constituida por otros Software que son capaces de realizar tareas mas específicas; dichas funciones se interrelacionan para efectuar una determinada tarea.

4.1.3.1. Métodos y tipos de tarificación.

Uno de los métodos empleados es por generación de impulsos, encontrándose los siguientes tipos de tarificación:

a) Tarificación no repetitiva:
Que está basada en la aplicación de un número de impulsos de tarificación por cada llamada completada, independientemente de su duración; estos impulsos se deben aplicar al inicio del período de tarificación.

b) Tarificación repetida por intervalo de tiempo fijo:
Que está basada en la aplicación de un número determinado de impulsos repetidos cada intervalo fijo de tiempo.

c) Tarificación repetida por intervalo de tiempo variable:
Basada en la aplicación de impulsos de tarificación en intervalos variables de tiempo, determinados por la

combinación de diferentes factores (distancia, día de la semana y hora del día en que se realiza la llamada).

La generación de estos impulsos comienza al principio del período de tarificación.

Para la determinación de la tarifa adecuada, la central debe tener la capacidad de basar el análisis en los siguientes elementos:

- Orígen de la llamada.

- Tipo de servicio.

- Destino de la llamada.

- Categoría del abonado que llama.

- Hora y día que se produce la llamada.

- Categoría del abonado llamado.

Con respecto al período de tarificación, éste comenzará en el instante en que se reciba la señal de respuesta del abonado llamado en el sistema de tarificación.

4.1.3.2. Clases de tarifa y modalidades.

Estas dependerán de la distancia, de la clase de servicio, de la categoría de la línea (cabinas o abonados). El sistema debe adimitir diferentes modalidades, dependiendo de la hora y del día que se trate, y tendrá una flexibilidad de admitir cambios mediante comandos de comunicación hombre-máquina.

La central debe tener la capacidad de enviar pulsos de tarificación para otras centrales en el caso de que sea necesario, la capacidad de programar en todo momento, con la ayuda de los comandos de comunicación hombre-máquina.

4.1.4. Plan de Sincronización.

Un plan de sincronización de la red, determina la asignación de tolerancias de reloj y los métodos de sincronización usados. El objeto del plan es garantizar que la proporción total de deslizamiento en una conexión, y el número máximo de nodos de conmutación permitido por el plan de encaminamiento pertinente no sea mayor que la permitida.

Dependiendo de la naturaleza del servicio prestado por la red digital, las consecuencias de los deslizamientos son considerados de mucha importancia; así en servicios de telefonía un deslizamiento produce la pérdida o repetición de una muestra de la señal de voz.

La operación plesiócrona implica que los relojes de las centrales funcionan de forma automática dentro de los limites específicados (esta operación es utilizada en la red internacional y en la red nacional). Caso diferente sucede con la operación síncrona, en donde los relojes están controlados para que funcionen a tiempos idénticos.

Red de sincronización.

La red de sincronización suele clasificarse en métodos de sincronización despótica y métodos de sincronización mutua. Los métodos de sincronización despótica se aplican siempre que existe un reloj único con poder sobre otros relojes de la red, así se encuentra el método maestro-esclavo en donde un único reloj independiente controla la señal de sincronización de las centrales, función que se realiza a través de la frecuencia del reloj de la central maestra.

- Método Maestro-Esclavo Jerárquico.

En este método, los relojes de todas las centrales están clasificadas según un orden jerárquico, de manera que en caso de falla del reloj de la central maestra automáticamente se tomará como nuevo reloj maestro, aquel que se halla clasificado como el de nivel más alto entre los que quedan en funcionamiento.

- Método de Sincronización mutua.

Estos son utilizados en las redes digitales que tienen alto grado de interconexión. En este método la señal de control de la frecuencia del reloj de cada una de las centrales, se obtiene de una frecuencia que es el promedio de todas las frecuencias correspondientes a las señales de los relojes de cada central.

En El Salvador, el plan de sincronización está basado en el método Maestro-Esclavo Jerárquico. Este es sencillo, porque la distribución de reloj es unidireccional (ver figura No.4.5), desde la central de nivel superior a la central de nivel inferior, lo que permite una sincronización de la red altamente estable; al ocurrir una falla en la central de nivel superior o en el enlace de transmisión de señal de temporización de referencia, existe el peligro de que los relojes sean enganchados a una frecuencia irregular, para

mantener la diferencia entre la entrada y la salida antes de que se corte el esclavo. La red, sin embargo, exige relojes de estabilidad relativamente alta para cada central para evitar la ocurrencia del deslizamiento en casos de falta en la línea de transmisión desde la central de nivel superior.

En las centrales de conmutación digital se utilizan diferentes tipos de reloj, entre los cuales se tienen los relojes de cuarzo que son considerados de menor estabilidad, siendo estos de menor costo y durabilidad mayor que los relojes atómicos, los relojes de cesio que son considerados de gran estabilidad, pero sus costo es mayor que los de cuarzo y su durabilidad es menor (3 años aproximadamente), estos relojes son utilizados en la red internacional RDSI, No. 7.

Debido a las diferentes aplicaciones de los métodos de sincronización y a la falta de estandarización de la red nacional, es importante que las centrales tenga un sistema de sincronización flexible. Por ello, está basada en algoritmos de sincronización Software. De este modo pueden obtenerse diferentes algoritmos sin cambiar el módulo de reloj.

4.1.5. Plan de transmisión.

El plan de transmisión, es importante porque en base a él se realizan los "diagramas de nivel de transmisión" los cuales representan la distribución de atenuación en redes telefónicas.

Se establece como punto de partida para la planificación de la distribución de la atenuación la comunicación más larga posible, la cual está compuesta de la red internacional y dos secciones de la red nacional. Un punto que vale la pena mencionar es que la red internacional es tetrafilar, mientras que la red nacional tiene tramos tetrafilares y bifilares.

Los valores de planificación deben colocarse entre los siguientes valores límites:

a) Atenuación máxima, en la cual es posible la inteligibilidad.

b) Atenuación mínima, en la que todavía se garantiza la estabilidad de una comunicación.

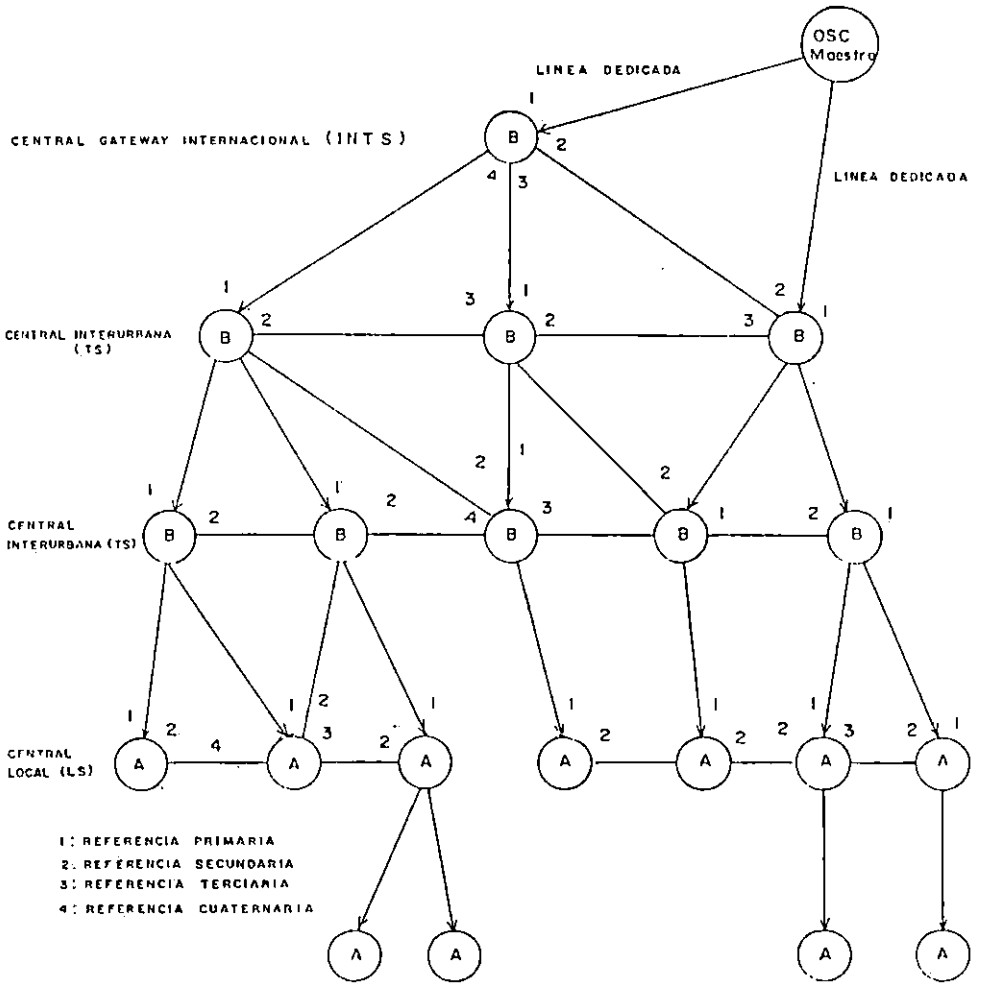


FIG. 4.15: RED DE SINCRONIZACION

Los valores antes mencionados son niveles relativos, es decir, que se miden con respecto a un nivel de referencia en un punto dado.

Debido a que el volumen de una conmutación, no sólo depende de la atenuación en las vías de transmisión, sino también de la sensibilidad de ambos transductores (micrófono y teléfono), se introdujo el concepto de equivalente de referencia que se refiere a la atenuación del volumen de los sonidos de voz en el oído del oyente comparado con el volumen existente en la boca del locutor.

Anteriormente se dijo que, para efectos de distribución de la atenuación, debe considerarse tanto la red nacional como la red internacional

4.1.5.1. La Red Internacional.

El punto de partida para la planificación internacional de atenuación, es la estructura de la red internacional.

Como se muestra en la figura No. 4.6, se conectan sucesivamente hasta cinco tramos de conmutación.

El punto de partida y de fin lo constituye en cada caso, una central internacional. En dichas centrales se determinan puntos llamados extremos virtuales, que sirven de referencia y unión.

Los extremos virtuales representan los únicos puntos en la red internacional, para los cuales se han determinado niveles relativos. A estos puntos se refiere también el equivalente de referencia de emisión y recepción nacional de una comunicación internacional(ver figura No. 4.7).

En los países de extensión media, la sección nacional debe abarcar tres tramos tetrafilares como máximo y en el caso de países extensos puede ser hasta cuatro; esta limitación se debe principalmente a razones de estabilidad.

Con el objeto de garantizar una buena estabilidad, en los extremos virtuales. La atenuación no debe ser inferior a (6 + n)dB, siendo n la cantidad de tramos tetrafilares nacionales. Esta atenuación ayuda además a disminuir el eco.

Para tramos de líneas internacionales, la atenuación debe ser por lo general de 0.5 dB, existiendo una atenuación máxima admisible, la cual para una comunicación internacional se compone de:

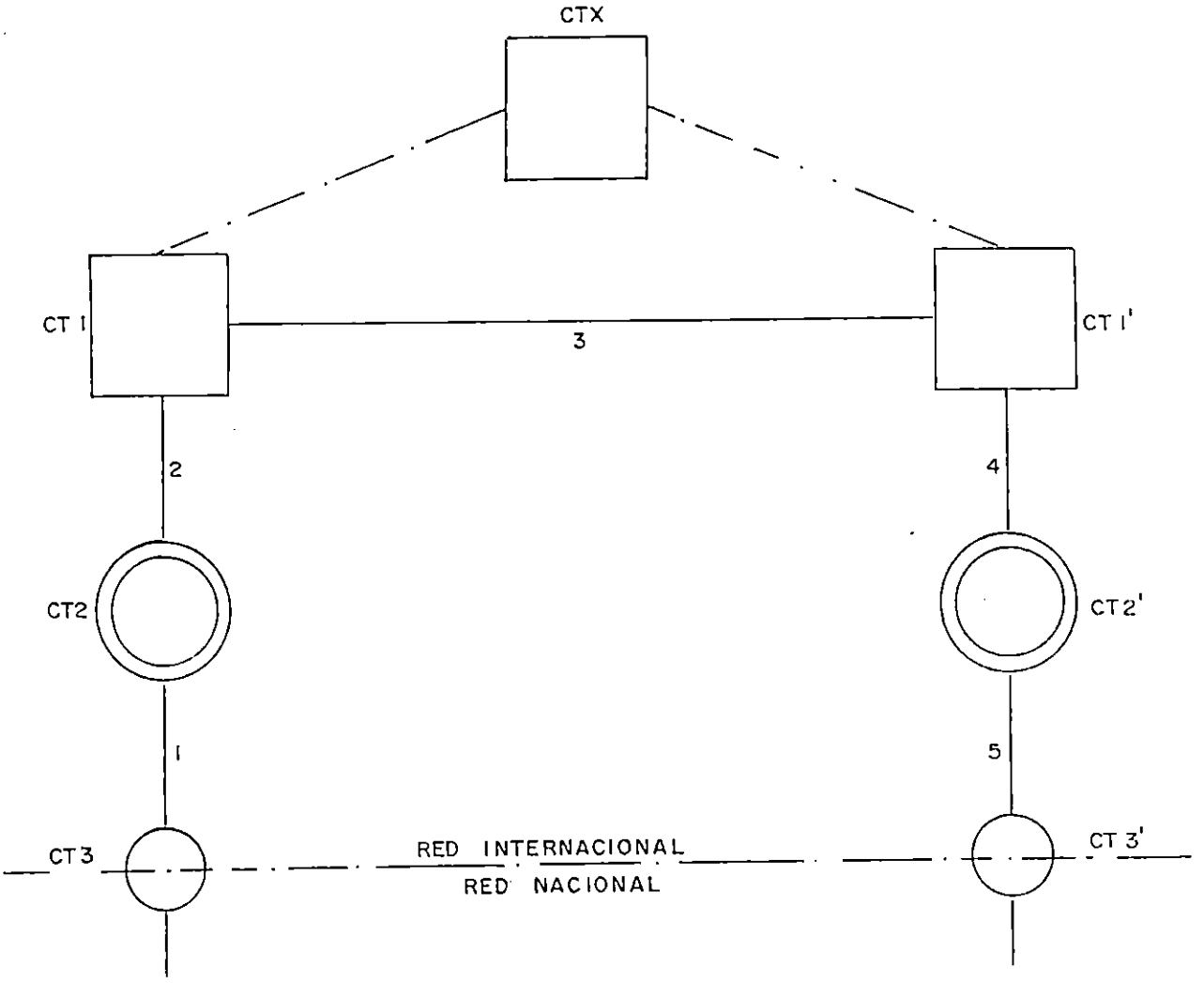
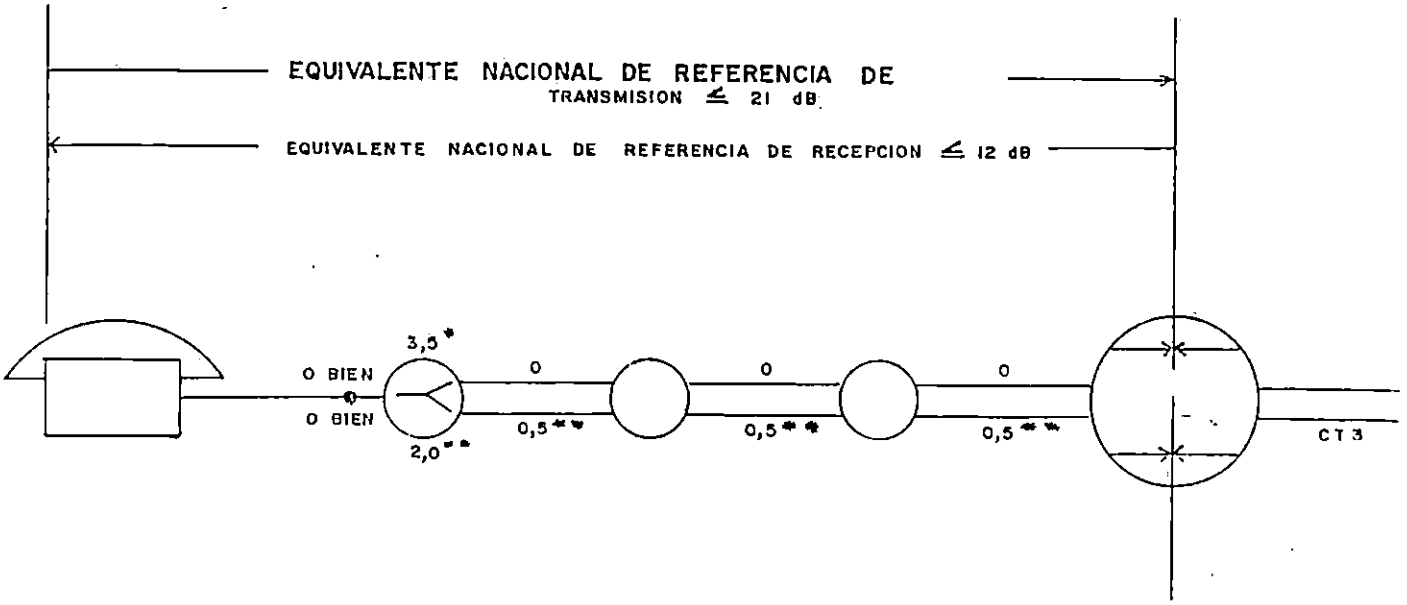


Figura No. 4.6: Estructura básica de la red internacional.

- Equivalente de referencia de emisión nacional	21.0 dB
- Atencuación de tramo internacional 6 x 0.5	3.0 dB
- Equivalente de referencia de recepción nacional	12.0 dB
	36.0 dB



EQUIVALENTE DE REFERENCIA NACIONAL (VALORES EN dB)

* CONCENTRACION DE LA ATENUACION AL PRINCIPIO Y AL FINAL DE LA CADENA A 4 HILOS

** DISTRIBUCION DE LA ATENUACION EN LA SECCION A 4 HILOS

Figura No. 4.7: Distribución de la atenuación en una red nacional.

4.1.5.2. La Red Nacional.

La planificación de la atenuación nacional, se puede dividir en las siguientes partes:

- Líneas tatrafilares.
- Líneas bifilares.
- Sistemas de abonado, PBX.

Algo bien importante en la estructura de un plan de atenuación es que debe basarse en la comunicación, que representa el caso más desfavorable, de manera tal que las otras solamente generen condiciones de atenuación más apropiadas (ver figura No. 4.8).

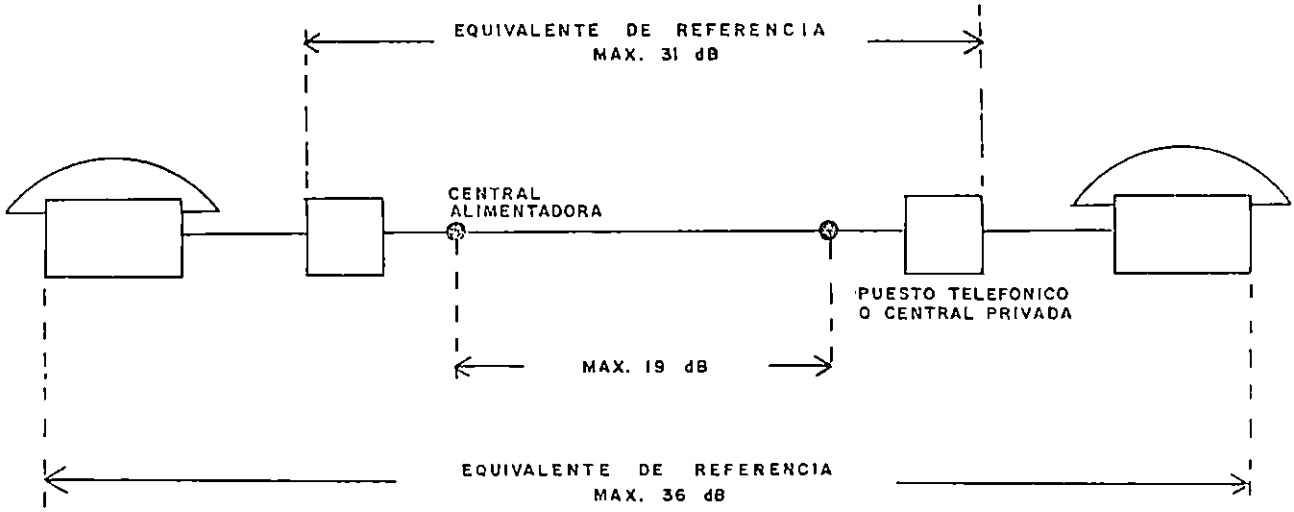


Figura No. 4.8: Distribución de la atenuación.

4.1.6. Plan de señalización.

El plan de señalización, es uno de los planes técnicos particulares más importantes. Sirve para definir los diferentes sistemas de señalización usados. Dichos sistemas son tratados con profundidad en Sistemas de señalización en centrales telefónicas en El Salvador (Tesis Universidad de El Salvador, por Alejandro Miranda Ganuza y José Joaquín León. 1992). Por tanto, no serán motivo de discusión en este trabajo, sino más bien de lo que se trata aquí es de ver la relación que existe entre la central y los diversos sistemas de señalización, una vez que se ha definido el plan.

La forma en que se relaciona la señalización es como se describio en el capitulo II, donde se discutia el pre y post procesamiento de la señalización, especificamente la señalización de líneas de abonado, pues también existen otras entidades con las cuales la central tiene señalización, como:

- Señalización de registros, para la cual el software de aplicación posee una instancia para cada registro.

- Señalización por canal común, esta técnica de señalización es propia de los sistemas SPC con transmisión digital, en los cuales la señalización se envía en forma de mensajes que constan de un grupo de bits y una estructura definida, de acuerdo a la cual es condicionado el software de la central relativo a la señalización por canal común.

- Señalización para líneas RDSI, que utilizan una estructura software para el manejo de la señalización similar al utilizado para las líneas que tienen señalización por canal común.

Cuando una determinada central, tiene que manejar dos tipos diferentes de señalización, el software de aplicación es el que se encarga de traducir de un tipo de señalización a otro, a través de las actividades de interfuncionamiento.

En la red telefónica nacional se utilizan los siguientes tipos de señalización:

- **Area metropolitana:**

R2 DC Loop

Señalización multifrecuencia

R2 versión digital

- Area Departamental:

E&M LME

Señalización R2

DC Loop

- **En la red internacional:**

- Señalización R2 con Centroamerica.

- Señalización R2 modificado tipo LME con Mexico.

- Señalización CCITT No. 5 con el resto del mundo.

4.2. Ingeniería de tráfico.

La ingeniería de tráfico proporciona los elementos que ayudan a determinar parámetros que son importantes para diseñar y decidir sobre los requerimientos del sistema, dando los criterios para especificar los diferentes componentes de una central. Lo anterior se realiza con el auxilio de conceptos matemáticos, empleandose para ello

fórmulas, tablas y programas de computador. Lo fundamental de la ingeniería de tráfico es buscar la optimización en el diseño del sistema de tráfico, tomando en consideración el costo de dichos componentes.

Para la determinación de los parámetros; el diseño del sistema de tráfico y la preparación del orden en el tráfico son los elementos que definen las funciones de ingeniería de tráfico. generalmente el diseño de estos parámetros estan definidos como las características de tráfico (sostenimiento de llamada, tipo de llamadas, características de abonado, grado de congestión etc.).

El diseño del sistema de Tráfico involucra tanto la configuración y el dimensionamiento de los equipos de transmisión y conmutación.

4.2.1. Definiciones de Ingeniería de Tráfico.

Para la comprensión del tráfico telefónico es necesario definir algunos conceptos que son de gran utilidad en esta área.

- Flujo de Tráfico: Este, está definido como el producto de un número de llamadas durante un período de tiempo y el tiempo promedio de duración. Las unidades de flujo de Tráfico telefónico son los "Erlangs".

FLUJO DE TRAFICO = NUMERO DE LLAMADAS x TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LLAMADAS

El número de Erlangs por hora de ocupación puede ser cálculado como sigue:

ERLANG = LLAMADAS POR HORA OCUPADO x TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LAS LLAMADAS

Es importante mencionar que el tráfico expresado en Erlangs provee información como:

i. El erlang por canal representa su eficiencia y define la proporción de horas de duración en la cual dicho canal esta ocupado.

ii. Designa el promedio de llamadas simultaneas durante un período de una hora.

iii. Representa el tiempo total expresado en horas de todas las llamadas transmitidas.

- Grado de Congestión: Es la frecuencia con la cual un abonado encontrará un inconveniente para completar la llamada; Matemáticamente puede ser expresado como la probabilidad de que una llamada pueda ocurrir.

- Grado de Servicio: Es una medida de la probabilidad de que el tráfico ofrecido sea bloqueado o retardado; este por lo tanto involucra no solo la habilidad de un sistema de interconectar los abonados, sino que también la rapidez con que es hecha.

- Sistemas de colas: Es la función de retardo o de espera causada por la congestión hasta que la llamada de parte de un abonado pueda ser atendida.

Una cola puede moverse más rapidamente que otra, de tal forma que los abonados que establecen la comunicación tarde, esperan su turno para ser atendidos. Asi los abonados que son los primeros en establecer la conexión son los primeros en ser atendidos, esta operación se llama FIFO.

- Intento de llamada: Es la prueba de parte del abonado de obtener el servicio telefónico.

- Hora Pico: Esta definida como el periodo de tiempo durante el cual el tráfico es alto. En la práctica, sin embargo, el tráfico de la hora pico se mide tomando como referencia determinado intervalo de tiempo; es decir; 4 horas, 1 hora, 1/2 hora, 1/4 hora, etc.

- Tráfico de Grupo de enlace: Las conexiones son mantenidas desde que se inicia la secuencia hasta que la secuencia termine y esta definido como el producto del número de llamadas dirigidas por el grupo, y la duración de dichas llamadas. La ecuación que se utiliza para calcular el tráfico de los grupos de enlace viene dado por:

TRAFICO DE LOS GRUPOS DE ENLACE = NUMERO DE LLAMADAS X
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO
DE LA LLAMADA.

4.2.3. Criterios usados en la Ingeniería de Tráfico.

Existe un número considerable de fórmulas de tráfico y tablas que han sido derivadas para poderlas adaptar, en las situaciones prácticas de la industria telefónica; dichas formulas estan basadas en la distribución de Poisson, Erlang B, Erlang C, y otras basadas en la distribución de Engset,

su importancia en la ingeniería de tráfico es comprender cuando y bajo que condiciones es aplicable cada una de ellas.

Para el uso de las fórmulas de tráfico se asume que las llamadas de los abonados es aleatoria y existe independencia entre ellos con respecto al bloqueo de las llamadas que pueden ser hechas. teniendose para el caso:

- Borrado del bloqueo de llamadas: una llamada defectuosa que encuentra un camino libre para establecer el servicio es borrada del sistema evitando de esta manera que vuelva a aparecer.

- Bloqueo de las llamadas ocupadas: Cuando un servicio no es atendido inmediatamente este debe esperar un cierto intervalo de tiempo que es igual al tiempo de ocupación de las llamadas, sin embargo, si un servicio funciona sin problemas mientras la llamada esta esperando, y la duración del tiempo restante de dicho servicio despues del sostenimiento de la llamada termina entonces la llamada es atendida.

- Bloqueo de llamadas retardadas: Una llamada defectuosa para encontrar un recurso físico espera en una cola hasta que el recurso quede libre., en cuyo tiempo captura y sostiene el recurso durante el tiempo completo que dura la llamada.

4.2.3. Elementos de probabilidad.

Como se dijo anteriormente los conceptos de probabilidad, son muy importantes para la determinación de algunos componentes de la central. A continuación se tratará las siguientes funciones de probabilidad:

4.2.3.1. La distribución de Poisson.

Esta distribución es usada para el dimensionamiento final de los grupos de enlace. Esta asume que existen infinitas fuentes; que el bloqueo de las llamadas son sostenidas y que se puede aplicar un sostenimiento de llamada que puede ser exponencial o constante.

En general la distribución de Poisson asume las siguientes condiciones:

- Existen infinitas fuentes.

- Existe bloqueo de sostenimiento de las llamadas.

- El sostenimiento de las llamadas sigue un comportamiento exponencial o constante.

- Se da una disponibilidad completa.

La justificación para eso es que admite, el efecto que muestra que la distribución de Poisson produce una probabilidad de bloqueo que esta bastante cerca de los resultados reales para los grupos de enlace finales.

La siguiente fórmula define la probabilidad de bloqueo de las llamadas:

$$P = 1 - \sum_{i=0}^{N-1} A^i e^{-A}/i!$$

Donde N = Número de recursos físicos de grupo.
A = Tráfico ofrecido en el grupo.
e = Base de los logaritmos neperianos.

Es de notar que este tipo de distribución es válida para un gran número de llamadas por hora, donde cada una tiene un corto tiempo de duración.

Para el cálculo de la probabilidad de bloqueo, existen tablas de capacidad ya definidas basadas en la fórmula de Poisson, las cuales vienen a definir el tráfico (ver anexo).

4.2.3.2. Distribución de Erlang B.

Esta distribución esta basada en que las fuentes son infinitas que el bloqueo de las llamadas es borrado, y que el tiempo de sostenimiento de las llamadas puede ser borrado, esta puede ser constante o exponencial. Este tipo de distribución es utilizada para dimensionar los recursos físicos que no estan previstos de colas, tales como los interconmutadores de los enlaces de grupo.

Es importante mencionar que las relaciones matemáticas son utilizadas para determinar la cantidad de canales a ser utilizados en la central.

La distribución de Erlang B es utilizada principalmente para el dimensionamiento de enlaces de grupo de alto uso y para arreglos en rutas alternativas.

La fórmula de Erlang B viene dada por:

$$P = \frac{A^N / N!}{\sum_{i=0}^{N} A^i / i!}$$

Donde N = número de recursos del sistema.
A = Tráfico ofrecido al grupo.

Además de emplearse dicha fórmula existen programas elaborados específicamente con este proposito basados en tablas ya definidas previamente (Ver anexos).

4.2.3.3. Distribución de Erlang C.

En esta fórmula se asumen las siguientes condiciones:

- Existen gran número de fuentes. (pueden ser consideradas como infinitas).

- El bloqueo de las llamadas es retardado.

- El tiempo en el sostenimiento de las llamadas sigue un comportamiento exponencial negativo.

La distribución de Erlang C se usa básicamente para el dimensionamiento de equipos comunes en los cuales los intentos de llamadas esperan en una cola y siguen un comportamiento FIFO hasta que un camino esta disponible.

La siguiente ecuación define la probabilidad de que una llamada sea retardada en un tiempo determinado:

$$P = \frac{A^n n / n!(n-1)}{\sum_{i=0}^{n} A^i/i! + A^n n/n!(n-1)}$$

Donde n = número de recursos en el grupo.
A = Tráfico total ofrecido.

4.2.3.4. Distribución de Engset.

Esta se basa en los siguientes supuestos:

- El número de canales en servicio es limitado.

- Las pérdidas por llamadas son borradas desde el sistema con sostenimiento de tiempo cero.

- El sostenimiento de tiempo de las llamadas sigue un comportamiento ya sea constante o exponencial.

La distribución de Engset es utilizada para el dimensionamiento de equipos que tienen limitaciones en el número de fuentes (Equipos concentradores de línea). También permite calcular el número de canales en servicio cuando hay disponibilidad completa.

La fórmula de Engset viene dada por:

x = 0,1,2.....n

Donde b = Tráfico ofrecido por fuente.
c = Número de canales en servicio.
s = Número de fuentes.

Es importante mencionar que para el cálculo de la probabilidad de congestión existen programas y tablas definidas para encontrar los parámetros de ínteres (ver anexo).

4.2.4. Sistemas de Colas.

El objeto de la teoría de colas es determinar a partir de los parámetros da carga a la entrada el número de canales en servicio, y el tamaño de la cola para especificar el grado de servicio.

Los criterios que se utilizan para los sistemas de colas son los siguientes:

- La probabilidad de que una llamada no esta siendo atendida por lo que tiene que esperar, es un indice del retardo que hay en el servicio (P>0).

- La probabilidad en tiempo de que una llamada tiene que esperar puede ser mayor que el periodo expresado en terminos de servicio de tiempo (P>t).

- La probabilidad de pérdidas en todos los canales y que las colas esten ocupadas, requieren asegurar que las llamadas que se pierden, estan dentro de los limites específicados (L).

-El retardo promedio de todas las llamadas es usado en el retardo de los sistemas, constituyendose asi una composición de retardos (d).

- La probabilidad de la longitud de una cola es mayor o igual que la que se utiliza para determinar la longitud de la cola. Q (>=q).

- Se define q como la longitud promedio de la cola necesaria para estimar el tráfico de espera.

En terminos generales una cola esta definida por los siguientes conceptos:

- Proceso de entrada: Que se refiere al patrón de las llamadas.

- Disiplina de la cola: Que es el método por el cual una llamada en espera, es seleccionada para un servicio, entre otras que esperan su momento.

- Tiempo de servicio.

Entre las relaciones matemáticas que se utilizan para el cálculo de colas se tienen: Erlang C, Poisson, entre otras.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO IV

1. Los planes fundamentales son independientes del sistema de conmutación, por lo que son válidos para todos los fabricantes.

2. El análisis de los planes técnicos fundamentales parte del hecho de que estos ya han sido elaborados por la admon.

3. Existe una interrelación entre los planes técnicos como resultado del proceso de integración de dichos planes a la central.

4. El plan de encaminamiento, se realiza en base al análisis de los digitos marcados.

5. El plan de numeración esta definido en base a una estructura de arbol.

6. La integración del plan de tarificación en la central es capaz de desarrollar y atender los distintos requisitos de tarificación de los sistemas telefónicos.

7. El plan de Sincronización de la red es importante en el sentido de que se evitan los deslizamientos, con lo cual se garantiza un establecimiento de la comunicación aceptable.

8. El plan de transmisión establece en si los valores de atenuación permitidos en la red.

9. La Ingeniería de Tráfico es importante porque ayuda al dimensionamiento de algunos componentes de las centrales de conmutación digital.

10. La Ingeniería de Tráfico utiliza elementos de probabilidad para el cálculo de sus parámetros.

BIBLIOGRAFIA DEL CAPITULO IV

Giuseppe Fantauzzi
Digital Switching Control Architectures.
Telesoft S.P.A, Rome Italy, 1990.

Isidoro Padilla Gonzalez, Ildelfonso Perez Garcia.
Sistemas de Conmutación Digital.
Colección Técnica AHCIET-ICI, 1986.

D. H Carbaugh And H. L. Marselos.
Switching Sistem Software.
Western Electric, 1985

Incatel.
Seminario de Conmutación Electronica.
1978.

IEE.
Software Engineering For Telecomunication Switching Systems.
1978.

Ramses R. Mira.
Teletrafic Engineering.
Contelca, 1980.

James R. Bruchy.
Voice Teletrafic Systems Engineering.
The Artech House Telecomunication Lbrary. 1988.

G. Hebuterne.
Trafic Flow in Switching Systems.
The Artech House Telecomunication Library. 1987.

Sven Lonnstron, Folke Marflundd.
Un Plan de Desarrollo Telefónico.
LM ERICSSON, Estocolmo. 1970.

CAPITULO V

PRINCIPALES SISTEMAS EXISTENTES EN EL MERCADO MUNDIAL Y ESPECIFICAMENTE EN EL SALVADOR.

Introducción.

La finalidad de este capitulo es presentar un estudio de los principales sistemas de conmutación que existen en el mundo y específicamente en El Salvador. El estudio de los sistemas, junto con los datos del tráfico telefónico de una central particular constituyen la base para realizar el dimensionamiento de los equipos de conmutación.

El capítulo está organizado en dos partes de manera que en la primera se presenta un estudio a nivel funcional de cuatro sistemas, el primero de los cuales es el sistema telefónico AXE-10, el cual utiliza control semidistribuido, luego se trata el sistema 12, aunque también es un sistema SPC, este utiliza control distribuido, además se estudia el sistema EWSD que utiliza el tipo de control semidistribuido utilizando además multiprocesos, por último se trata el sistema NEAX-61.

En la segunda parte se realiza una descripción de las aplicaciones de los sistemas, las cuales son básicamente las mismas para los diferentes sistemas. El capítulo termina con el estudio del dimensionamiento de equipos, lo cual se refuerza con dos ejemplos prácticos realizados para dos marcas en particular los cuales se presentan en los anexos de este mismo documento.

5.1. Sistema telefónico AXE-10.

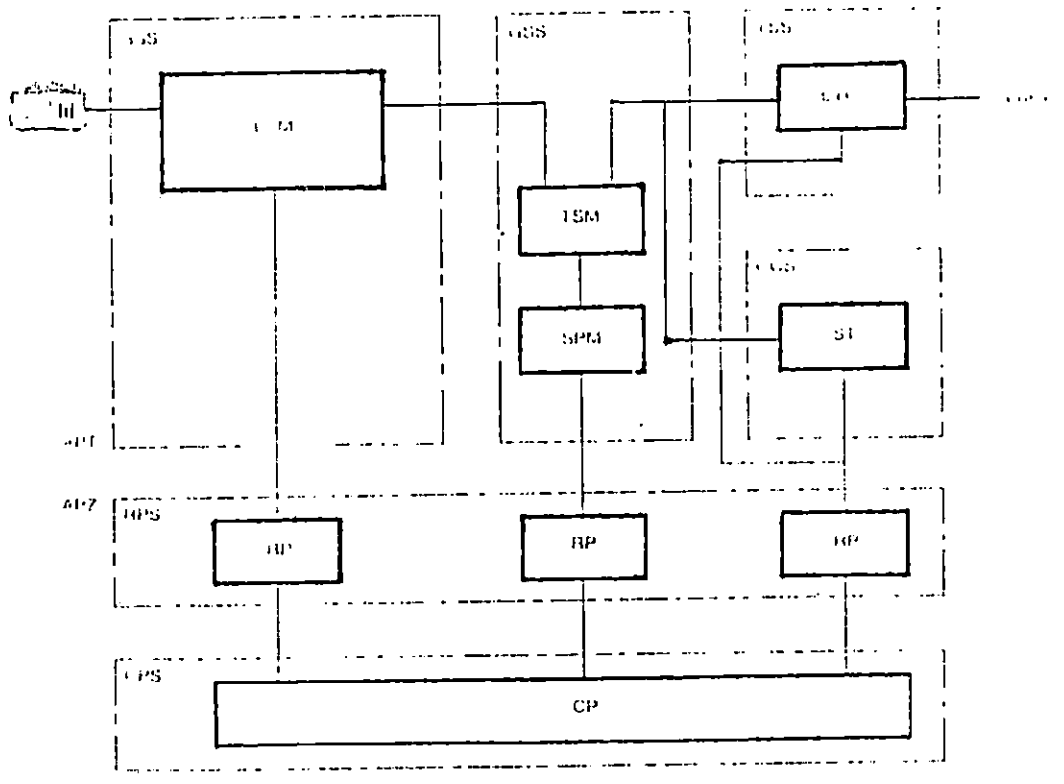
Este es un sistema que utiliza control por programa almacenado (semi-distribuido) y tiene variantes, para efectos de cubrir las aplicaciones que se mencionan al final del capítulo.

AXE-10 está construído por circuitos impresos o tarjetas, las cuales son colocadas en estructuras mecánicas llamadas "Magazines" (depósito donde se coloca algo) las cuales son

encerradas en "Racks" o gabinetes. El magazine forma la unidad primaria de hardware del sistema. Las conexiones a otras magazines se hacen a través de cables con sus respectivos conectores "Plug".

5.1.1. Estructura funcional.

El sistema de conmutación AXE-10 está dividido, lógicamente en dos partes; el sistema de conmutación APT y el sistema de control APZ (ver figura No. 5.1)



APT	Switching System	ETC	Exchange Terminal Circuit
SSS	Subscriber Switching Sybsystem	CSS	Common Channel Signaling Subsystem
LSM	Line Switch Modules	ST	Signaling Terminal
GSS	Group Switching Subsystem	APZ	Control System
TSM	Time Switch Modules	RPS	Regional Processor Subsystem
SPM	Space Switch Modules	RP	Regional Processor
TSS	Trunk and Signaling Subsystem	CPS	Central Processor Subsystem
		CP	Central Processor

Figura 5.1: Estructura del hardware del sistema AXE-10

El sistema de conmutación, llamado APT está dividido en cuatro subsistemas:

El subsistema de selectores de abonado (SSS: subscriber switching subsystem) el cual contiene los modulos de conmutación de líneas "LSM".

El subsistema de selectores de grupo (GSS: group switching subsystem) el cual contiene una red de conexión de tipo TST estructurada en modulos TSM (time switch modules) y SPM (space switch modules).

El subsistema de troncales y señalización (TSS: trunk and signalling subsystem), el cual incluye los circuitos para la conexión de enlaces con otras centrales y los dispositivos de señalización.

El subsistema de señalización por canal común (CCS: common channel signalling subsystem) el cual incluye los terminales de señalización ST para sistemas de señalización por canal común tal como el CCITT No. 6 y No. 7.

El sistema de control, llamado APZ, como se dijo al principio es de tipo semidistribuido, es decir que consta de un procesador central y de procesadores regionales. El procesador central está duplicado y trabaja sincronizado y en paralelo; y es denominado como CP-A y CP-B. El nivel distribuido lo constituyen varios procesadores regionales (RP's) que controlan varias unidades de hardware, están duplicadas y trabajan en modo de carga compartida.

Una característica importante AXE-10 es la modularidad que presenta, lo cual permite incorporar equipo adicional a la central sin alterar el funcionamiento normal de esta.

Para obtener sistemas con alta capacidad y que a la vez tengan bajo costo, las funciones complejas son realizadas por el procesador central, mientras que las tareas repetitivas son llevadas a cabo por los procesadores regionales.

A continuación se tratará cada uno de los subsistemas de AXE-10.

5.1.2. Sistema de conmutación APT.

El sistema de conmutación APT es el encargado de llevar a cabo las funciones de manejo de tráfico, asi como las funciones de operación y mantenimiento.

5.1.2.1. Selector digital de abonado.

La etapa de selectores digitales de abonado está conformada por una cantidad de modulos de conmutación de línea LSM (line switch modules) cada uno de los cuales contiene circuitería para 128 abonados. En la figura 5.2 se muestra la estructura funcional de LSM.

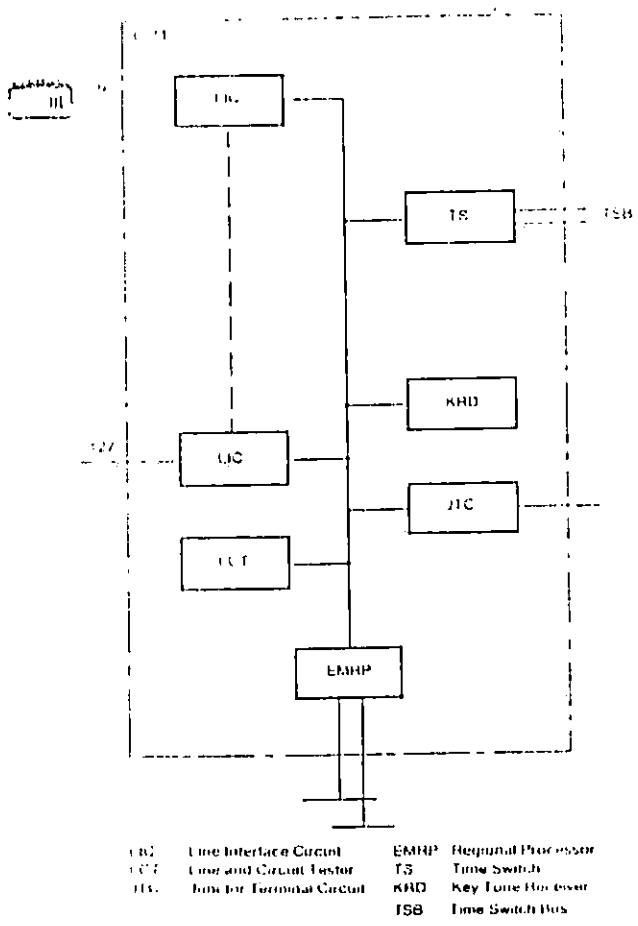


Figura 5.2: Estructura de LSM.

En general un LSM está compuesto de:
- 128 circuitos de interface de línea (LIC)
- 1 unidad de prueba (LCT)
- 1 ó 2 circuitos juntores (JTC)
- 1 unidad de conmutadores digitales (TS)
- 1 procesador regional (EMRP).

Las interfaces de línea LIC son conectadas a los conmutadores digitales TS, los cuales consisten de memorias para el almacenamiento de las muestras digitales de voz.

Los conmutadores T poseen disponibilidad completa es decir, que cada uno de los 128 abonados en LSM pueden alcanzar su propio circuito juntor JTC u otros circuitos juntor en otro LSM vía el bus de conmutadores temporales TSB (time switch bus).

Normalmente se conectan 16 modulos LSM al bus TSB, lo que da un total de 2048 abonados (ver figura No. 5.3).

5.1.2.2. Unidad remota de abonados.

Al selector digital de abonado distante, se le conoce como unidad remota de abonados (URA), (ver figura No. 5.4). Como se oberva deben existir terminales para señalización tanto en la central como en la unidad remota.

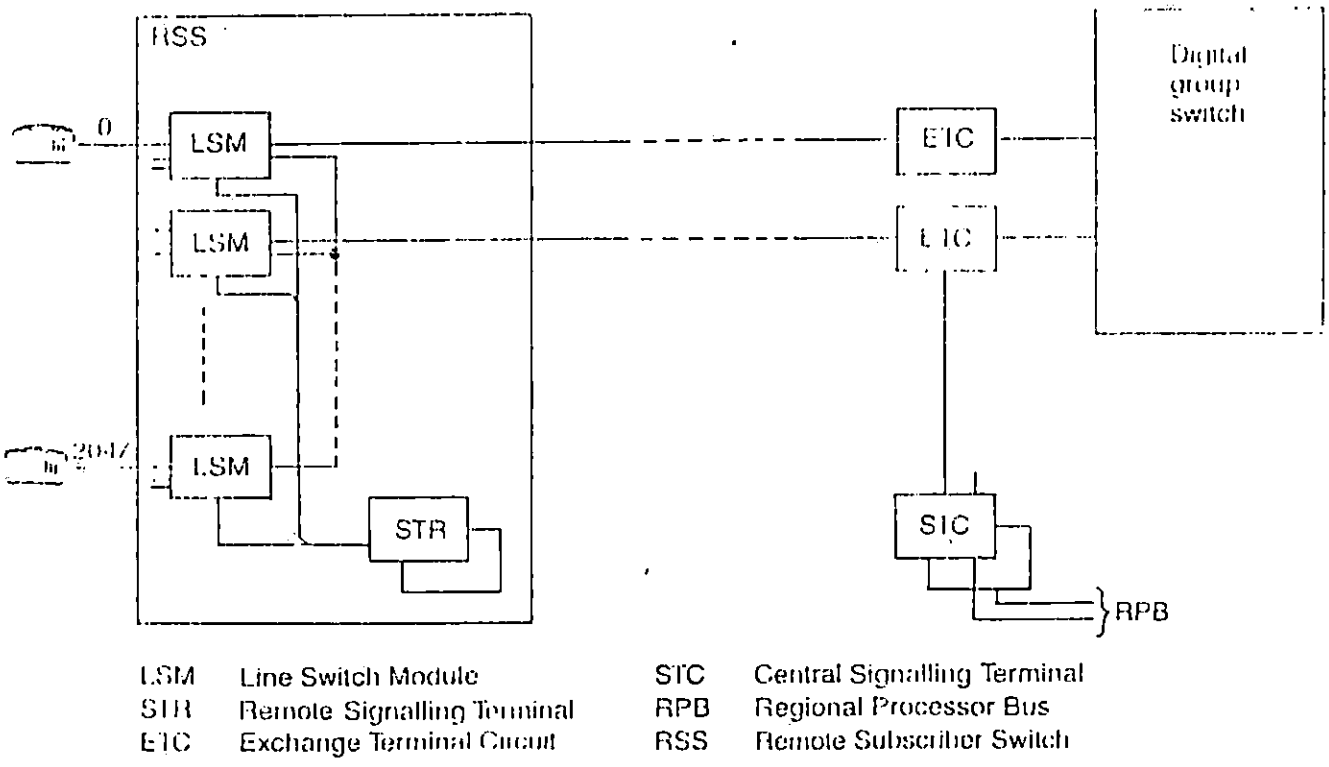


Figura No. 5.4: Unidad remota de abonados.

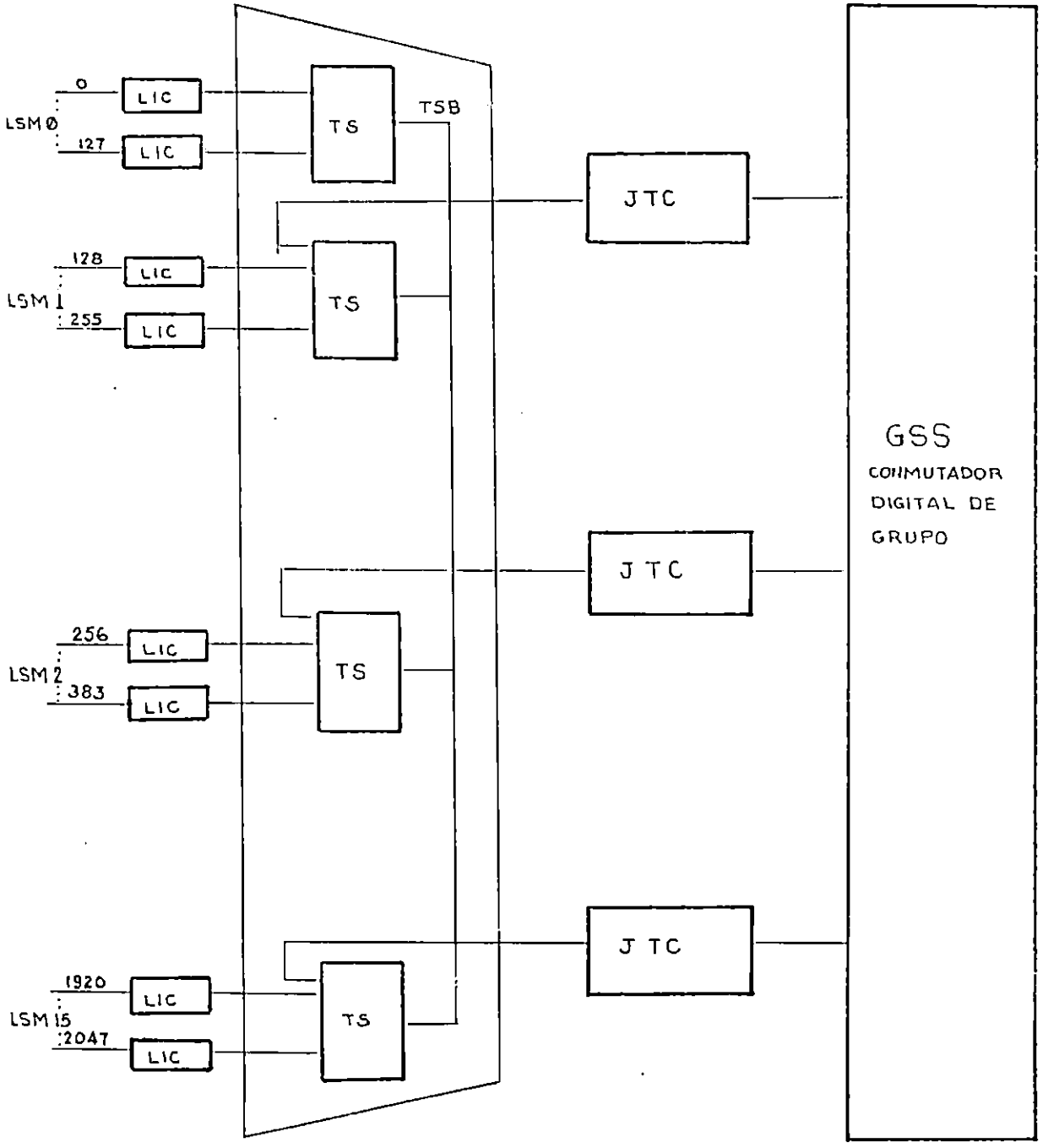


Figura No. 5.3: Selector digital de abonado.

5.1.2.3. Selector de grupo digital.

Como se mencionó anteriormente el tipo de esxtructura de la red de conexión de AXE-10 es TST, donde las etapas T están constituidas por memorias "BUFFER" y las etapas en una matríz de puntos cruzados cuadrada es decir, que tiene 128 vías de entrada e igual cantidad de vias de salida, y su función es interconectar las etapas T. (ver figura No. 5.3), entonces el selector de grupo digital (GS-D) no es más que la red de conmutación en el sistema AXE-10.

Las etapas T del selector de grupo digital, están formadas por 128 modulos TSM cada uno de los cuales tiene capacidad para almacenar 512 palabras de 8 bits, direccionables por 128 memorias de control. Los 128 modulos TSM están en 4 grupos de 32 modulos TSM cada uno.

Los puntos de cruce en la matríz espacial, son controlados por 128 memorias de control CSC, cada una de las cuales tiene un "time slot" en la vía de entrada proveniente de un conmutador temporal SSA, lo conecta a una vía de salida a un conmutador temporal SSB.

La sincronización en el selector de grupo digital, se realiza mediante un módulo de reloj triplicado (CLM) que opera de forma plesiocrona, el cual es manipulado por control software.

5.1.2.4. Subsistema de troncales y señalización.

En el caso de enlaces analógicos la señalización es extraida e incertada antes de entrar a la red de conmutación, lo mismo es válido para la conversión A/D de los enlaces.

En el caso de señalización por código multifrecuencial MF se maneja de la misma forma como se trata en los enlaces analógicos, es decir; a través de los emisores y receptores de código CSD y CRD conectados a GSS.

5.1.2.5 Señalización por canal común.

El sistema de señalización por canal común está estructurado en dos partes fundamentales (ver figura No. 5.5)

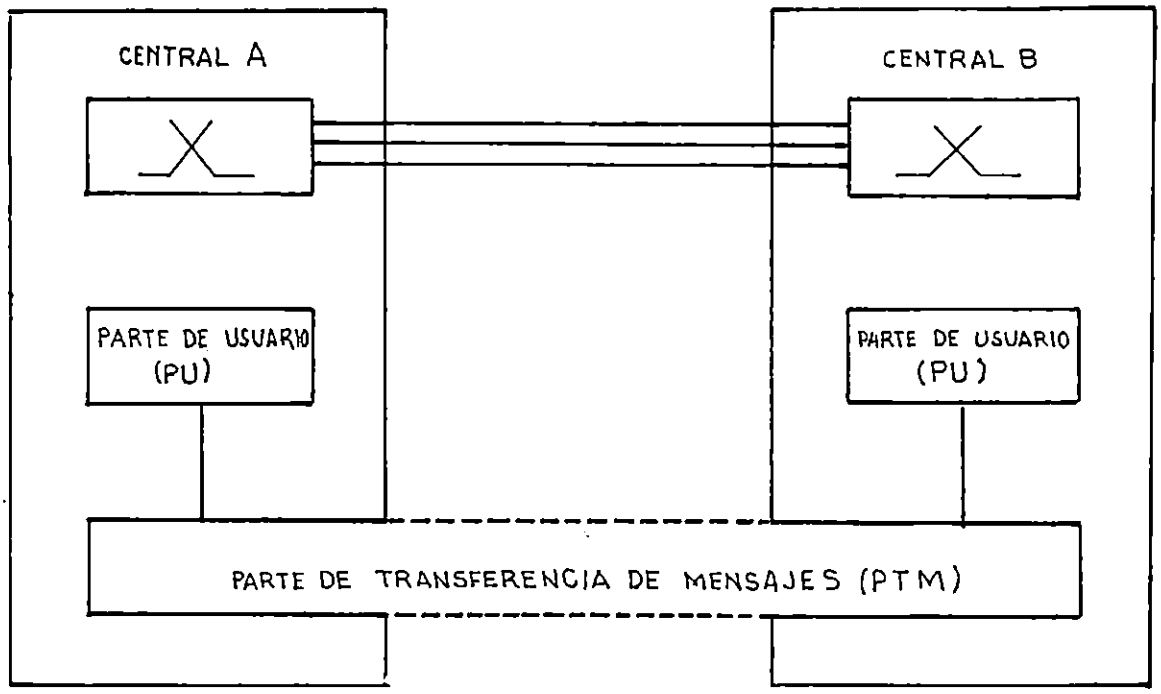


Figura No. 5.5: Estructura básica del sistema de señalización No. 7

1. Parte de transferencia de mensajes (PTM)
2. Parte de usuario (PU)

La primera parte se encarga de la transmisión de mensajes y proporciona una capacidad de trasferencia a cualquier usuario.
La segunda parte se encarga de la creación de los mensajes a transmitir por PTM.

5.1.3. Sistema de control APZ.

Como se mencionó al principio el sistema de control de AXE-10 consiste de un potente procesador central duplicado, y que trabaja sincronizado y en paralelo, varios procesadores regionales y un sistema de operación.

Los procesadores regionales se encargan de realizar las tareas rutinarias, con alta demanda de capacidad de proceso en tiempo real, estas tareas son por ejemplo, busqueda de puntos de prueba, operación de dispositivos. Con esta estructura el crecimiento del sistema de control es logrado en una forma modular, agregando procesadores regionales.

Tanto los procesadores centrales como los regionales son programados con microinstrucciones, lo que permite simplificar grandemente el hardware.

5.1.3.1. Estructura del sistema de control APZ.

El sistema de control APZ está dividido en 7 subsistemas:

- Subsistema procesador central (CPS)
- Subsistema procesador regional (RPS)
- Subsistema de mantenimiento (MAS)
- Subsistema procesador de soporte (SPS)
- Subsistema de comunicación de datos (DCS)
- Subsistema de administración de archivos (FMS)
- Subsistema de comunicación hombre-máquina (MMS)

La evolución del sistema de control APZ se muestra en la figura No. 5.6. La arquitectura del hardware del sistema de control APZ 211 y APZ 212 son mostrados en la figura No. 5.7 y No. 5.8 respectivamente.

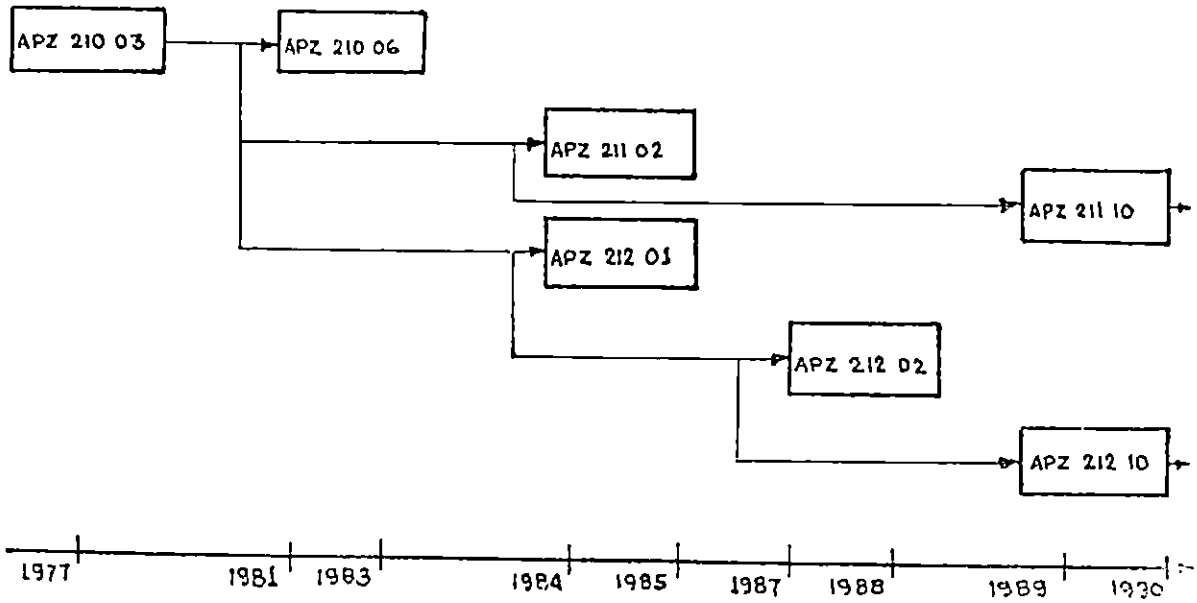


Figura No. 5.6: Evolución del sistema de control APZ

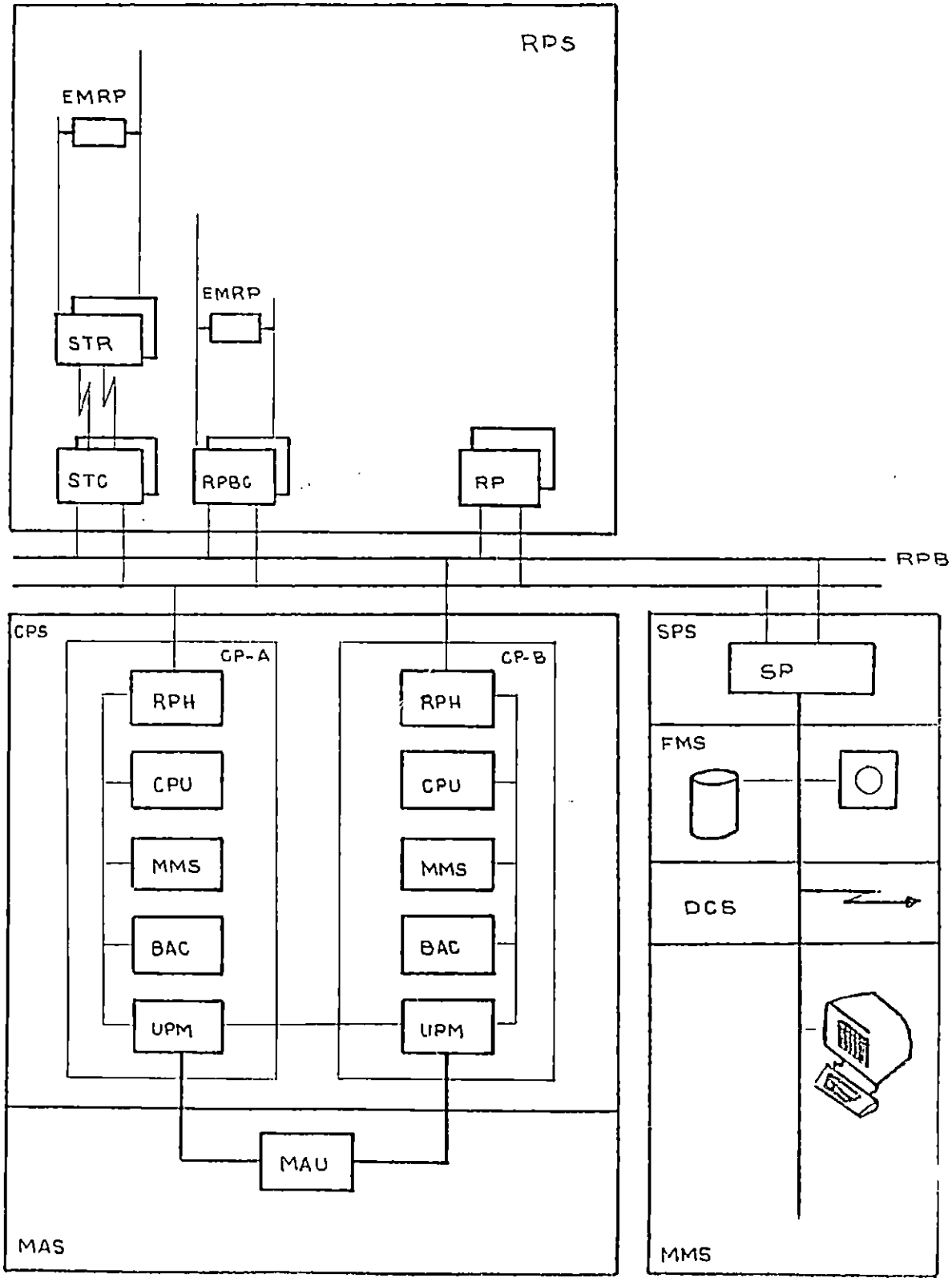


Figura No. 5.7: Estructura del subsistema APZ 211

5.1.3.1.1. Subsistema procesador central.

Este subsistema consta de hardware y software; el software del subsistema es llamado el programa ejecutivo, dicho programa ejecutivo está estructurado de manera que sea altamente independiente del hardware del subsistema. Los dos procesadores centrales APZ 211 y APZ 212 tienen similar estructura física y lógica. Cada procesador almacena su software en tres memorias lógicas, la memoria de programas (PS), la memoria de referencia (RS) y la memoria de datos (DS).

Los programas ejecutivos trabajan, lo más cerca al hardware del sistema, y sus principales tareas son administrar el trabajo del procesador central, dar servicio a los programas de aplicación y facilitar el trabajo de mantenimiento.

5.1.3.1.1.1. Estructura del hardware del procesador CPU.

La unidad central de proceso CPU contiene equipo para la comunicación con unidades conectadas a ella, para el procesamiento de datos de operaciones aritméticas y lógicas, y para funciones de interrupción.

La estructura del procesador central y la lista de instrucciones de máquina han sido diseñadas con el objetivo de hacer la programación y los trabajos de prueba tan sencillos como sea posible.

Para este fin, la lista de instrucciones de máquina consiste de operaciones, las cuales corresponden a los conceptos funcionales que son llevados a cabo en el software.

La memoria de referencia (RS) está dividida en dos áreas, un área de traducción y un área de direcciones base. En el área de traducción a cada bloque de función se le asigna un número de palabras que contienen entre otras cosas la dirección de inicio para los programas en PS, la dirección de inicio para la tabla de direcciones base del bloque funcional en RS, el estado y nombre del bloque.

- Procesador central APZ 211.

El sistema APZ 211 fue pensado para tener un bajo costo, para que ocupara poco espacio físico con alta fiabilidad; la estructura del hardware es como se vió en la figura No.5.7.

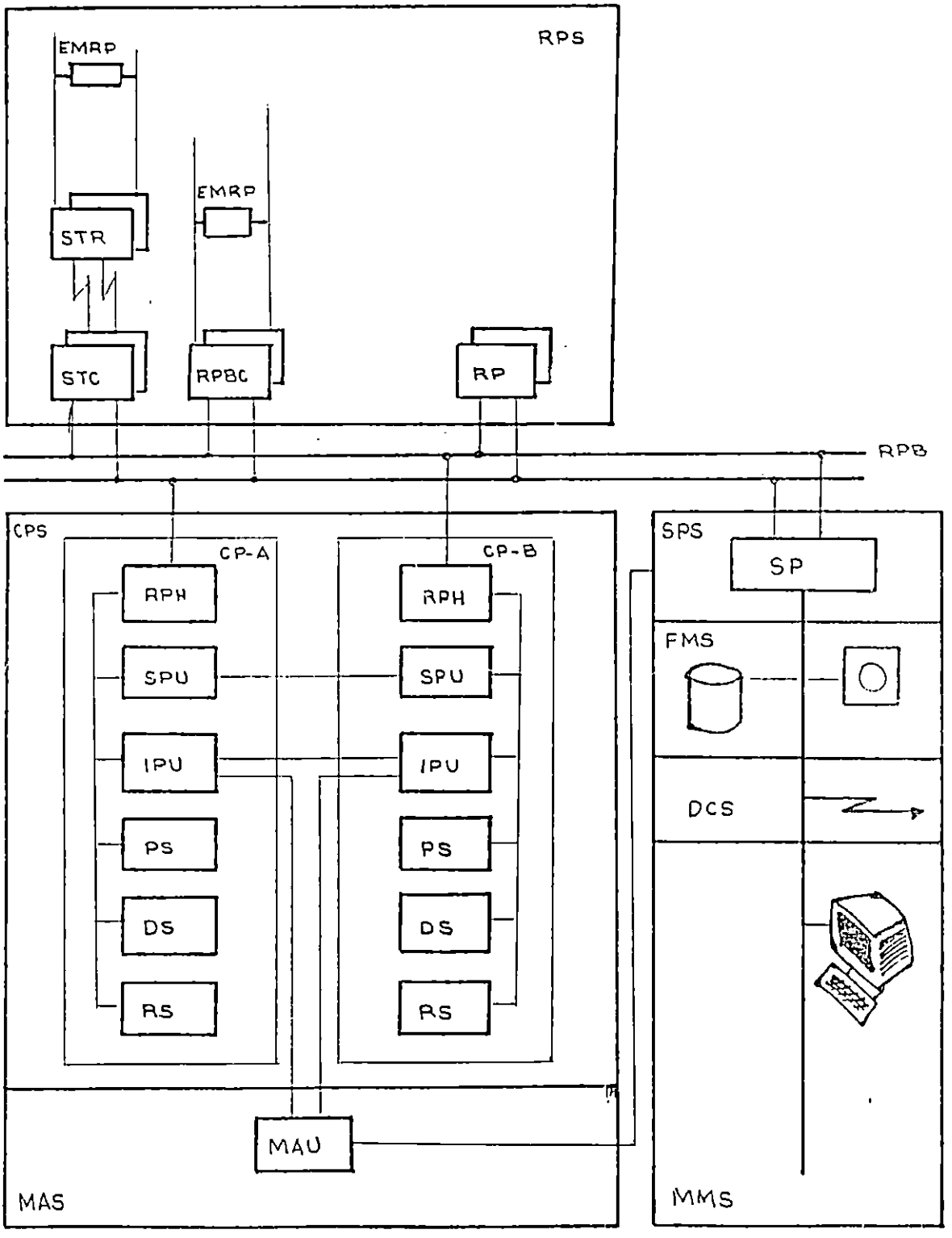


Figura No. 5.0: Estructura del subsistema APZ 212.

La CPU ejecuta instrucciones de máquina, manejo de interrupciones y tareas administrativas. El RPH contiene un microprocesador de propósito general, el cual manipula los procesadores regionales y realiza funciones de prueba hardware. La memoria principal MS contiene las tres memorias lógicas PS, RS y DS. La MS puede contener $16X10^6$ palabras de 16 bits.

- Procesador central APZ 212.

El procesador APZ 212 fue diseñado para aplicaciones que requieren gran capacidad. La estructura del hardware se muestra en la figura No. 5.8. El subsistema APZ 212 posee dos procesadores microprogramados, el procesador de señal SPU y el procesador de instrucciones IPU.

Las tareas desarrolladas por IPU son alimentadas por SPU, mientras IPU ejecuta una tarea, SPU prepara la próxima. En esta forma se ha optimizado IPU para la ejecución de instrucciones solamente, mientras que SPU maneja las señales entre los diferentes bloques de CP y también las señales hacia el bus de procesadores regionales RPB.

El procesador de instrucciones tiene acceso separado hacia las tres memorias físicas PS, RS, y DS.

Las capacidades de las memorias anteriores son las siguientes:
- $32X10^6$ palabras de 16 bits en PS.
- $64X10^6$ palabras de 16 bits en DS.
- $1024X10^3$ palabras de 40 bits en RS.

5.1.3.1.1.2. Software del sistema de control.

La figura No. 5.9 representa la estructura del software de APZ: La parte inferior muestra el hardware y los microprogramas (MIP) que son específicos de APZ 211 y de APZ 212 respectivamente. La parte PSS (processor system shell) que corresponde al software del procesador se encuentra inmediatamente adjunta al hardware y a MIP. PSS consiste principalmente en funciones de mantenimiento que exigen un conocimiento detallado del hardware y del microprograma.

La interface entre el software de empleo común y el equipo de control específico es CCPI (common central processor interface). En esta interface se encuentran definidos los códigos binarios y las características específicas del sistema y es identica para APZ 211 y APZ 212.

La parte intermedia de la figura No. 5.9 representa las funciones del sistema de APZ, que constituyen la mayor parte de su software. Estas funciones se encuentran disponibles para las aplicaciones a través del interface común del sistema de control, CCSI y son totalmente independientes del hardware y de la estructura MIP.

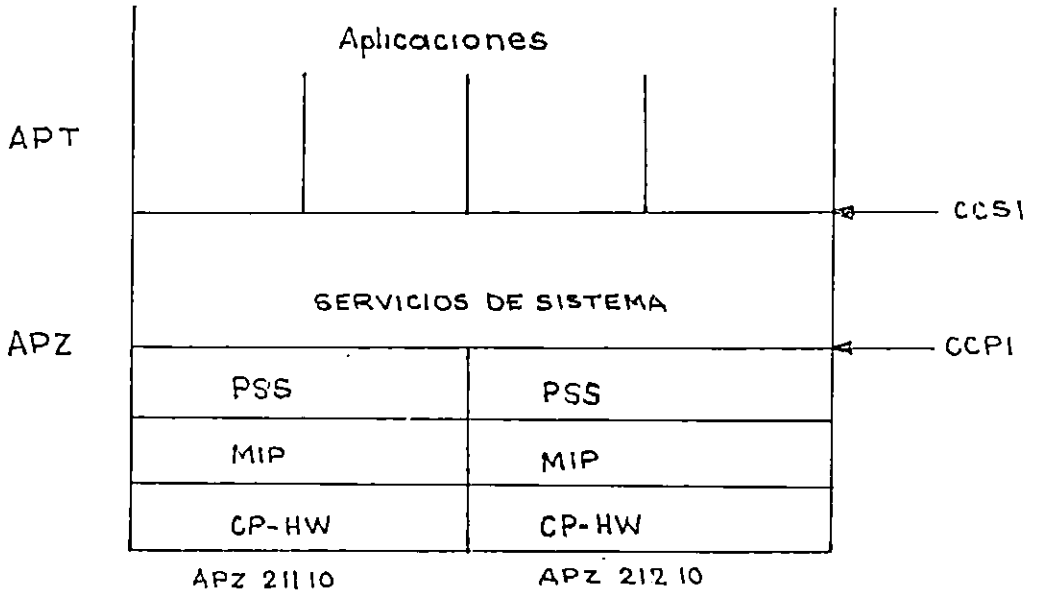


Figura No. 5.9 Estructura del software de APZ.

5.1.3.1.2. Subsistema de procesadores regionales RPS.

El subsistema de procesadores regionales consiste de un número de procesadores regionales RP y EMRP.

Los procesadores regionales como ya se mencionó ejecutan las tareas simples y rutinarias y que requieren gran capacidad, tal como busqueda de puntos de prueba, traslación de señales y operación de conmutadores.

En la figura No. 5.10 y No. 5.11 se muestra la estructura, tanto de los procesadores regionales RP como de los EMRP.

El intercambio de información con el procesador central se lleva a cabo en forma de señales, las cuales son almacenadas temporalmente en el "BUFFER" de trabajo y en la memoria de

datos (en el procesador regional y central respectivamente) mientras esperan para ser procesados. El procesador central puede controlar un máximo de 1024 procesadores regionales.

5.1.3.1.3. Subsistema de mantenimiento MAS.

El subsistema de mantenimiento MAS comprende las funciones de mantenimiento, las cuales por medio de la característica de redundancia en la construcción de CPS y RPS dota al sistema de control APZ de la alta fiabilidad operacional requerida para las aplicaciones de telefonía.

Las funciones de mantenimineto en MAS, son las mismas que se describen en el capitulo III.

Las mismas funciones son realizadas por APZ 211 y APZ 212 pero la forma de llevarlas a cabo cambia un poco debido a algunas diferencias en el hardware de los dos procesadores.

5.1.3.1.4. Subsistema de soporte SPS.

El subsistema procesador de soporte (SPS) es una adaptación especial para las aplicaciones de entrada/salida (I/O) y mantenimiento.

El subsistema SPS consta de uno o varios procesadores de propósito general, un sistema operativo y una unidad para comunicación entre SPS y el CPS; y ejecuta las funciones de entrada/salida y las funciones de mantenimiento dependientes de la red. A este subsistema se conectan dispositivos externos, tales como; impresores, monitores de video, "disketeras", etc.

5.1.3.1.5. Subsistema hombre-máquina MMS.

La comunicación hombre-máquina se realiza vía un terminal alfanúmerico y panel de alarmas. dicho terminal puede ser colocado localmente o remotamente conectado vía modem o canales de datos.

Los datos en un terminal pueden ser enviados a otro o a otros terminales en paralelo a un terminal de reserva, en el caso de que el terminal que envia los datos quede fuera de servicio; si ninguno de estos está disponible, los datos pueden ser almacenados en disco duro para posterior envío.

Para soportar la detección de alarmas de seguridad, tal como la temperatura del cuarto, falla en los equipos de ventilación, etc, MMS cuenta con hardware, al cual los sensores de alarma pueden ser conectados. Este hardware es revisado periodicamente por el software de MMS. Siempre que se detecta una señal de alarma se envían señales al operador.

la comunicación hombre-máquina puede ser realizada también, a través de conectar un computador personal al sistema AXE-10, por supuesto debe existir un lenguje de alto nivel (estandarizado) para este propósito.

5.1.3.1.6. Subsistema de administración de archivos FMS.

Este subsistema es el encargado de llevar a cabo las funciones de administración de archivos, las cuales son implementadas por medio de software localizado en SPS y de hardware como discos duros, cintas magnéticas, etc. conectados a SPS.

Los archivos pueden ser transferidos a un enlace de datos vía el subsistema de comunicación de datos (DCS). Análogamente a una computadora personal, el subsistema FMS soporta varias estructuras de archivos, tales como archivos de acceso directo, acceso secuencial, etc. Y además cuenta con comandos para crear, borrar y copiar archivos.

5.1.3.1.7. Subsistema de comunicaciém de datos DCS.

Este subsistema proporciona facilidades tales como operación y mantenimiento remotas, transferencia automática de mensajes, contabilidad de datos, etc.

Su implementación es por medio de software localizado en SPS y por supuesto también por medio de hardware el cual consiste de terminales de señalización para los diferentes protocolos, ubicado también en SPS.

El subsistema de DCS, está estrechamente vinculado con las aplicaciones de conmutación de paquetes.

5.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA 12.

Introducción.

A difereNcia del sistema telefónico AXE 10, el sistema 12 posee control de tipo distribuido, es decir, que no tiene un procesador central, sino que cada módulo actua como una actividad independiente con su propio procesador y controlado por su propio software. La comunicación entre los diferentes módulos se realiza a través de la red de conexión, la cual es completamente digital.

5.2.1. Estructura Funcional del Sistema 12.

En la figura No.5.12 se muestra la arquitectura básica del sistema 12, la cual esta compuesta por los siguientes bloques funcionales:

- Red de conmutación digital.
- Elementos de control auxiliar.
- Módulos terminales de varios tipos.

El hardware de la central está dividido en áreas funcionales, cada área con su propio procesador. Los elementos conectados a la central (por ejemplo líneas de abonado analógica) son conectadas a un **módulo terminal** (módulo de abonado analógico para el caso). Cada uno de estos módulos está compuesto por una **parte terminal** y un **elemento de control terminal (TCE)**. como se muestra en la figura No.5.13. La parte terminal contiene circuitos especializados, relacionados con la función que desempeña (por ejemplo circuitos de línea) el módulo terminal correspondiente. En cuanto al elemento de control terminal, este realiza dos funciones, la primera es proporcionar capacidad de proceso a los circuitos terminales asociados, y la segunda es ofrecer una interface estandar entre los circuitos terminales y el resto de la central (ver figura No.5.13).

Existen otras unidades de hardware llamadas **elementos de control auxiliar (ACE)**, las cuales no tienen terminales hardware asociados directamente a ellos, sino que sus funciones son relativas al procesamiento de datos. En este sentido a los elementos de control auxiliar se le asignan tareas especiales, tal como el análisis de digitos, distribución de recursos hardware y funciones de control de las actividades de operación y mantenimiento. La abreviatura CE puede ser utilizada para referirse a un ACE o a un TCE.

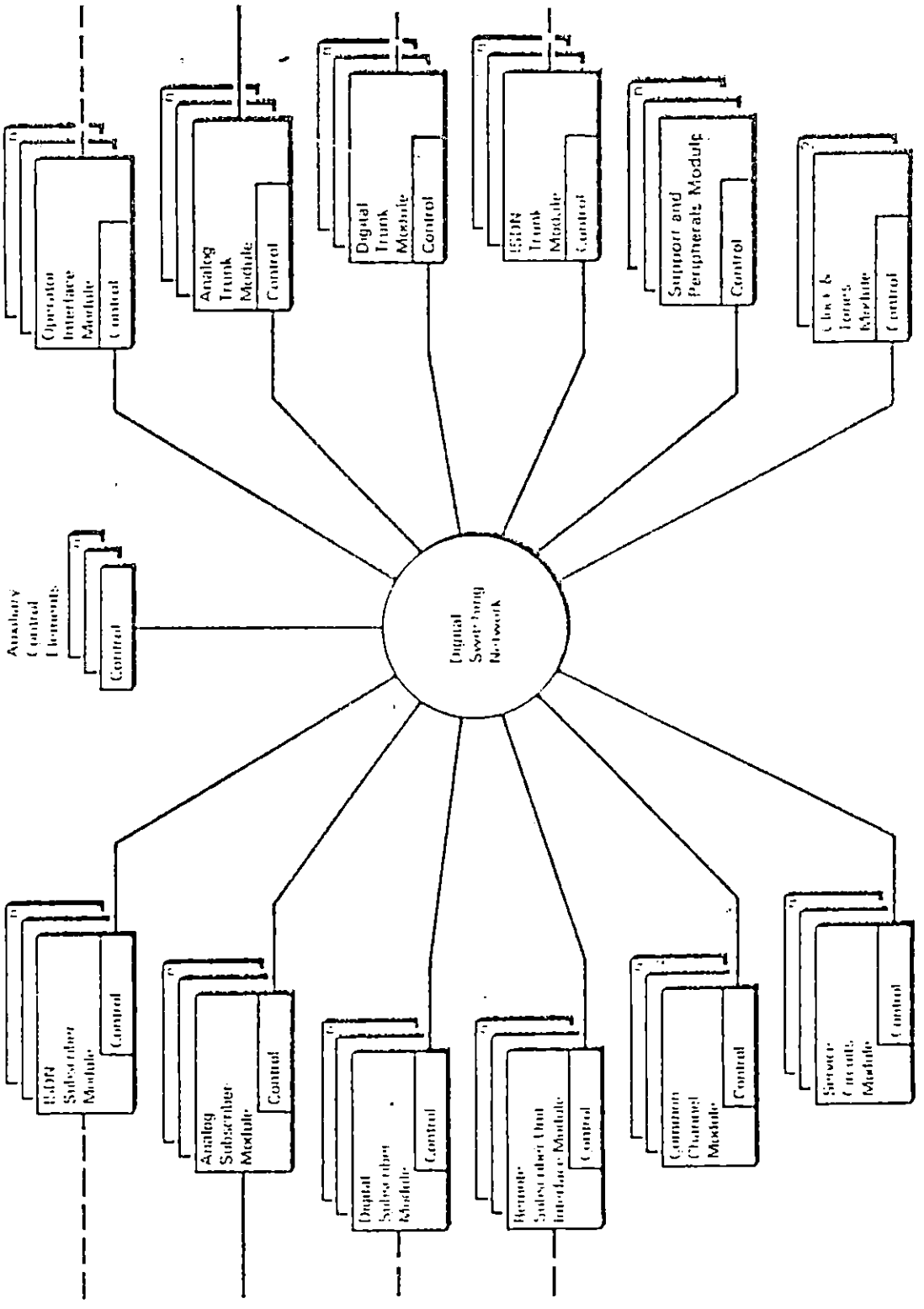


Figura No. 5.12: Arquitectura básica del sistema 12.

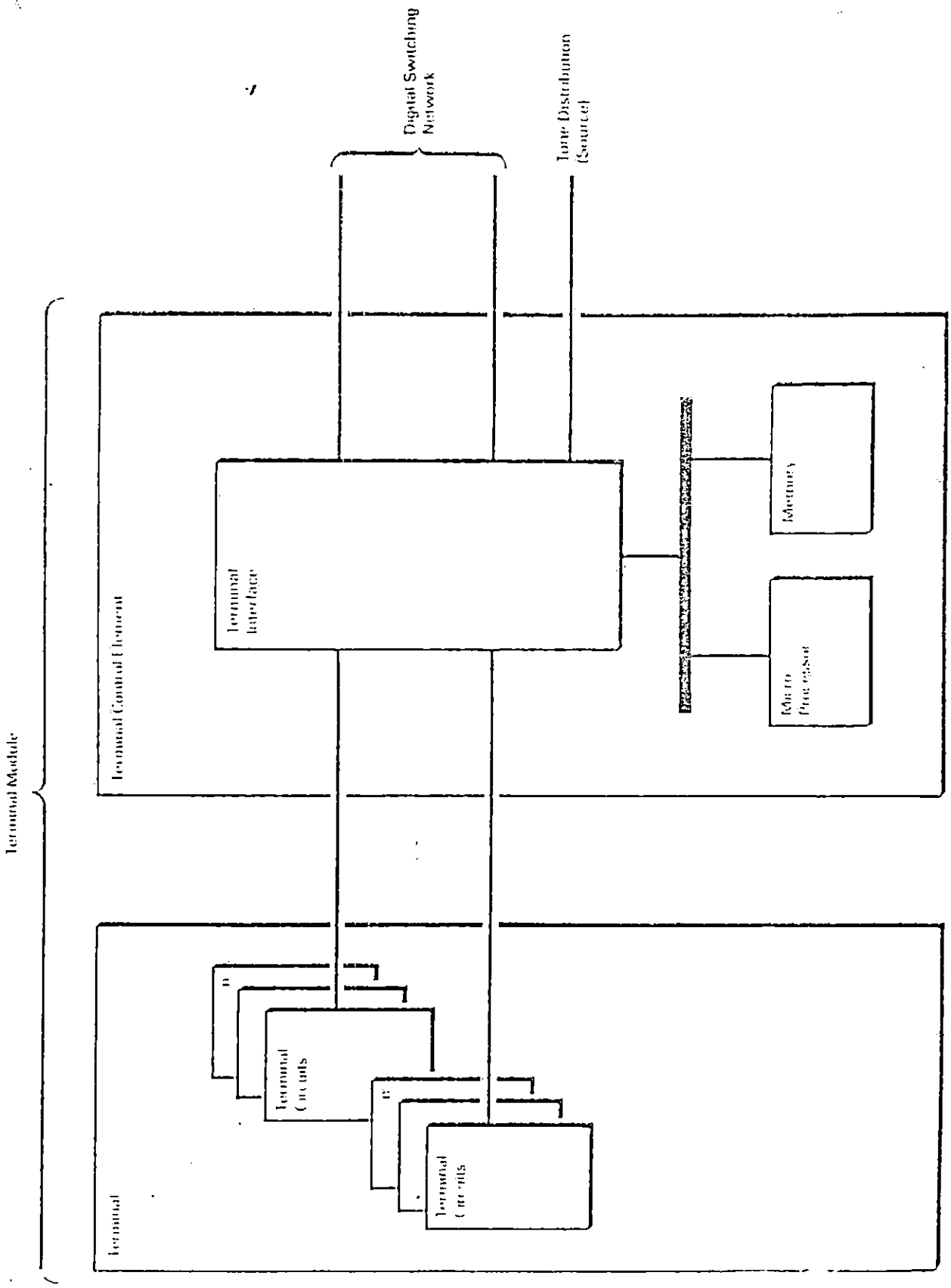


Figura No. 5.13: Módulo terminal del sistema 12

5.2.1.1. Red de conexión digital (DSN).

La red de conexión o red de conmutación del sistema 12 uitliza estructuras del tipo ST como las que se mencionaron en el capítulo II y su control (el control de la red) es de tipo progresivo. La red está compuesta por elementos de un solo tipo llamados **elementos de conmutación digital (DSE);** cada uno de estos elementos posee su propio control para la selección de las vías de conexión. La combinación de DSE se utiliza para formar redes de conexión de diferentes capacidades, las cuales son autocontroladas.

Cada elemento de conmutación digital ocupa un solo circuito impreso y tiene dieciseis puertos bidireccionales de treinta y dos canales. Una ventaja significativa de estos elementos DSE, es que permiten la expanción modular de la red de conexión.

Un aspecto importante de mencionar es que la selección de las vías internas en la red de conexión es controlada desde el elemento de control que originó la petición de servicio y no por los elementos de conmutación digital.

5.2.1.1.1. Elementos de conmutación digital (DSE).

Estos elementos son conmutadores del tipo TS. La figura No. 5.14 muestra la estructura de un elemento de conmutación digital. Cada DSE posee su propio mecanismo de búsqueda de "caminos" y posee su propio mapa de los caminos que pertenecen a dicho elemento. Cada puerto en un DSE transporta treintaidos "time slot" en formato PCM y cada "time slot" contiene una palabra de 16 bits.

Las llamadas originadas en un módulo terminal son encaminadas dentro de la red de conexión solo hasta el punto donde ellas alcanzan un conmutador, el cual da acceso al módulo terminal de destino. Es decir, una llamada penetra tan profundamente en la red como sea necesario.

5.2.1.1.2. Estructura de la red de conexión

Esta es una red de tipo modular con arreglos multietapa, dividida en dos partes funcionales principales: Los conmutadores de acceso (etapa 1) y los conmutadores de grupo (etapas 2,3 y 4)como se muestra en la figura No.5.15.

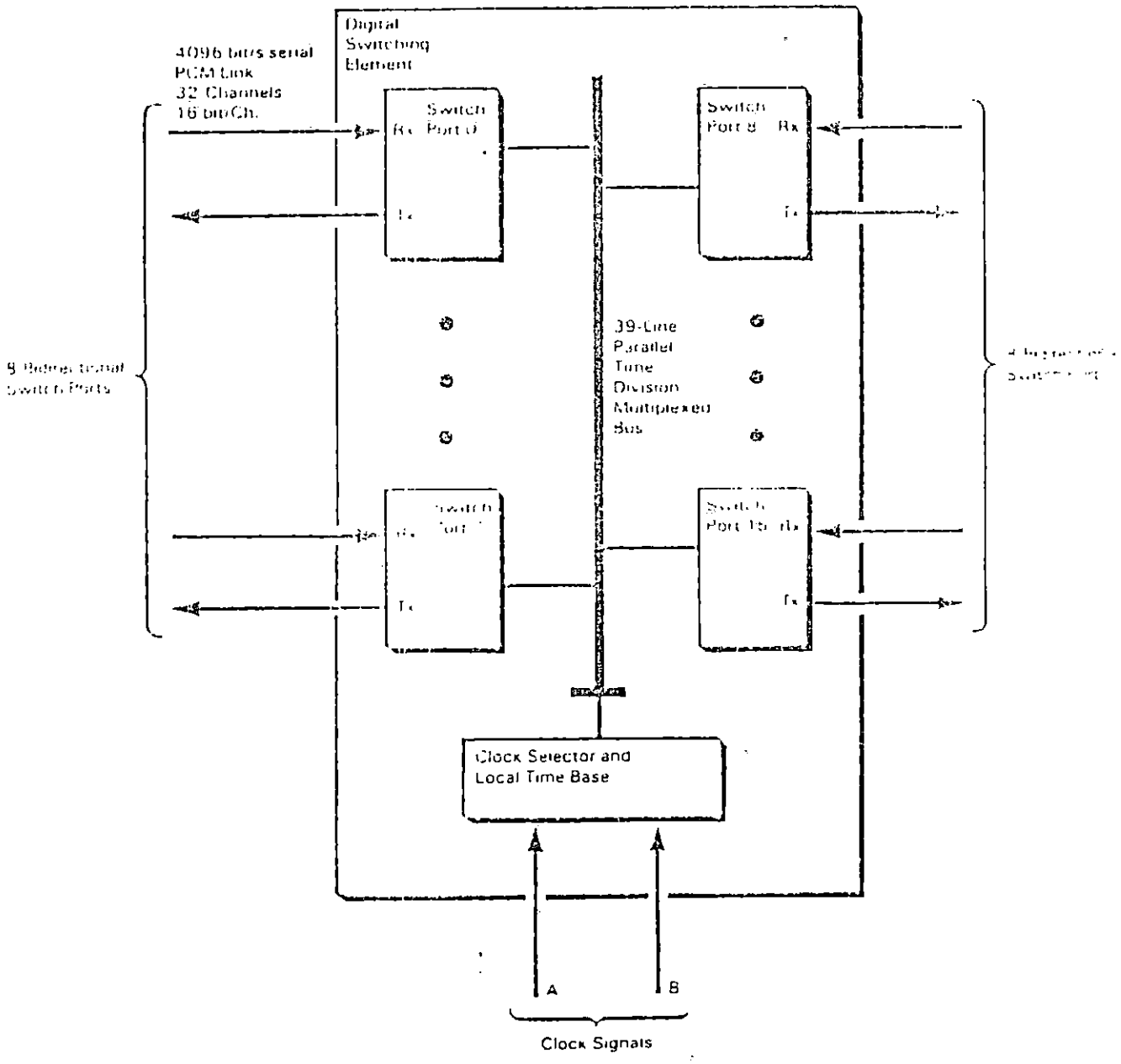


Figura No. 5.14: Elemento de conmutación digital.

Los conmutadores de grupo son configurados en cuatro planos (numerados de 0 a 3). Ambos tipos de conmutadores son físicamente idénticos y consisten de elementos de conmutación digital DSE.

Conmutadores de acceso: cada conmutador de acceso tiene 16 puertos, 12 para la conexión de los elementos de control (CEs) y cuatro para la conexión de cada uno de los cuatro planos de los conmutadores de grupo.

Conmutadores de grupo: cada uno de los cuatro planos de los conmutadores de grupo consiste de una configuración de tres etapas de DSE's (etapas 2,3 y 4) como se muestra en la figura No.5.15. Las etapas 2 y 3 estan divididas en 16 grupos (de 0 a 15) y la etapa 4 en ocho grupos (de 0 a 7). Cada grupo esta compuesto por ocho elementos DSE's (numerados de 0 a 7).

La configuración arriba mencionada es para la capacidad máxima posible. En la práctica una red de conexión es dimencionada de acuerdo al número de terminaciones conectadas a la central y a la carga de tráfico. es decir, el número de conmutadores de acceso y de grupo dentro de una etapa, son una función del número de terminaciones, mientras que el número de planos de los conmutadores de grupo es una función del tráfico.

Cada terminal de la central tiene una dirección única, lo cual simplifica los métodos de búsqueda de vías internas en la red de conexión.

5.2.1.2. Elementos de control.

Los elementos de control estan compuestos por los sigientes bloques funcionales:

5.2.1.2.1. Microprocesadores y memoria

Los elementos de control genéricos (ver figura No.5.16) usados tanto en los elementos de control terminal (TCE) como en los elementos de control auxiliar (ACE) proporcionan una interface entre el circuito terminal y la red de conexión DSN.

El microprocesador que utiliza el elemento de control es el INTEL 8086, el cual posee un bus de datos de 16 bits.

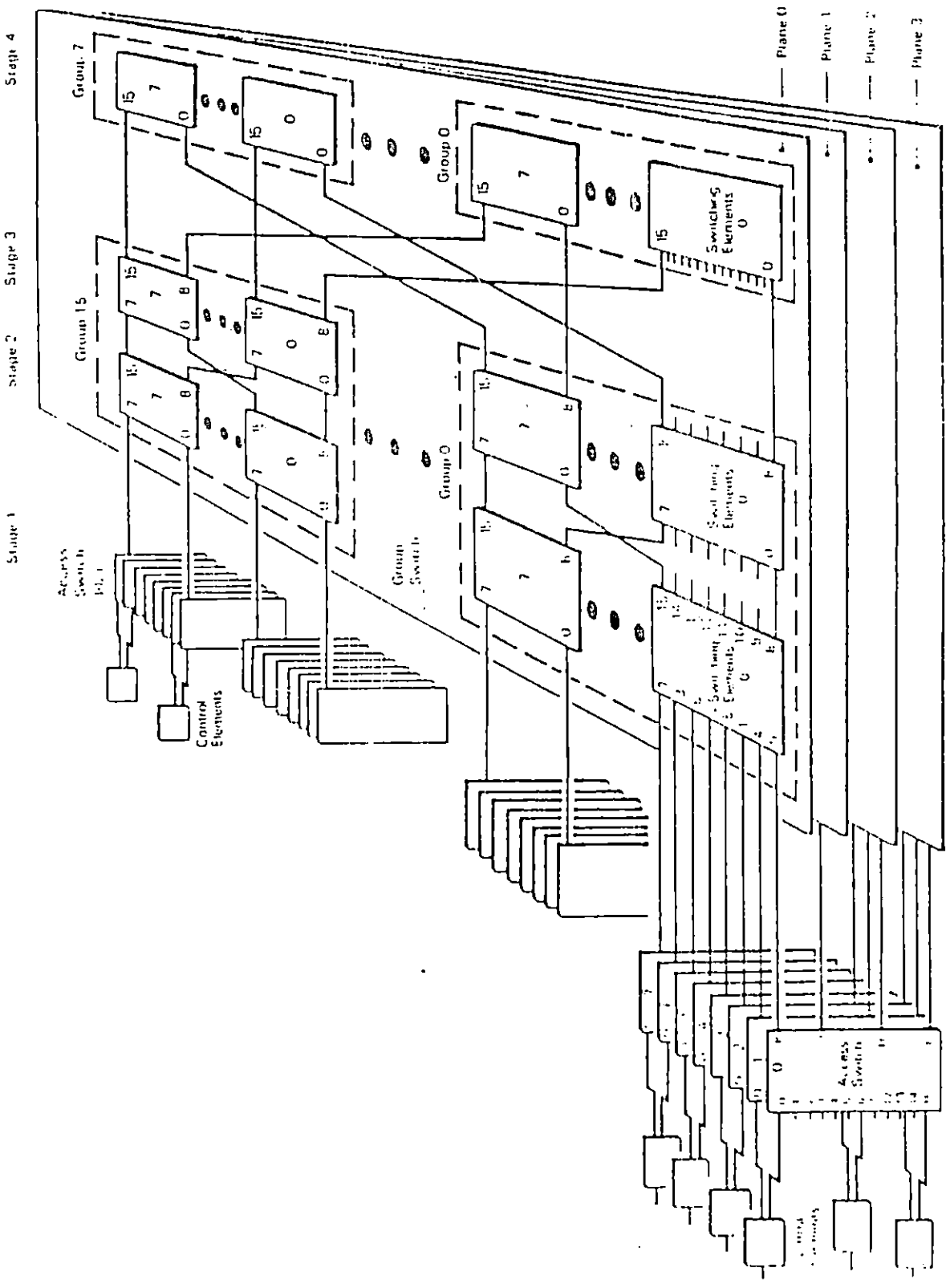


Figura No. 5.15: Estructura de la red de conexión.

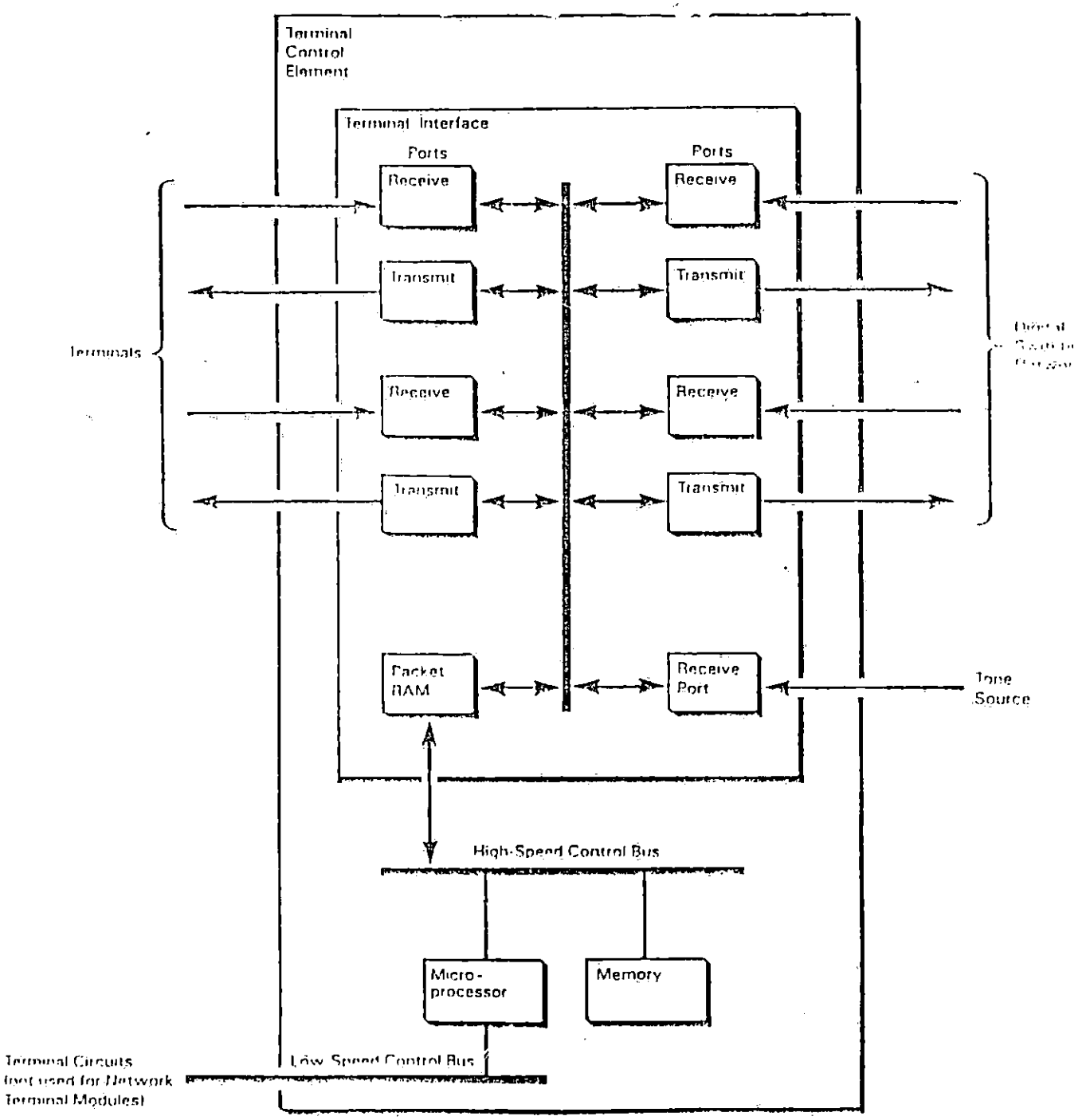


Figura No. 5.16: Interface terminal.

El 8086 tiene capacidad para trabajar con memorias con capacidad de hasta 1 Mbyte. Las memorias son del tipo ROM.

5.2.1.2.2. Interface de control.

Hay dos tipos de interfaces de control con el microprocesador: una es el bus de control de baja velocidad y la otra un bus de control de alta velocidad.

El bus de baja velocidad es usado para el control de los equipos terminales en el grupo de módulos de contol y soporte. Esta interface de baja velocidad es realizada por un bus de trece hilos sobre el cual las direcciones y los datos son multiplexados sobre el mismo conjunto de alambres. este bus no es usado con los módulos terminales de red.

La interface de alta velocidad es usada por el microprocesador para controlar la interface terminal y en el caso de los módulos de soporte y periféricos, para controlar los periféricos de alta velocidad tales como disketeras y cintas magnéticas y para accesar su memoria principal. Este bus también es usado para controlar los circuitos terminales, en los módulos terminales de red. La información de control se hace llegar a los circuitos terminales vía la interface terminal y los enlaces PCM. A diferencia del bus de baja velocidad, el bus de alta velocidad, utiliza hilos separados para datos y direcciones. El bus de datos es de 16 bits, mientras que en el bus de baja velocidad el bus de datos es de 8 bits.

5.2.1.2.3. Interface terminal

La interface terminal (ver figura No.5.17) proporciona los medios para la conexión y sostenimiento de los caminos a través de la red de conexión. también proporciona una etapa de conmutación entre los circuitos terminales y los conmutadores de acceso de la DSN, y realiza funciones de almacenamiento temporal de información ("buffering") para los mensajes entre procesadores.

Un elemento de control terminal posee varios puertos para la conexión con su periferia: tiene dos puertos conectados a la DSN, un puerto que proporciona acceso hacia y desde la memoria y el microprocesador, dos puertos para la conexión del conjunto de terminales asociados al TCE y un puerto para la introducción de tonos. Los puertos para los terminales de voz, hacia la DSN y desde la fuente de tonos, tienen

básicamente las mismas funciones que la de los puertos de la red de conexión digital, con las siguientes excepciones:

- Los comandos para el establecimiento de caminos de voz a través de la interface terminal vienen desde el puerto del procesador en vez de pasar a través de la DSN.

- Mientras en la red de conexión solamente un canal de entrada puede ser conectado a un canal saliente, en la interface terminal un canal entrante puede ser conectado a tantos canales salientes según se requiera, esto permite a cualquier tono o señal de voz fuente, sobre un canal entrante, ser conectados a cualquiera o a todas las conexiones de voz.

El almacenamiento temporal ("Buffering") de mensajes entrantes y salientes al TCE es ejecutado por la memoria RAM dentro de la interface terminal. El microprocesador puede ejercer control sobre los puertos de los terminales de voz y el puerto de tonos, escribiendo o leyendo en los registros de control en el puerto, a través del bus de alta velocidad.

Todos los puertos en la interface terminal interconectados a través de un bus MDT (multtiplex por división temporal). Hay cuatro puertos de transmisión y cinco de recepción, los cuales son construidos con tecnología LSI, junto con algunos elementos de tecnología MSI son utilizados para formar la interface terminal, la cual es construida sobre un solo, circuito impreso.

5.2.1.3. Módulos terminales de la red.

A continuación se describen los diferentes módulos terminales de la red, los cuales estan duplicados para efectos de fiabilidad, y estan orientados a diferentes tipos de abonados y enlaces.

5.2.1.3.1. Módulo para abonado analógico.

Este módulo controla un total de 128 abonados, cada línea maneja su señalización con el módulo y es convertida en señales PCM, las cuales maneja la red de conexión (conversión A/D).

El módulo para abonado analógico tiene un terminal de abonado analógico, junto con el elemento de control terminal

(TCE) estandar, junto con su control lógico y memoria y la interface con la red de conexión digital. La memoria de TCE es del tamaño adecuado para el control de un terminal de abonado, y es cargada con el software apropiado para esta función.

Cada módulo de abonado es capaz de manejar 60 llamadas simultaneamente y como está duplicado puede manejar en total 120 llamadas simultáneamente.

5.2.1.3.2. Módulo para enlace analógico.

Dicho módulo tiene capacidad para conectar 36 circuitos de enlace. Proporcionando la función de conversión A/D, así como también posee una interface para señalización, la cual es apropiada para el sistema de señalización que se esté utilizando.

La estructura de este módulo es similar a la del módulo de abonado analógico, con circuitos terminales, los cuales son las interfaces con las líneas de enlace, y un TCE que proporciona la interface con la DSN.

Los 36 circuitos de enlace están divididos en seis circuitos impresos, cada uno de los cuales maneja un total de seis circuitos analógicos.

5.2.1.3.3. Módulo para enlace digital.

Este módulo consiste de un TCE y su terminal, el cual está formado por una interface de enlace y una interface digital acomodadas sobre un circuito impreso. Dos tipos de circuitos de enlace digital han sido desarrollados: uno para un sistema PCM 32 y otro para un sistema PCM 24, ambos pueden interfuncionar con señalización asociada o señalización por canal común.

Las funciones de la interface de enlace, son la conversión de código HDB-3 a código binario, regeneración y temporización del reloj externo y detección y supervision de diferentes alarmas.

5.2.1.3.4. Módulo para abonados ISDN.

Un módulo para abonados ISDN (ISM), integra la conmutación de circuitos y la conmutación de paquetes con las características de telefonía normal del sistema 12.

Un ISM conecta 64 abonados vía la terminación de línea (interface U, en el capítulo II), la cual soporta 144 Kbits/s de los cuales dos canales de 64 Kbit/s cada uno se utilizan para voz y/o datos y un canal de 16 Kbit/s se usa para señalización y paquetes de datos de baja velocidad.

5.2.1.3.5. Módulo para abonados digitales.

Este módulo se utiliza para conectar a la central abonados, que poseen dispositivos digitales, también se encarga del manejo de la señalización con este tipo de abonados así como de la transmisión de voz y datos digitalizados.

Este módulo es realmente como un subconjunto de un módulo ISM, pero sin la capacidad de conmutación de paquetes. Soporta la misma cantidad de abonados que un módulo ISM.

5.2.1.3.6. Módulo de enlace ISDN.

El módulo de enlace ISDN (ITM) puede manejar 16 o 32 enlaces de 64 Kbit/s. De la misma forma que ISM, el ITM tiene una TCE estandar con la DSN para encaminar llamadas en modo de conmutación de circuitos, más una conexión directa desde el terminal a la red de conexión para el modo de conmutación de paquetes.

5.2.1.3.7. Módulo para interface de unidad remota de abonado.

Este módulo es similar en el diseño al módulo para enlace digital, proporciona la interface y el control para la unidad remota. Puede manejar hasta un máximo de 8 unidades remotas de abonado.

5.2.1.4. Módulos para control y soporte.

Funciones como la comunicación hombre-máquina, procesamiento de periféricos (cintas magnéticas, disketeras etc), generación de señales de reloj y tonos, funciones de soporte de señalización asociada, son ejecutadas por estos módulos.

5.2.1.4.1. Módulo para soporte y periféricos.

Un número de diferentes módulos para soporte y periféricos (SPM), son proporcionados cuando es necesario el soporte de funciones específicas y para proporcionar un medio de conexión y control para los dispositivos periféricos. Un ejemplo de estos módulos es el módulo de mantenimiento, el cual realiza tres funciones básicas: controlar la carga e inicialización de una central, coordinar las acciones de mantenimiento y recuperación en condiciones de falla, y para proporcionar control de entrada/salida para los dispositivos periféricos conectados a la central. Algunos de los dispositivos periféricos a conectar a la central son: unidades de despliegue visual, dispositivos de memoria en masa, diskettes, cintas magnéticas etc.

5.2.1.4.2. Módulo para circuitos de servicio.

Este módulo está relacionado con las funciones de señalización (emisores/receptores de código). Una misma configuración de hardware puede ser programada de acuerdo al tipo de señalización que ha de manejar el sistema. Un módulo está equipado con 32 emisores/receptores.

5.2.1.4.3. Módulo para señalización por canal común.

Este módulo es utilizado para tratar la señalización CCITT No. 7, y alternativamente puede manejar señalización No.6.

5.2.1.4.4. Módulo de reloj y tonos

Todas las funciones de temporización en la central son derivadas del reloj central de este módulo. La temporización de la central puede ser sincronizada con la red nacional o con una central que posea alta estabilidad.
El reloj de la central se distribuye para cada gabinete o "rack" mediante un sistema de bus redundante originado en el módulo de reloj y tonos.

5.2.1.4.5. Módulo para prueba de enlaces.

En cualquier red telefónica es necesario probar los interfaces y sus circuitos de interface asociados, a intervalos de tiempo regulares, para asegurar que un alto grado de servicio es mantenido. La prueba se lleva a cabo realizando mediciones que verifican la calidad de la transmisión de vóz y de la señalización.

Hasta 30 enlaces analógicos o digitales pueden ser probados simultáneamente con este módulo.

5.2.1.4.6. Módulo para interface de operadora.

Hasta 15 posiciones de operadora pueden ser atendidas por este módulo, y la conexión es hecha vía un enlace PCM de 32 canales.

5.3.Descripción del sistema EWSD.

El sistema de conmutación EWSD es utilizado en las redes de telecomunicación actuales, ya que cumple con todas las exigencias que se le demandan. Este es apropiado para todas las aplicaciones, desde la central más pequeña hasta la red urbana más grande. La modularidad del sistema permite adaptarlo a cualquier entorno de la red.

Las ventajas que presenta el EWSD, son las siguientes: permite ahorrar espacio, los interfaces externos e internos están estandarizados, se puede adaptar a diferentes aplicaciones y a futuras tecnologías, la calidad en la transmisión es excelente, el software empleado está subdividido en capas, subsistemas y modulos de software, etc.

El sistema EWSD también proporciona muchas facilidades que contribuyen a su universalidad, flexibilidad y potencia de conmutación y que pueden ser implementadas facilmente, entre otras se tienen:

- Supervisión integrada: Porque el sistema detecta automáticamente las fallas en el hardware o en el software e inicia medidas correctivas. Las unidades principales del sistema están duplicadas.

- Integración en redes existentes: esta se logra gracias a la flexibilidad de sus parámetros.

- Encaminamiento alternativo: Las comunicaciones salientes se pueden establecer directamente o a través de siete rutas alternativas.

Tasación: El sistema EWSD ofrece dos tipos de tasación, a decir:

i) Cómputo de impulsos de tiempo.
ii) Contabilidad automática (CAMA, LAMA).

Las tasas devengadas durante una comunicación transfieren al finalizar la misma; a ambas partes de la memoria del CP (procesador de coordinación) y se envian varias veces a la memoria externa para su protección.

- Medición de tráfico: el sistema registra los datos de tráfico e incluye la anotación, la grabación y la supervisión de datos de tráfico, lo cual proporciona información sobre el estado actual.

5.3.1. Estructura del hardware del sistema EWSD.

La arquitectura del hardware permite muchas combinaciones flexibles de subsistemas y cuenta con interfaces claramente definidos, ver figura No. 5.18.

Antes de describir los elementos que componen una central EWSD, se definiran algunas abreviaturas.

DLU : Unidad de línea Digital.
LTG : Grupos de Conexión.
CCNC: Control de la Red de señalización por Canal común.
MPT : Transferencia de Mensajes.
SN : Red de Conmutación.
CP : Procesador de Coordinación.

5.3.1.1 Subsistema de acceso.

Las funciones determinadas por el entorno de la red son ejecutados por la DLU y los grupos de conexión (LTG). El control de la red de señalización por canal común (CCNC) funciona como parte de transferencia de mensajes del sistema

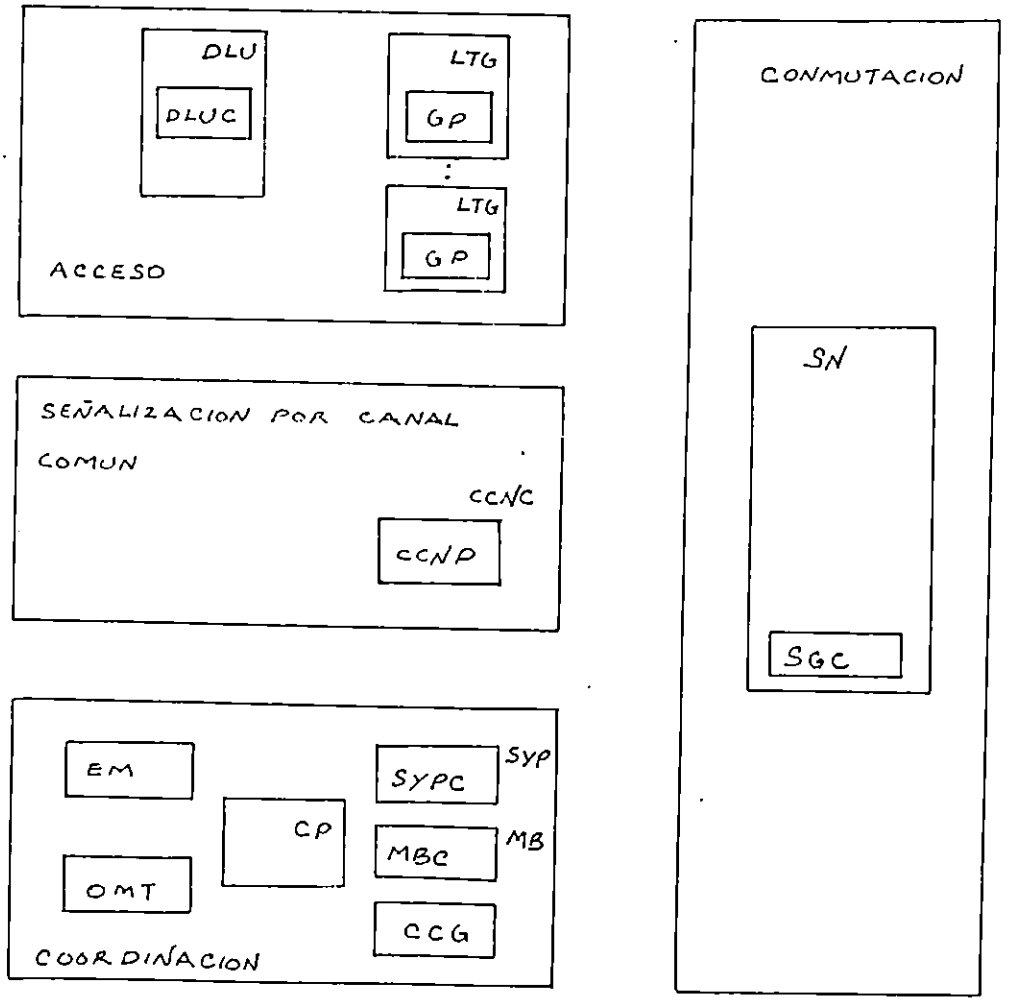


Figura No. 5.10: Estructura del hardware del sistema ENSD.

de señalización. La función de la red de conmutación consiste en interconectar las líneas y troncales de la central de acuerdo a los requerimientos de los abonados.

5.3.1.1.1. Unidad de línea digital (DLU).

Las unidades de línea digital sirven a:

- Líneas de abonado analógicas.
- Líneas de abonado RDSI.
- Centrales Privadas.
- Centrales Privadas RDSI.

Las unidades de línea digital pueden ser operadas de dos formas (localmente o a distancia).

Por razones de seguridad, cada DLU está conectada a dos LTG diferentes, sus unidades con funciones centrales estan duplicadas. Las DLU estan enlazadas con los LTG a través de dos de cuatro circuitos multiplex primarios (PDC, 2.048Kbis/s ó 1.544Kbits/s), los circuitos PDC soportan los usuarios, el control y la información de operación y mantenimiento.

Para la transmisión de información de control (señalización) y de operación y mantenimiento entre la DLU y los LTG se utiliza un subconjunto del sistema de señalización No.7. Los componentes principales de una DLU se muestran en la figura No.5.19.

Descripción:

- Modulos de línea de abonado (SLM).
SLMA: Para conexión de líneas de abonado analógico y/o SLMD para conexión de líneas de abonado RDSI.

- DIUD: Unidades de Interfaz Digital para la conexión de los PDC.

- DLUC: Unidades de Control para la transmisión de la información de usuario entre los SLM y las unidades de interfaz digital.

- Dos redes de control para la transmisión de la información de control entre los SLM y las unidades de control.

- TU: Unidades de prueba para comprobar los telefónos, las líneas y los circuitos de abonado, también para distancia desde un centro de operación y mantenimiento.

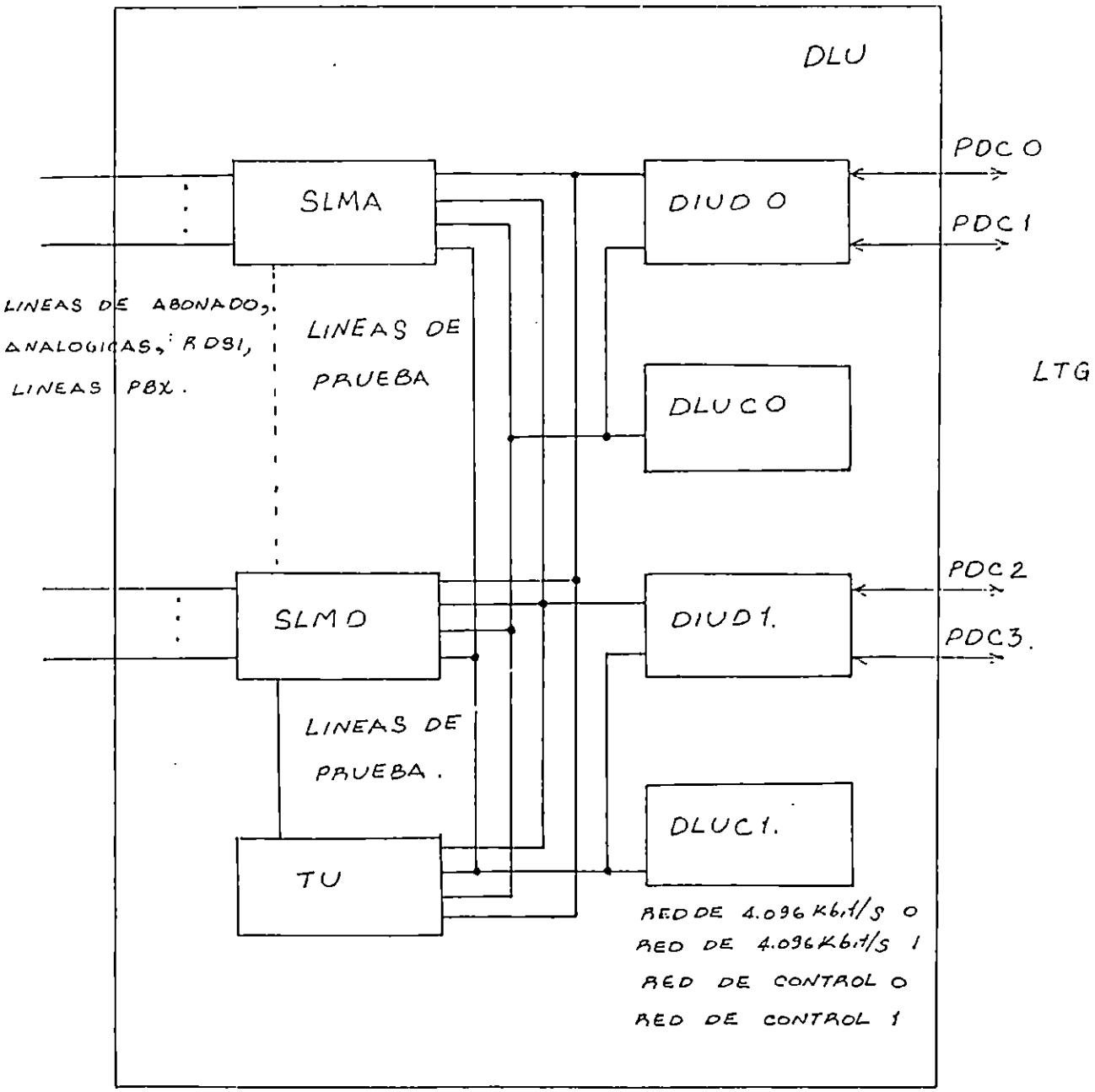


Figura No. 5.19: Unidad de línea digital.

5.3.1.1.2. Grupos de conexión (LTG).

Los grupos de conexión constituyen la interfaz hacia la red de conmutación (SN), y la conexión a las líneas a los LTG, se realiza de la siguiente manera:

- Las líneas de abonado a través de unidades DLU.

- Las troncales digitales y las líneas de acceso a velocidad primaria RDSI directamente.

- Las troncales analógicas a través de un convertidor-multiplexor de señales (SC-MUX).

Aunque por las líneas de abonado y las troncales se emplean sistemas de señalización distintos, los LTG disponen de un interfaz hacia la red de conmutación independiente de la señalización.

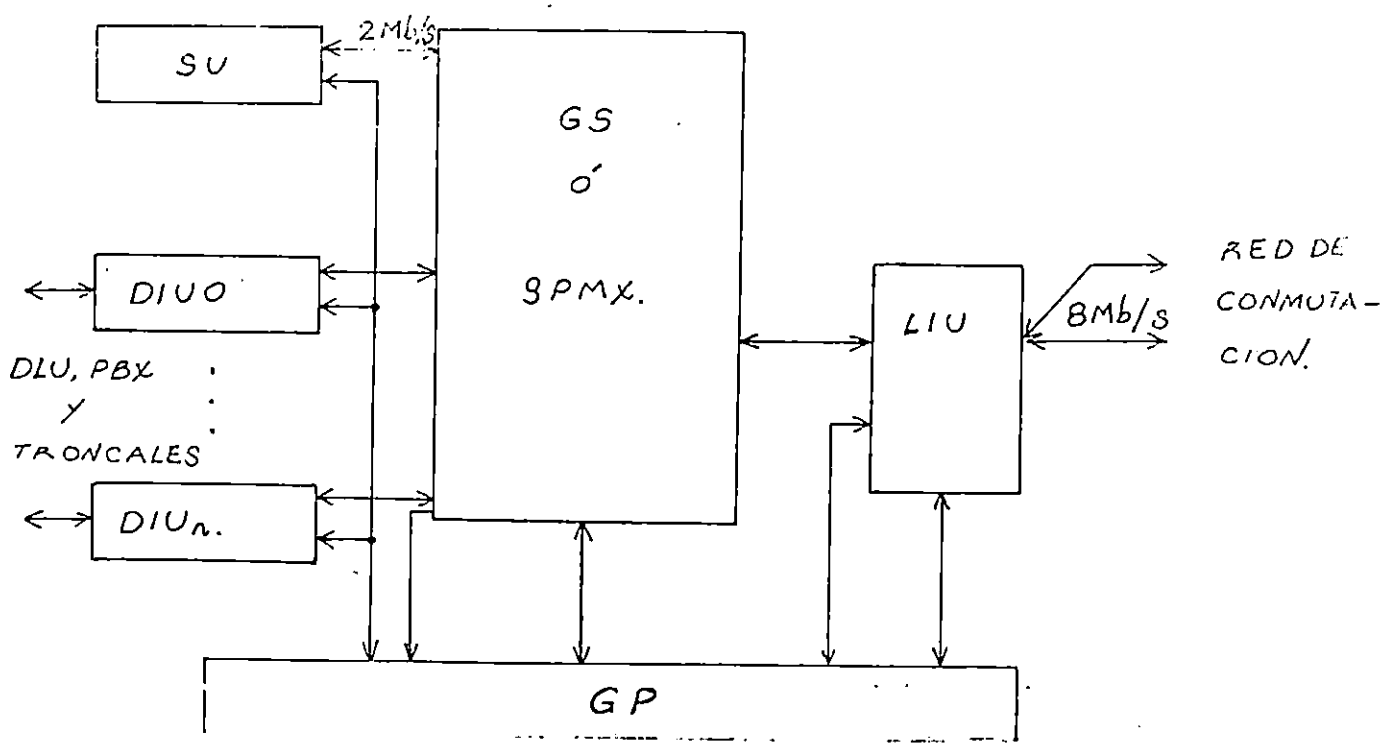


Figura No.5.20: Grupo de Conexión.

La velocidad binaria en todas las líneas multiplex que enlazan los grupos de conexión con la red de conmutación es de 8.192Kbit/s, (8Kbit/s). Cada línea multiplex de 8Mbits/s incluye 128 canales de 64Kbit cada uno. Cada LTG esta conectado a ambos niveles de la red de conmutación duplicada. En la figura No. 5.20, se muestran los componentes de los LTG.

Cada grupo de conexión esta compuesto de las siguientes unidades funcionales:

GP: Procesador de Grupo.
GS: Conmutador de grupo ó multiplexor vocal (SP-MX).
LIU: Unidad de interfaz de enlace.
SU: Unidad de señalización MFC, marcación de teclado y acceso de prueba.
DIU: Unidad de interfaz digital para puestos de conmutación digitales, hasta 8 modulos digitales de línea de operador.

5.3.1.2. Subsistema de conmutación.

Red de Conmutación (SN), Esta está compuesta de conmutadores de tiempo y de espacio. En los conmutadores de tiempo los octetos a conmutar cambian intervalo y su línea multiplex de acuerdo con su destino, mientras que en los conmutadores de espacio cambian su línea multiplex sin cambiar el intervalo. en la figura No.5.21 se representan la división de la SN en conmutadores de tiempo (T) y de espacio (S).

Los patámetros de los conmutadores de tiempo y de espacio 4/4, 16/16, 8/15, 15/8, representan el número de líneas multiplex de 8Mbits/s, con 128 canales cada una. Las vías de conexión a través de los conmutadores de tiempo y de espacio, las establecen los controles de los grupos de conmutación (SGC) de acuerdo a la información recibida del (CP). También generan los datos de activación y establecen los canales de mensajes para el intercambio de datos entre los controles distribuidos.

5.3.1.3. Subsistema de coordinación. (Procesador de coordinación).

Este ejecuta funciones de gestión de la base datos, como por ejemplo:

- Almacenamiento y administración de todos los programas y todos los datos de la central y de abonado.

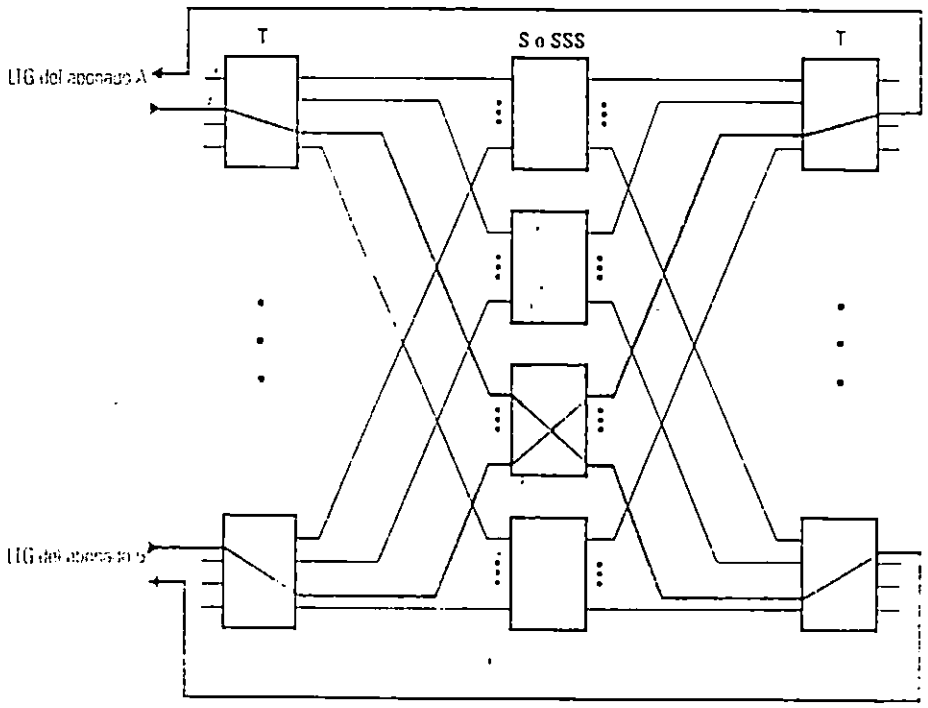


Figura No. 5.21: Subsistema de conmutación.

- Procesamiento de la información recibida para encaminamiento, selección de vía, zonificación tasación.

- Comunicación con centros de operación y mantenimiento.

- Tratamiento de la interfaz hombre-máquina.

El sistema EWSD emplea dos tipos de CP (CP 112, CP103/CP113) y se emplean en centrales medianas, pequeñas y rurales. El CP esta compuesto por las unidades funcionales siguientes.(ver figura No.5.22).

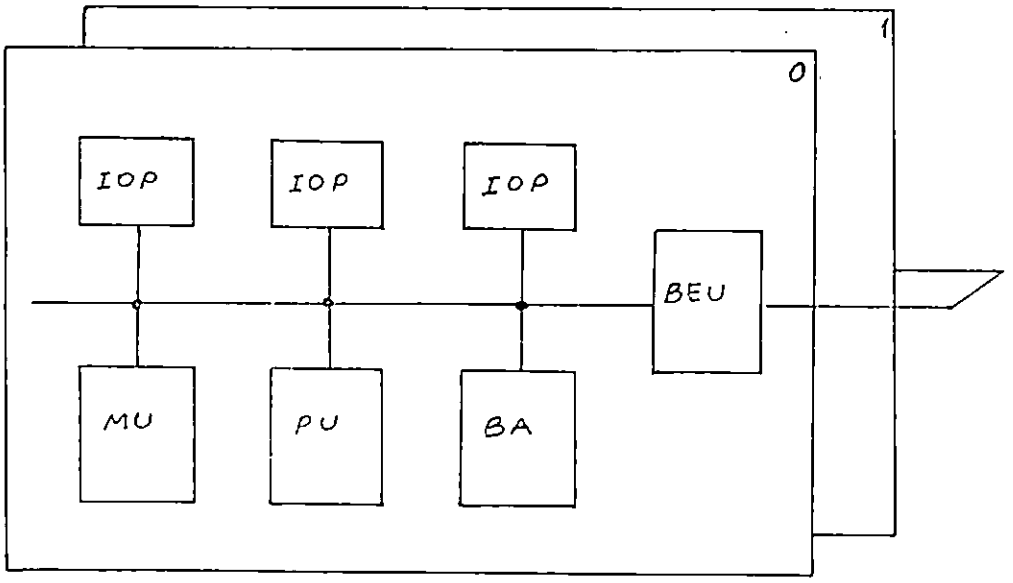


Figura No.5. 22: Procesador de coordinación 112.

PU: Unidad de Procesamiento.
MU: Unidad de Memoria.
BA: Asignador de Bus.
BEU: Unidad de Ampliación de Bus.
IOP: Procesador de Entrada Salida.

En centrales medianas o muy grandes se emplea el CP 103 ó el CP 113 que es un multiprocesador en el cual trabajan en paralelo dos o más procesadores idénticos con reparto de carga. La carga de n procesadores se distribuye entre n+1

procesadores; las unidades funcionales principales de un multiprocesador son: (ver figura No. 5.23).

BAP: Procesador básico para operación y mantenimiento.

CAP: Procesador de llamadas solo para conmutación.

IOC: Control de entrada/salida.

IOP: Procesador de entrada/salida.

Figura No. 5.28 Procesador de coordinación.

5.3.1.4. Control de la red de señalización por canal común (CCNC).

El sistema EWSD emplea señalización por canal común No.7 para el intercambio de la señalización entre centrales.

Al CCNC pueden conectarse como máximo 254 canales comunes de señalización a través de enlaces analógicos o digitales. Los enlaces digitales son conectados desde los LTG al CCNC a través de los niveles de la red de conmutación duplicado. El CCNC está conectado a la red de conmutación a través de líneas multiplex primarias de 8 Mbits/s.

En la figura No. 5.24 se muestra los componentes del CCNC.

El CCNC está compuesto de:

- 32 grupos con 8 terminales de enlace de señalización cada uno (32 grupos SILT).

- Un procesador de la red de señalización por canal común.

5.3.2. Operación y mantenimiento.

Las funciones de operación y mantenimiento incorporados al sistema EWSD estan organizadas según recomendaciones del CCITT. Estas funciones se pueden realizar localmente o bien en un centro de operación y mantenimiento, la desición en cuanto al modo a emplear para una central depende en gran medida de factores como el entorno local de la red, el número de centrales instaladas en la red y el tamaño de las mismas. (ver figura No. 5.25).

5.3.2.1. Modo de operación y mantenimiento locales

Estas son utilizadas cuando el sistema EWSD es la primera central digital instalada en una red telefónica, aquí las tareas de operación y mantenimiento se ejecutan en la misma central con una selección básica de equipo. (ver figura 5.26). El software para operación y mantenimiento locales se encuentra en el CP.

Descripción de los elementos:

SYP: Panel indicador del sistema.
OMT: Terminal de operación y mantenimiento (terminal impresor PT, terminal de video VDU).
MTD: Cinta magnética.

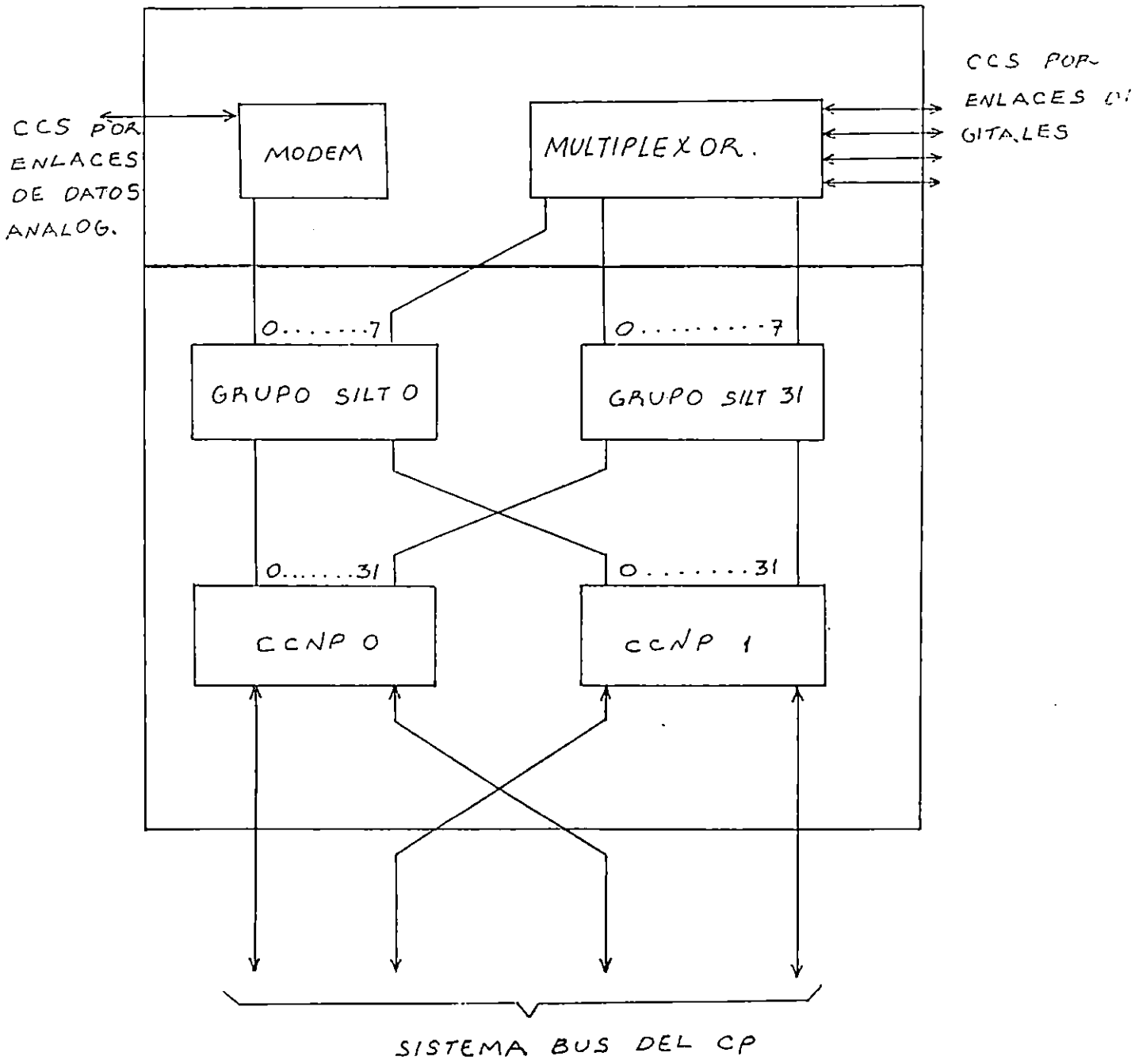


Figura No. 5.24: Control de la red de señalización por canal común.

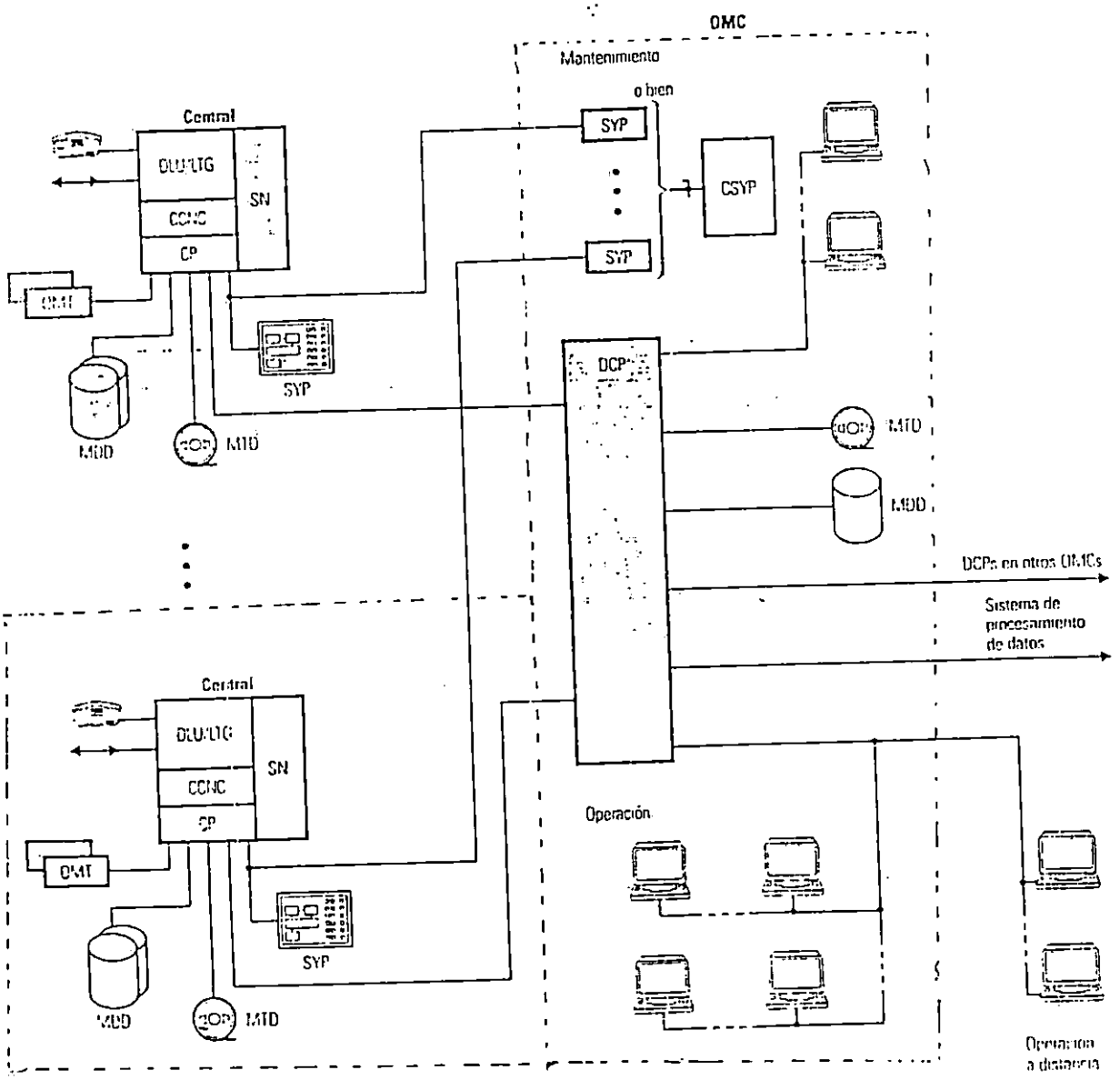


Figura No. 5.25: Centro de operación y mantenimiento.

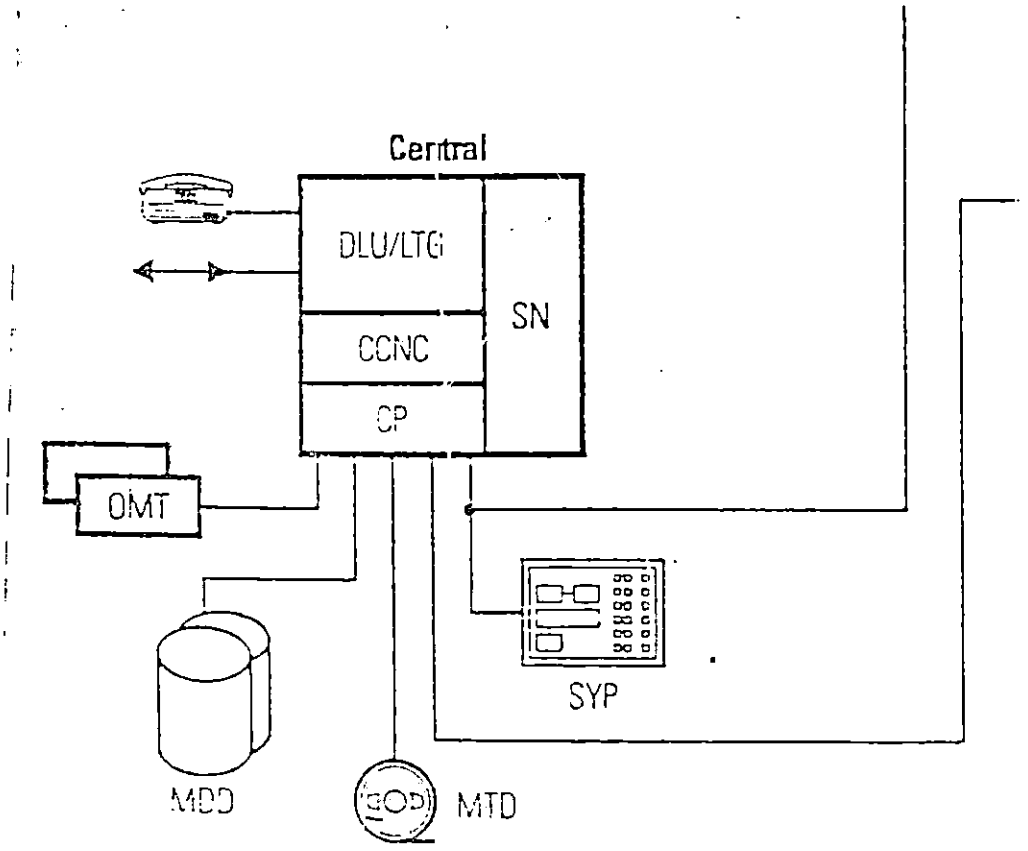


Figura No. 5.26: Centro de operación local.

5.3.2.2. Operación y mantenimiento centralizados.

Las centrales EWSD asignadas a un centro de operación y mantenimiento (OMC) se operan juntas, concentrandose las tareas de operación y mantenimiento en terminales OMT específicas. Aquí los terminales OMC tienen accseso a todas las centrales, las cuales siguen contando con el software y la selección de equipo para operación y mantenimiento locales (figura No.5.27).

En el OMC están conectados los siguientes equipos:

- Terminales de operación y mantenimiento OMT (VDU o PC) para funciones interactivas.
- Equipos de cinta magnética MTD, para la entrada y salida de datos masivos.
- Equipos de disco magnético (MDD) como memoria de reserva

para programas y datos y para almacenar datos masivos.
- Paneles indicadores del sistema para visualización de alarmas (CSYP).

Cada OMC dipone de un panel indicador del sistema centralizado para varias centrales o de un panel indicador del sistema para cada central. El OMT, El MTD y el MDD están conectados a un procesador de comunicación de datos (DCP).

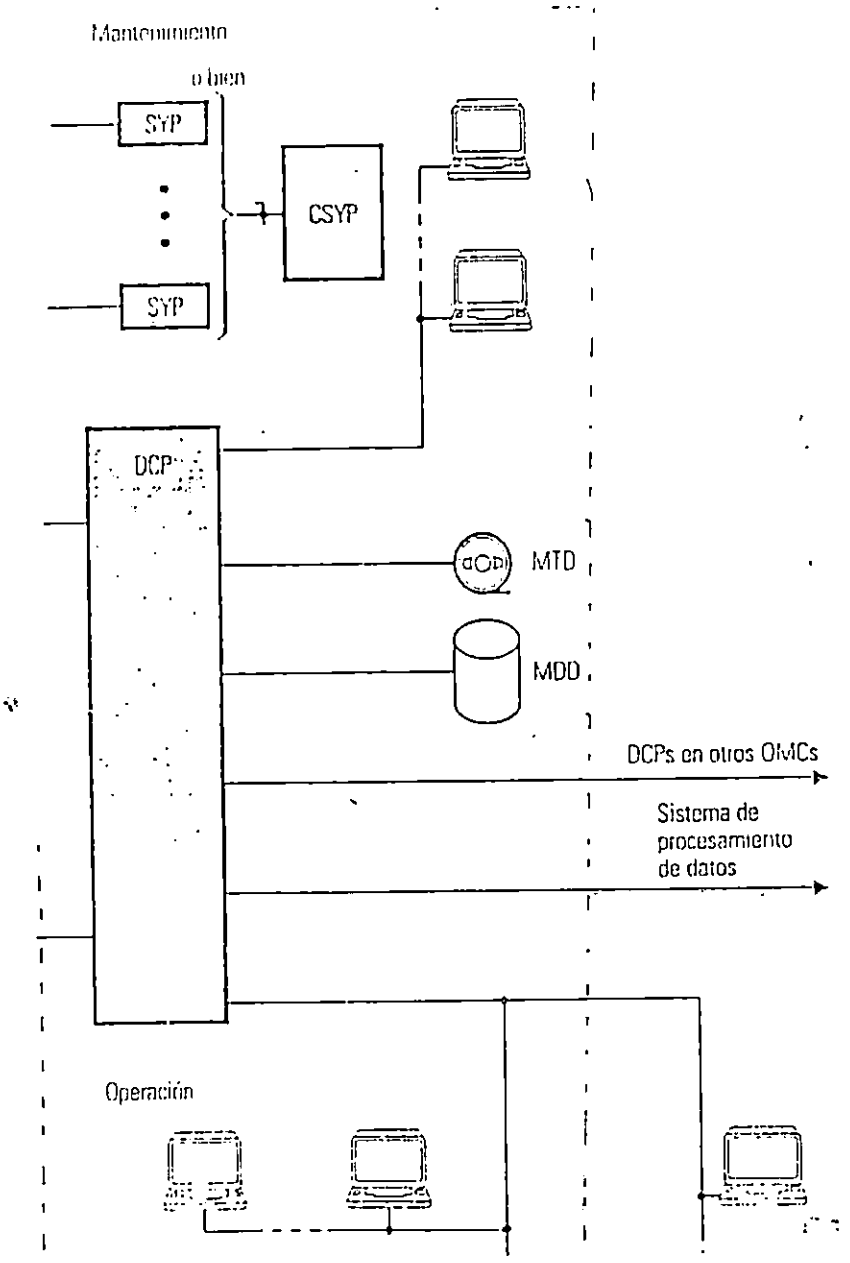


Figura No. 5.27: Centro de operación y mantenimiento centralizados.

5.3.3. Software del sistema EWSD.

El software EWSD esta caracterizado por su alto grado de calidad y eficiencia, gracias a poseer una arquitectura modular flexible y al software basado en el lenguaje CHILL.

El EWSD se basa en el uso de software recargable, el cual para una central constituye el sistema de programa de aplicación.

De acuerdo con el control distribuido dentro del EWSD, cada procesador dentro del sistema necesita su propio software, para cada procesador rige pues, que el software está subdividido en su parte independiente y otra dependiente del sistema.

La parte independiente de la aplicación contiene siempre el sistema operativo adaptado a las funciones de un subsistema hardware particular. El software de los distintos procesadores incluye normalmente una gran variedad de funciones. por lo que esta subdividido en subsistemas y estos a la vez en módulos (figura No.5.28).

Los datos específicos de la central se almacenan en la base de datos del CP, su volumen y contenido dependen de los equipos y del entorno de la red de la respectiva central. La base de datos forma parte del software del usuario. Los programas de procesamiento de llamadas controlan el establecimiento de las comunicaciones de acuerdo con los requerimientos de los abonados. Además del hardware estos programas necesitan información sobre el encaminamiento y el entorno de la red.

5.3.3.1. Sistemas operativos.

El sistema operativo del procesador de coordinación CP consta de programs ejecutivos y programas de protección.

Los programas ejecutivos estan compuestos de las siguientes partes:

- El control de ejecución: Que determina el orden en que el CP ejecuta sus tareas tras la fase de arranque, esto afecta generalmente a la secuencia de eventos como, entradas o peticiones del sistema operativo.

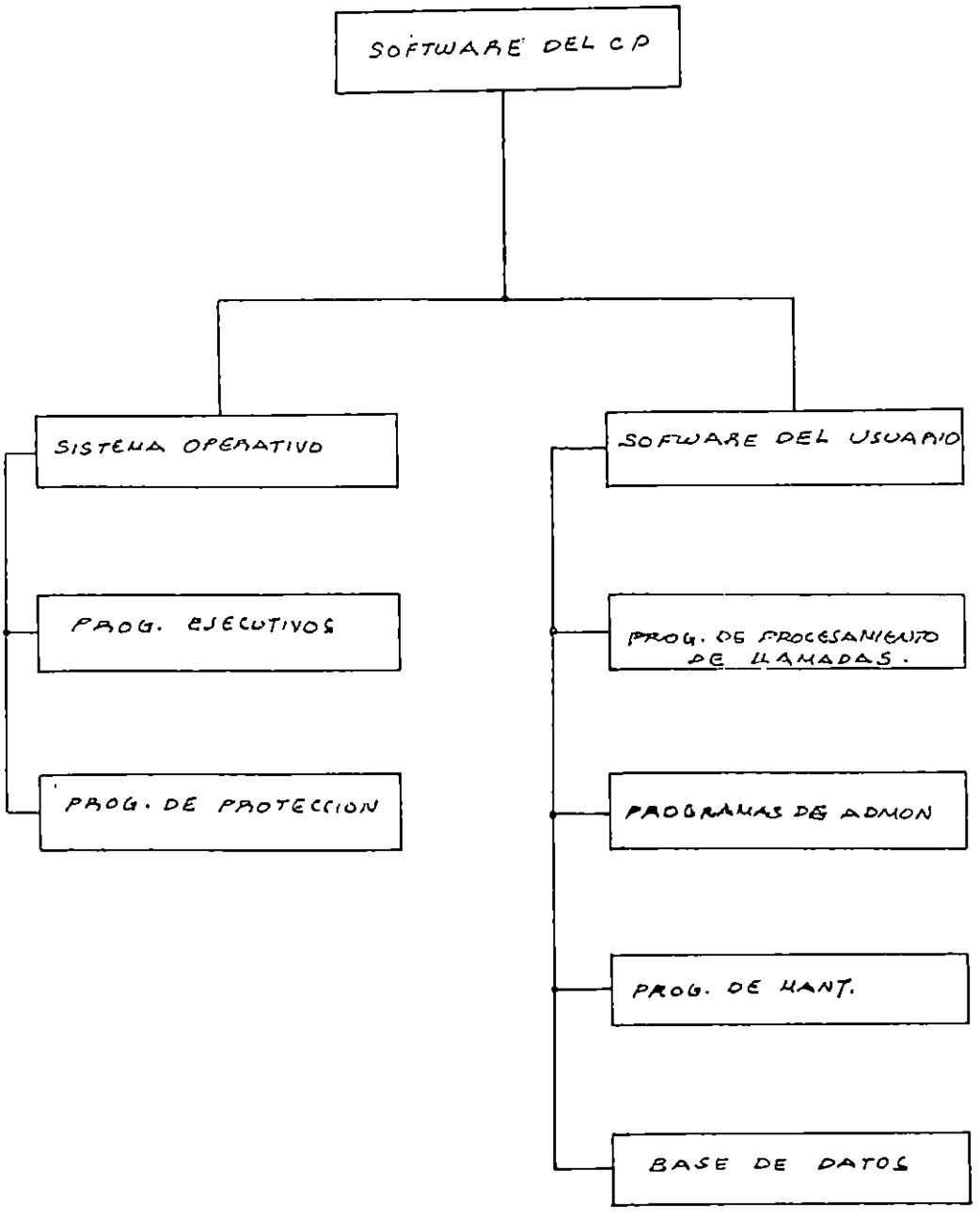


Figura No. 5.28: Arquitectura del software.

- La administración de Temporizadores: Que permite a los programas de usuario activar y reponer temporizadores, con lo que éstos pueden supervisar la temporización correcta para la ejecución de secuencias e iniciar otras operaciones al cabo de un tiempo específico en un momento determinado.

- La memoria: Esta está disponible para el software recargable requerido eventualmente, su reasignación y desocupación corre a cargo de la administración de memoria.

- Las partes de entrada y salida de los programas ejecutivos: que controlan y supervisan el intercambio de mensajes con la periferia de procesamiento de llamadas (LTG), el control de la red de señalización por canal común (CCNC) y la periferia de operación y mantenimiento y se encargan del procesamiento previo de los comandos LHM.

5.3.3.2. Programas de protección.

Estos programas consisten en:

- Registrar y procesar mensajes de protección procedentes de la periferia y de los procesos del CP.

- Controlar la ejecución de pruebas periódicas.

- Recopilar y almacenar síntomas de error.

- Analizar y localizar errores.

- Adoptar las medidas de recuperación adecuadas para suprimir los efectos de errores de software que no pueden neutralizarse por los propios programas de usuario.

Las medidas de recuperación en el EWSD están implementadas en varios niveles principales y corresponden al rearranque, nuevo arranque y arranque inicial.

El rearranque se aplica sólo a los procesos que se están ejecutando en ese momento y no afecta a más de una comunicación. El nuevo arranque repone todos los procesos y afecta a todas las comunicaciones que se están estableciendo. El arranque inicial, que implica la recarga de todo el software, da lugar a la disolución de todas las comunicaciones.

El software del usuario incluye el procesamiento de llamadas, funciones de administración y mantenimiento y la base de datos correspondiente para la aplicación específica.

La base de datos contiene tanto datos transientes como datos semipermanentes. los datos transientes están relacionados en su mayoría con las llamadas y son modificados continuamente por los programas de procesamiento de llamadas durante la operación. En cambio, los datos semipermanentes describen condiciones y características que cambian con poca frecuencia durante la operación.

Los programas de procesamiento de llamadas, en el CP, ejecutan solamente las funciones de procesamiento de llamadas para las que se necesita recurrir a los datos que estan exclusivamente a disposición del CP.

las actividades del GP relativas al procesamiento de mensajes son las siguientes:

- Evaluación de datos de llamada y de terminación.

- Modificación de datos de llamada y de datos de terminación transientes.

- Identificación de señales.

- Envió de mensajes al CP, a otros GP, al CCNC o a una DLU.

Los programas de administración: que son los que procesan los programas de LHM administrativos, para lo cual se requieren las siguientes funciones:

- Incorporación de datos en la base de datos.

- Modificación, lectura y edición de datos en la base de datos para su salida.

- Control de procesos de medición del tráfico en el CP.

Los programas de administración se encargan de guardar los datos de tasación, estadísticos y de tráfico en la memoria externa.

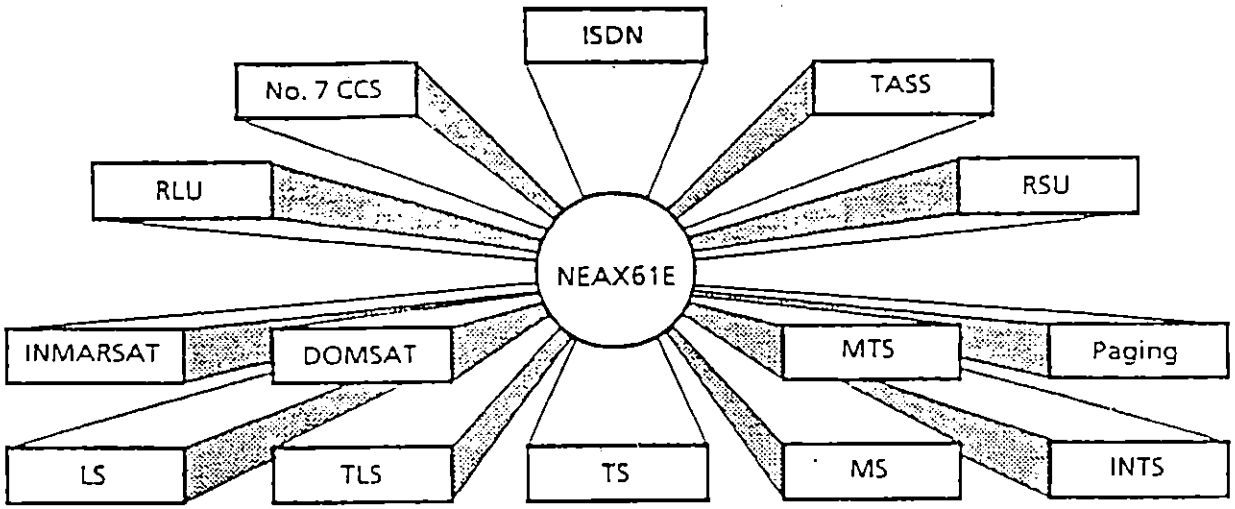
los programas de mantenimiento de los CP procesan:

- Los mensajes procedentes de los programas de mantenimiento en el CP.
- Los resultados procedentes de las unidades de prueba en la DLU y de los equipos de prueba en los LTG.

Otra función de los programas de mantenimiento consiste en visualizar fallas en el panel indicador del sistema, y emitir señales acústicas para las mismas si fuese necesario.

5.4 DESCRIPCION DEL SISTEMA NEAX 61.

Este es un sistema de conmutación digital con control por programa almacenado; físicamente es pequeño y dispone de sistemas de multiprocesamiento de procesador simple, y sistemas remotos para proveer el máximo rango de aplicación y necesidades (tabla 5.1)



DOMSAT	:	Sistema de Satélite Doméstico
CCS	:	Sistema de Señalización por Canal Común
INMARSAT	:	Sistema de Satélite Marino Internacional
INTS	:	Central Internacional (Cabeza de Linea)
ISDN	:	Red Digital de Servicios Integrados
LS	:	Central Urbana
MS	:	Central de Tráfico
MTS	:	Sistema de Telefonia Móvil
RLU	:	Unidad de Linea Remota
RSU	:	Unidad de Conmutación Remota
TASS	:	Sistema de Servicio de Asistencia de Tráfico
TLS	:	Central Urbana e Interurbana Combinadas
TS	:	Central Interurbana

Tabla 5.1: Rangos de aplicación y capacidad del NEAX61E.

El Hardware del sistema NEAX61E está constituido por cuatro subsistemas funcionales. Un subsistema de aplicación, un subsistema de Conmutación, Un subsistema de procesador y un subsistema de operación y mantenimiento.

La configuración con multiprocesadores tiene la característica principal de que el sistema de control se distribuye. Esta arquitectura, a veces se llama sistema de arquitectura única y se basa en el concepto de distribución de carga.

5.4.1 Estructura del Hardware del sistema NEAX 61

Como se dijo anteriormente el sistema consiste de los siguientes subsistemas:

- Subsistema de Aplicación.
- subsistema de Conmutación.
- Subsistema de Procesador.
- Subsistema de Operación y Mantenimiento.

En la figura No. 5.29 se muestra un diagrama en bloques del sistema.

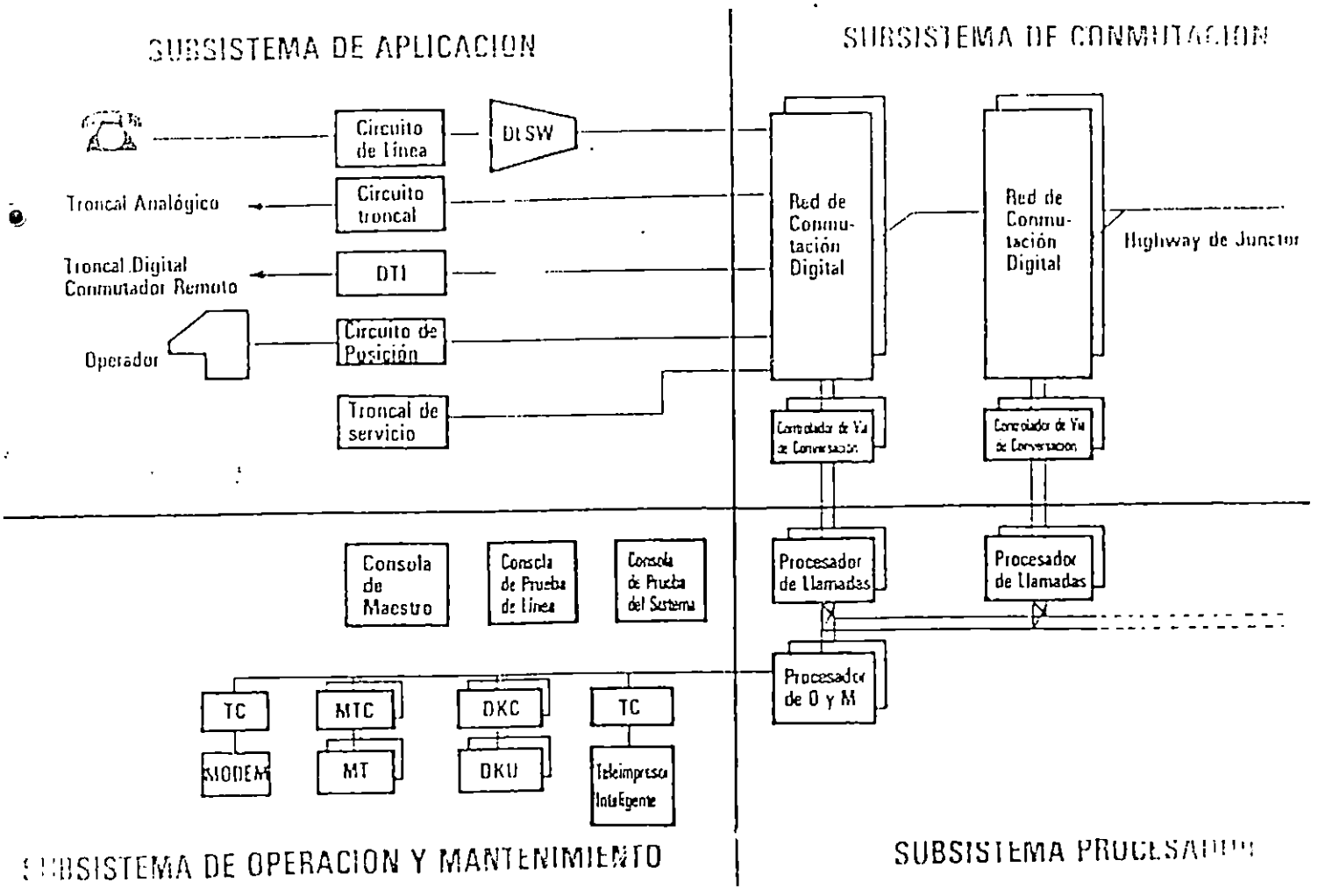


Figura No.5.29: Estructura del sistema Neax 61.

5.4.1.1. Subsistema de aplicación.

Este subsistema posee una interfaz normalizada entre la red telefónica y los subsistemas de conmutación y de procesador, esta conformado por varios tipos de interfaces de servicio que controlan las funciones de los diferentes circuitos terminales y de interfaz con el subsistema de conmutación, y envía la información de exploración al procesador de llamada correspondiente (figura No.5.30).

El subsistema de aplicación se interconecta con el subsistema de conmutación a través de señales multiplexadas que se envían por 128 canales a 8.192Mbits/se.

5.4.1.1.1. Interfaz con líneas analógicas.

Estas utilizan un circuito terminal llamado circuito de línea para controlar la conversación analógica/digital de las señales de las líneas de los abonados, e incluye los telefónos monederos, PBX y líneas compartidas.

5.4.1.1.2. Interfaz con troncales analógicas.

Estas interfaces trabajan con circuitos troncales analógicos entre centrales. Estas suelen clasificarse en salientes, entrantes y bidireccionales. Aquí las señales provienen de un circuito troncal analógico y se convierten en señales PCM por un CODEC (codificador - decodificador) sin concentración alguna, cada circuito troncal dispone de un CODEC por circuito, que además de realizar la conversión analógica/digital, digital/analógica provee la función de atenuación. (ver figura No.5.31).

Las señales PCM son multiplexadas hasta llegar a un máximo de 120 canales por el multiplexor primario.

5.4.1.1.3. Interfaz para troncales digitales.

Esta interfaz conecta al sistema de transmisión PCM directamente a la red de conmutación, pudiendose acomodar circuitos de interfaz de transmisión digital (DTI) diseñados especificamente con 4 líneas PCM de 30 canales ó 5 líneas de 24 canales. (figura No.5.32).

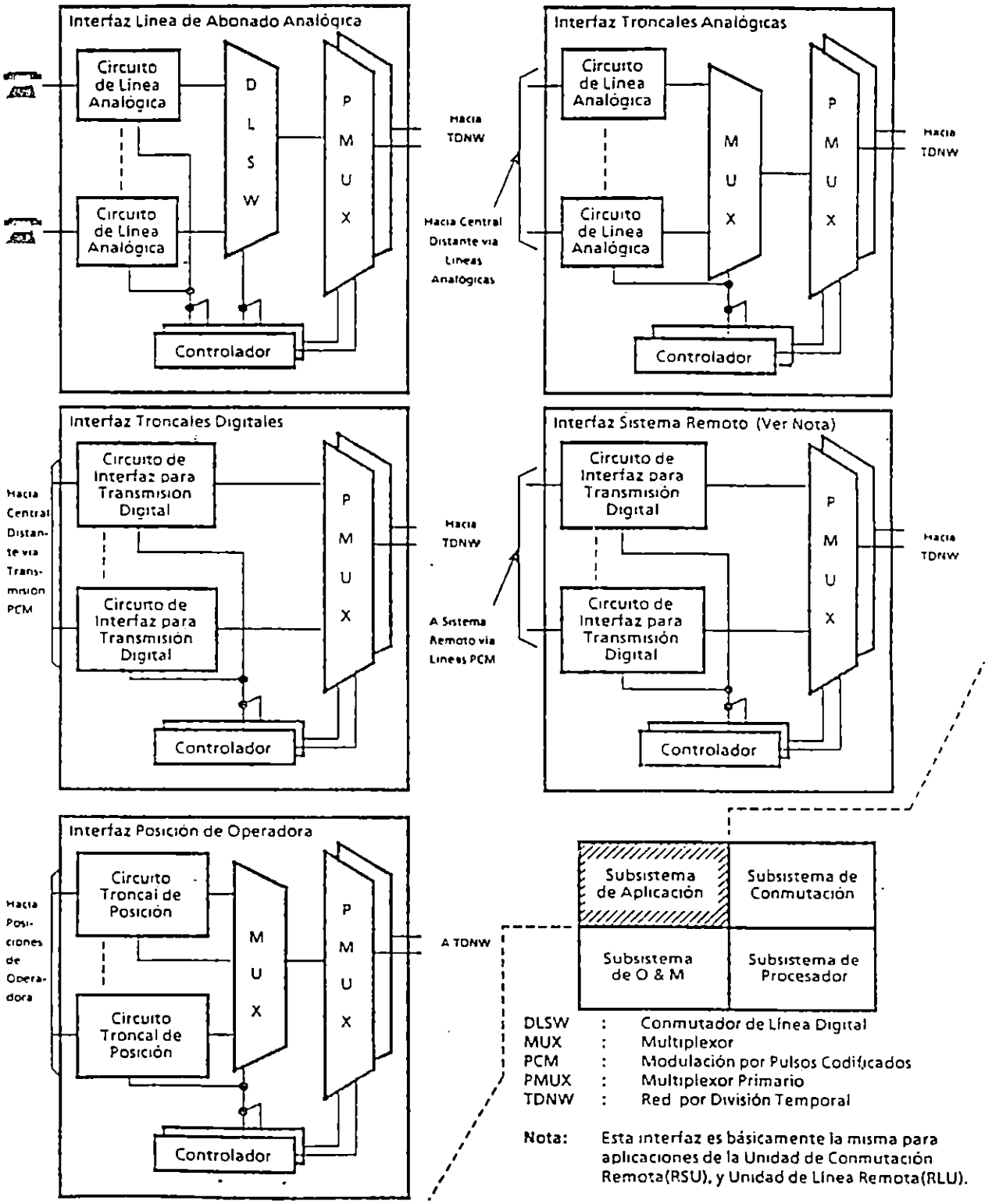


Figura No. 5.30: Subsistema de aplicación.

Las salidas de los DTIs son multiplexadas por el PMUX y tienen interfaz con la red de conmutación como señales PCM multiplexadas en 120 canales (30x4 ó 24x5).

5.4.1.1.4. Interfaz con sistemas remotos.

Aquí el sistema tiene una interfaz de línea analógica para los abonados de un área remota. Dichas líneas de abonado se conectan a la red de conmutación mediante líneas PCM.

El sistema permite dos aplicaciones para sistemas remotos: Unidad de conmutación remota (RSU) y unidad de línea remota (RLU). Ambas con interfaces iguales, las funciones de terminal y de circuito de interfaz están combinadas en un circuito interfaz para transmisión digital, con lo cual la central procesa las llamadas con las mismas operaciones de control. (ver figura No.5.33).

5.4.1.1.5. Interfaz para posición de operadora.

Esta interfaz se utiliza en centrales con operadoras interurbanas e internacionales, conecta al abonado llamante con el abonado llamado o cualquiera de los dos a la operadora a través de los cuadros conmutadores de operadora y la red de conmutación.

5.4.1.2. Subsistema de conmutación.

La función principal del subsistema de conmutación es la de conectar los canales de entrada al conmutador con los canales de salida del conmutador a fin de proporcionar vías de conversación para llamadas entre abonados. (ver figura No.5.34).

Este subsistema consta de 4 etapas (TSST) de redes de conmutación con multiplexación por división temporal. Cada red básica es de configuración simétrica, conformada por 6 conmutadores temporales primarios (TI), un conmutador primario espacial (SI), un conmutador secundario espacial (S2) y seis conmutadores temporales secundarios (T2). La interfaz con el subsistema de aplicación se provee por el multiplexor secundario (SMUX) y por el demultiplexor secundario (SDMUX). Cada SMUX y SDMUX se conecta respectivamente a un TI y a un T2.

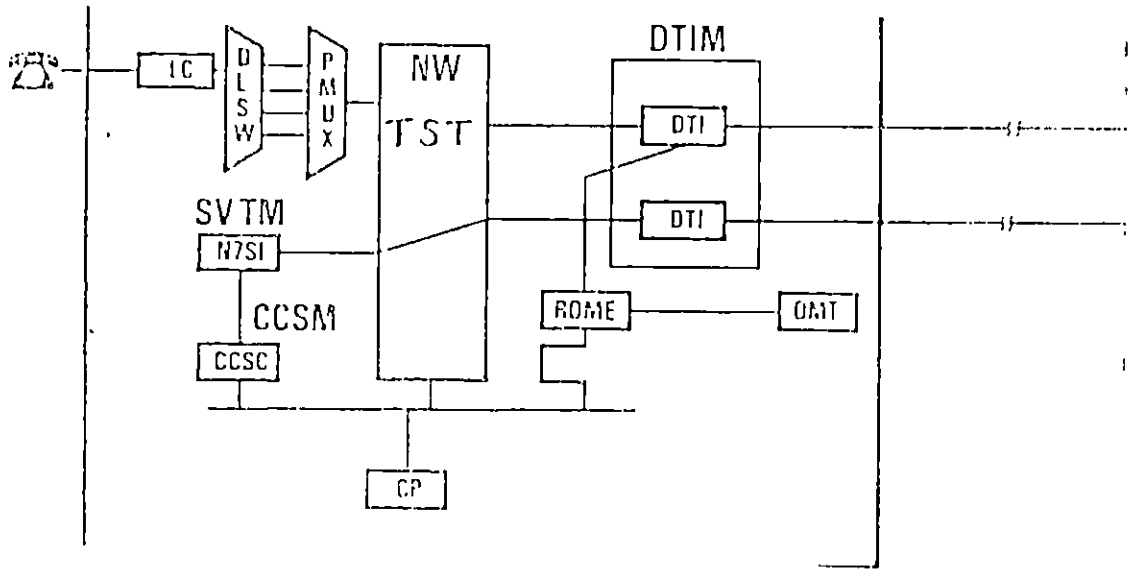


Figura No. 5.31: Interface con troncales analógicos.

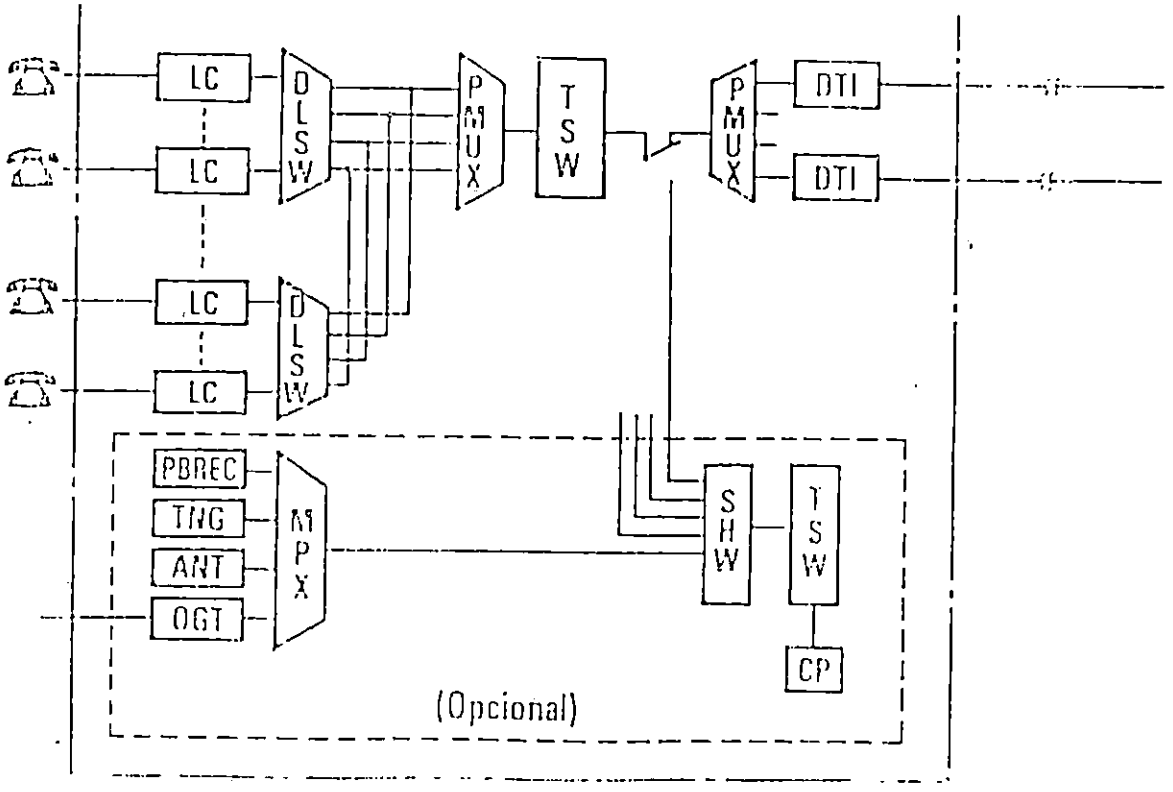


Figura No. 5.32: Interface para troncales digitales.

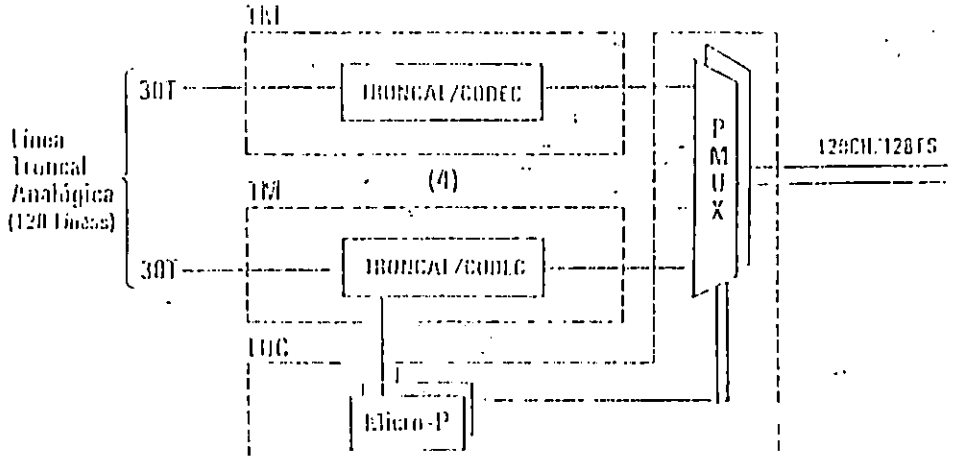


Figura No. 5.33a: Unidad de conmutación remota.

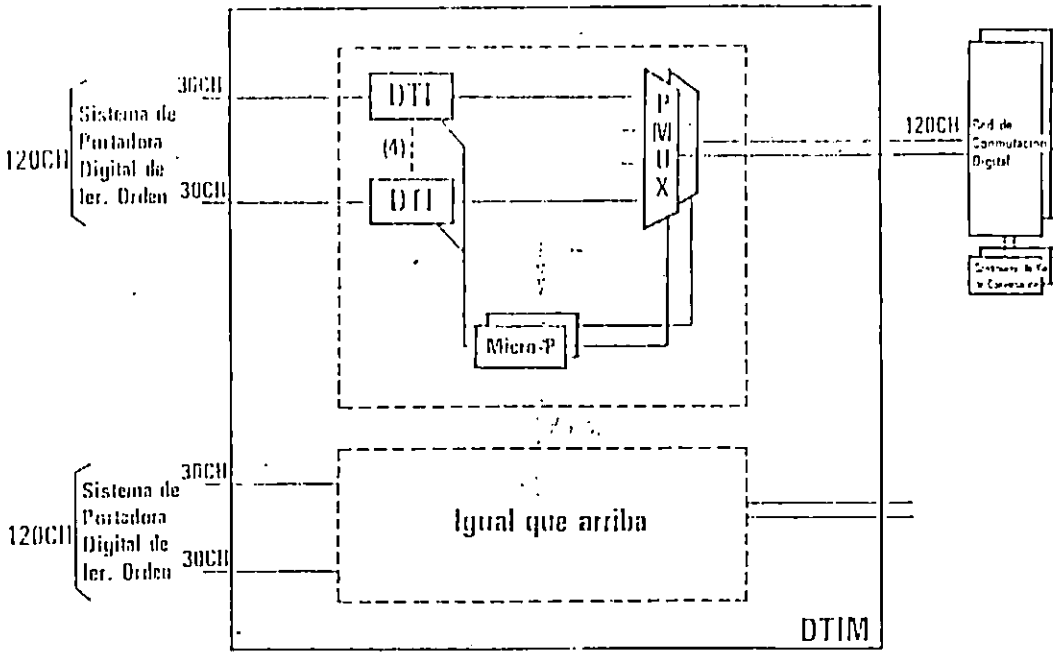


Figura No. 5.33b: Unidad de línea remota.

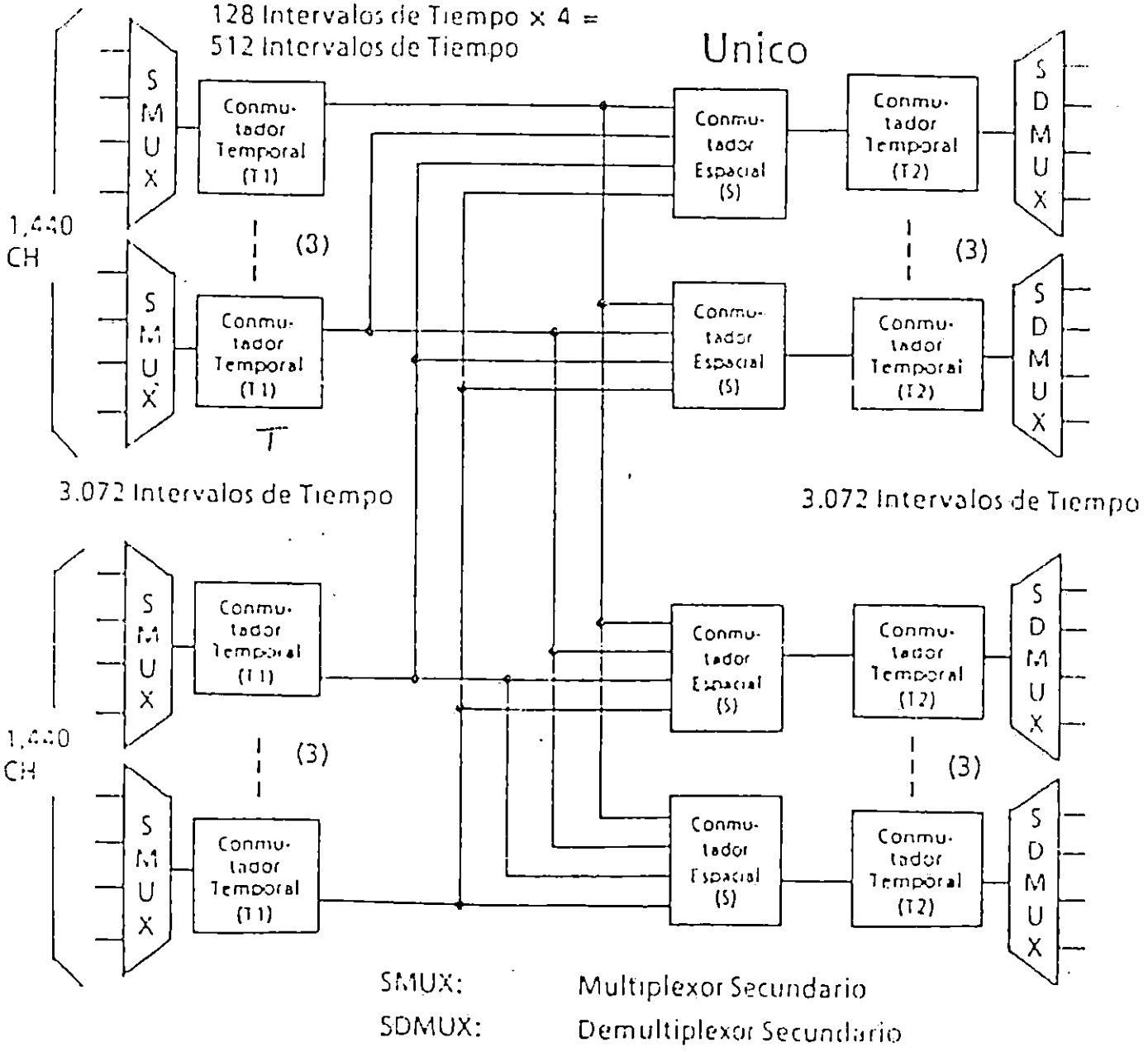


Figura No.5.34: Subsistema de conmutación.

Las señales PCM enviadas por el SHW como intervalos de tiempo multiplexados y conmutados (120 canales), terminan en el SMUX, ya que cada SMUX sirve hasta para 4 SHW, estas señales son multiplexadas por el SMUX formando un Highway de 512 intervalos de tiempo conmutables. En el TI, las palabras de PCM que han pasado por el HW, son escritas secuencialmente y se leen al azar en un orden de intervalos de tiempo designados según el software del controlador de vía.

En la salida hacia SI, el TI convierte la velocidad binaria de 8.448Mbit/seg en formato serial de 8 bits a 4.224Mbit/seg en formato paralelo de 4 bits. Después de cada intervalo de tiempo es asignado por el SI a uno de los 24 JHW (Junctor Highways). El SI es una matriz de 6x24 y cada una de las 24 salidas está conectada en multiple a un JHW. Dos a seis JHW se usan para las conexiones internas de la red, y el resto para las conexiones entre redes.

El S2 tiene una compuerta de 24x6 y transfiere cada intervalo de tiempo a uno de los seis HW. Un intervalo de tiempo se envía a través del JHW al S2 y es asignado por el S2 asignado, siendo después dispuesto por el T2 en el orden de intervalos de tiempo.

El SDMUX demultiplexa la salida de HW con 512 intervalos de tiempo (480 canales de mensaje). En la salida hacia el S2, el T2 convierte la velocidad binaria de 4.224 a 8.448Mbps.

Cada red de conmutación cuenta con seis HWs, por lo que se pueden conmutar para cada red hasta 2,880 canales de mensaje. El subsistema de conmutación está totalmente duplicado.

5.4.1.3. Subsistema procesador.

Este subsistema controla las tareas de procesamiento de llamadas y de operación y mantenimiento, asi como también las funciones de señalización por canal común. Como éste es un sistema multiprocesador, las funciones mencionadas anteriormente se llevan a cabo por sus respectivos procesadores de control (CP) independientes.
En la configuración multiprocesador, el subsistema de procesador puede estar compuesto de hasta 32 CPs, incluyendo hasta 22 CLP (procesadores de llamada), procesadores de señalización por canal común (CCSP), procesadores de control de posición (PCP) y un procesador de operación y mantenimiento (OMP).

Cada CLP lleva a cabo las funciones de procesamiento de llamadas sobre la base de repartición de carga. El OMP controla las rutinas de mantenimiento incluyendo las comunicaciones hombre-máquina y controla a los CP para su prueba o para el acceso de control.

Los CCSP controlan el enlace para señalización por canal común No.7 y los PCP controlan las posiciones de operadora.

La comunicación entre los CPs se lleva a cabo a través del bus del sistema controlado por el controlador de bus (BC).

El controlador de vía de conversación (SPC) de cada red de conmutación, se comunica con su CLP asociado mediante un interfaz de vía de conversación (SPI), la transferencia de datos entre los CLP se realiza por el procesador de bus del sistema (SBP), ver figura No.5.35.

El corazón del subsistea de procesador es el módulo de procesador de control (CPM) y está compuesto por los siguientes bloques funcionales (ver figura No.5.36).

- Control central (CC).

- Memoria principal (MM).

- Procesador de bus del sistema (SBP).

- Interfaz de vía de conversación (SPI).

- Procesador de servicios del sistema (SSP).

- Adaptador de memoria común (CMADP).

- Procesador de entrada/salida.

La función principal del controlador central (CC) es leer y ejecutar los programas necesarios para realizar la operación de conmutación en el sistema. El CC está compuesto por una CPU duplicada, dicha CPU lee los programas almacenados en la memoria principal.

La MM puede almacenar hasta 4Mpalabras por tarjeta con palabras compuestas por 32 bits. El CPM sólo puede contener un máximo de 2 tarjetas de MM.

El SBP (Procesador de bus del Sistema) es el que realiza la transferencia de entre CPM a través del bus del sistema cuando recibe un comando de transferencia de datos del CPU. La interfaz de vía de conversación (SPI) es la que controla la transferencia de datos entre el CPM y los modulos de prueba que se encuentran en el subsistema de operación y mantenimiento.

El procesador de servicio del sistema (SSP) hace la interfaz entre la CPU y el controlador de multiprocesamiento (MPC) y provee la indicación del estado del sistema. El SSP se controla por una consola (MCSL) que se utiliza para el control de las operaciones manuales de los CP en la

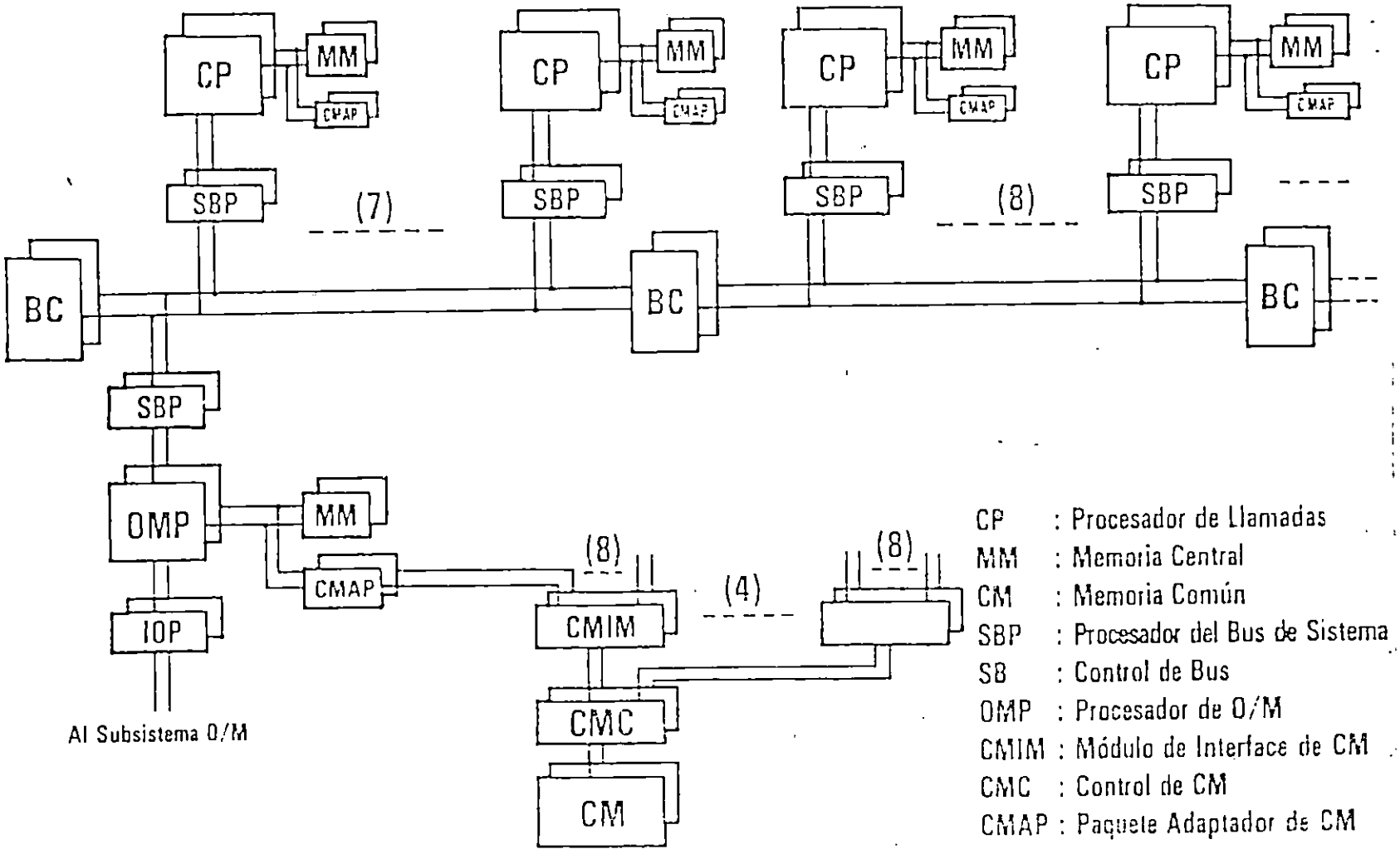
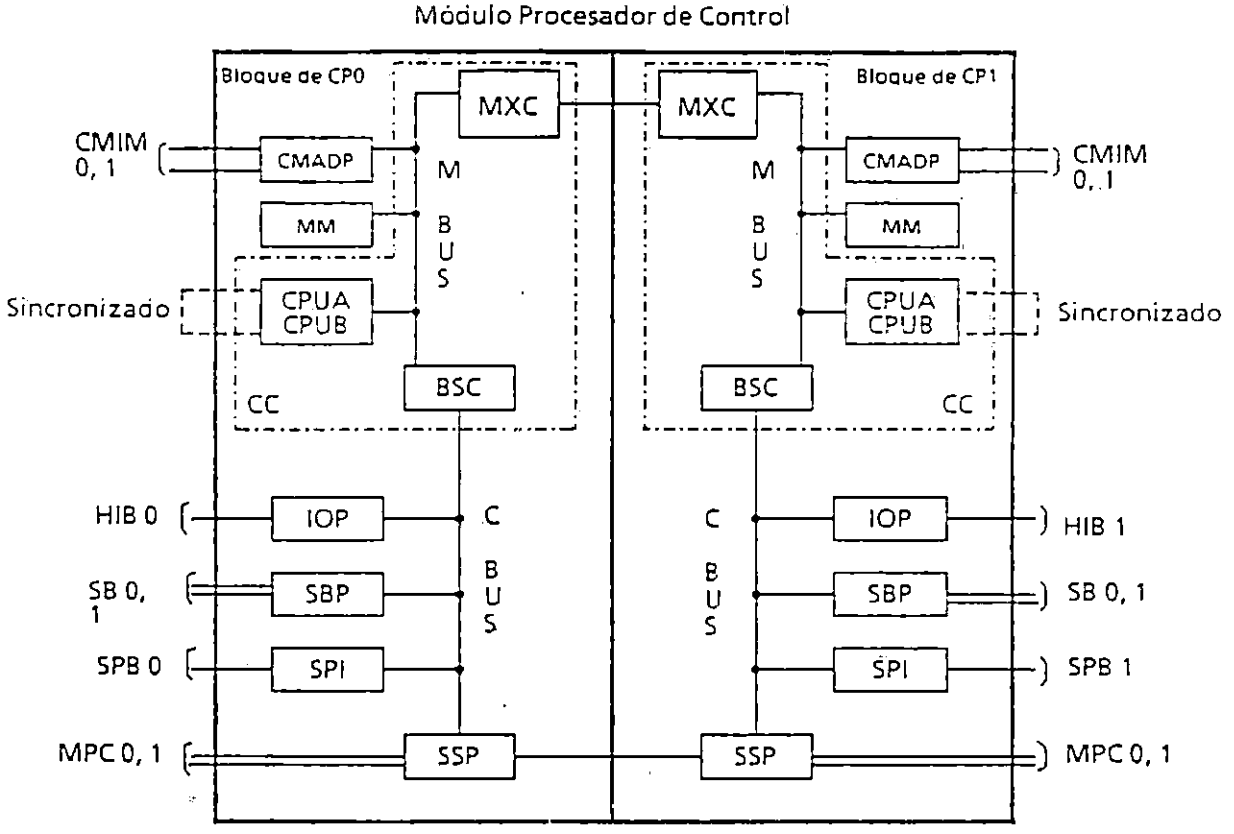


Figura No. 5.35: Subsistema Procesador.

comunicación hombre-máquina. El CMADP (Adaptador de memoria común) hace de interfaz entre CPM y la memoria común, los CMADP están conectados a los módulos de memoria común (CMM) a través de los módulos de interfaz de memoria común (CMIM). Los (IOP) controlan la transmisión de datos entre la MM y los dispositivos I/O.

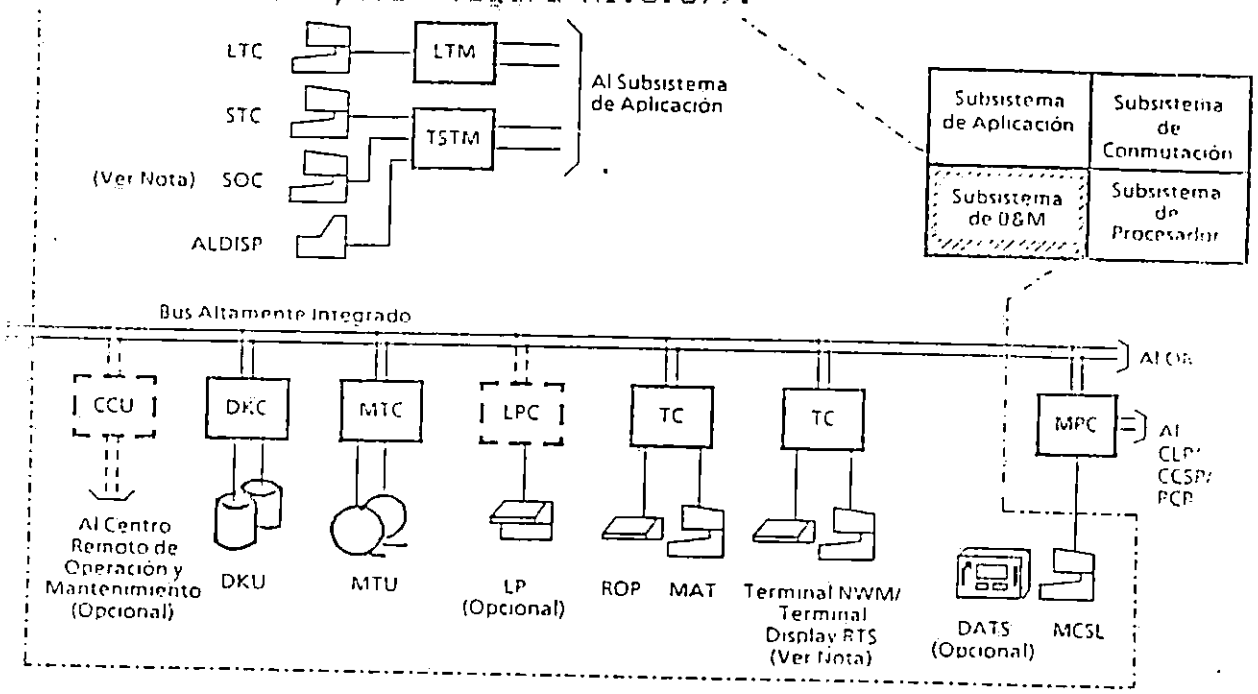


BSC	:	Convertidor de Bus	M BUS	:	Bus de Memoria
C BUS	:	Bus Central	MM	:	Memoria Principal
CC	:	Control Central	MPC	:	Controlador de Multiprocesador
CMADP	:	Adaptador de Memoria Común	MXC	:	Controlador Cruzado de Compañero
CMIM	:	Módulo de Interfaz para Memoria Común	SB	:	Bus de Sistema
CP	:	Procesador de Control	SBP	:	Procesador de Bus de Sistema
CPM	:	Módulo de Procesador de Control	SPB	:	Bus de Vía de Conversación
CPU	:	Unidad de Procesador Central	SPI	:	Interfaz de Vía de Conversación
HIB	:	Bus Altamente Integrado	SSP	:	Procesador de Servicio de Sistema
IOP	:	Procesador de Entrada/Salida			

Figura No. 5.36: Módulo de procesador de control.

5.4.1.4. Subsistema de operación y Mantenimiento.

El subsistema de operación y mantenimiento hace posibles las comunicaciones de hombre-máquina, permitiendo la entrada de comandos y la salida de datos para propositos de mantenimiento. El subsistema de operación y mantenimiento está constituido por varios dispositivos de entrada/salida, (ver figura No.5.37).



ALDISP	: Display de Alarma	MPC	: Controlador de Multiprocesador
CCU	: Unidad de Control de Comunicación	MTC	: Controlador de Cinta Magnetica
CCSP	: Procesador de Señalización por Canal Común	MTU	: Unidad de Cinta Magnetica
CLP	: Procesador de Llamada	NWM	: Gestión de Red (Terminal)
DATS	: Estación de Prueba de Acceso Digital	OMP	: Procesador de Operación y Mantenimiento
DKC	: Controlador de Disco	PCP	: Procesador de Control de Posición
DKU	: Unidad de Disco	ROP	: Impresora de Recepción Solamente
LP	: Impresora de Lineas	RTS	: Estado de Ruta (Terminal Display)
LPC	: Controlador de Impresora de Lineas	SOC	: Consola de Observación de Servicio
LTC	: Consola de Prueba de Linea	STC	: Consola de Prueba de Sistema
LTM	: Módulo de Prueba de Linea	TC	: Controlador de Transmisión
MAT	: Terminal de Administración y Mantenimiento	TSTM	: Módulo de Prueba

Figura No. 5.37: Subsistema de operación y mantenimiento.

El subsistema de operación y mantenimiento posee un procesador llamado procesador de operación y mantenimiento (OMP), y es el que ejecuta rutinas de mantenimiento periódicas y a pedido de los dispositivos de I/O conectados al OMP son para facilitar la administración del sistema. Los dispositivos I/O incluyen los terminales de mantenimiento y administración (MAT), unidades de cinta magnética (MTU), unidades de disco (DKU) e impresores de línea (LP).

Para pruebas de mantenimiento de rutinas de líneas de abonado y troncales se proveen la consola para pruebas de líneas (LTC), la consola para pruebas del sistema (STC), la consola maestra (MCSL), el display de alarmas (ALDISP) y la estación de prueba de acceso digital (DATS). Sobre el ALDISP saldrán indicadas las alarmas dadas por el sistema de reporte de alarmas del software y hardware. Este sistema, a través de los resultados de la detección de fallas y los programas de diagnóstico que salen por el MAT, puede separar rápidamente el equipo descompuesto.

5.4.2. Estructura básica del Software.

Las características que presenta el software del sistema son las siguientes:

- Procesamiento de llamadas en tiempo real y multiplexadas.

- Servicio de alta confiabilidad y estabilidad.

- Flexibilidad para adición y/o modificación de funciones.

Todo el software de operación del sistema está dividido en módulos, desde el punto de vista funcional de interfaz con el hardware y mantenimiento. Las funciones de cada módulo estan claramente determinadas y la dependencia de los módulos entre si es reducida.

A fin de mejorar la capacidad de procesamiento a nivel de los controladores del sistema operativo, se utiliza un Firmware en el sistema operativo. Esto tiene efecto sobre el número de pasos estáticos y dinámicos del procesamiento de la conmutación. Además, el firmware controla la inicialización de los módulos funcionales, la administración de los recursos del sistema y el monitoreo de las señales de línea y registro.

El software del sistema está constituido básicamente por las siguientes tres áreas:

- Archivo del Sistema.

- Archivos de datos de la central.

- Archivo de datos del abonado.

5.4.2.1. Archivo del Sistema.

Este archivo esta compuesto por dos sistemas de programas: El sistema operativo y el sistema de aplicación (ver figura No.5.38

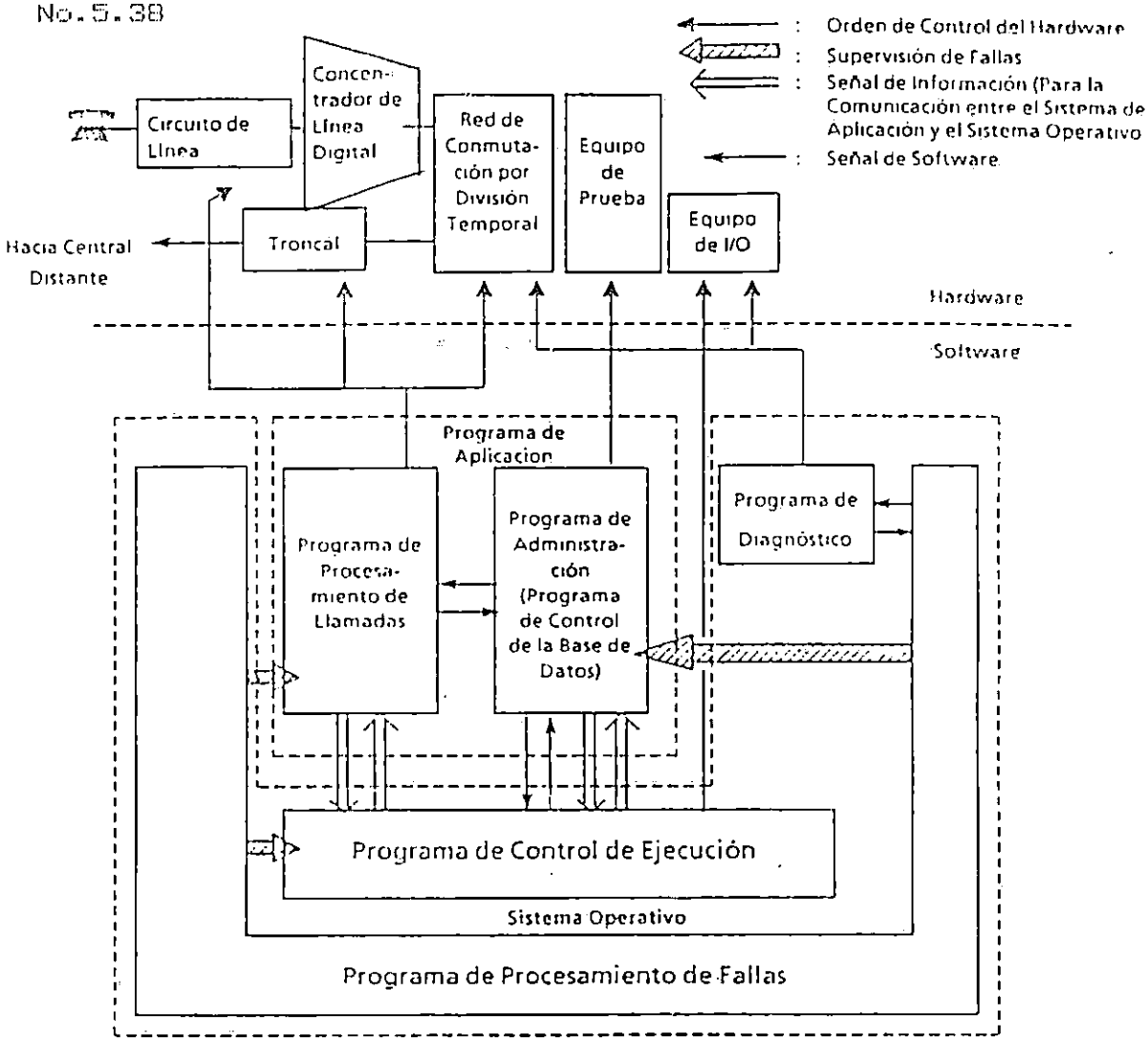


Figura No. 5.38: Estructura del software.

5.4.2.1.1. Sistema operativo.

El sistema operativo es de multiprocesamiento en tiempo real que es capaz de controlar distintos niveles de actividad mediante la asignación de prioridades a los diferentes programas. El sistema operativo está formado por 3 programas: Control de ejecución, de procesamiento de fallas y de diagnóstico.

5.4.2.1.1.1. Programa de control de ejecución.

Este programa controla la temporización y secuencia de operación de los programas de procesamiento de llamadas, de diagnóstico y de administración.

Este programa es el que provee las siguientes funciones de soporte comunes al sistema operativo y al de aplicación:

- Planificación de programas.
- Grado de utilización de la memoria.
- Control de reloj.
- Funciones de comunicación hombre-máquina.
- Control de los dispositivos de entrada/salida (I/O).
- Interfaz para datos entre módulos.
- Interfaz de datos entre procesadores.

5.4.2.1.1.2. Programas de procesamiento de fallas.

Este programa es el que detecta las fallas del sistema y reconfigura el mismo, entrando en servicio los componentes de respaldo o realiza la recarga automática de los programas del software y las informaciones de los datos de la central desde los dispositivos de carga del sistema.

Las fallas del hardware del subsistema procesador se detectan comparando los datos del procesador de reserva (SBY) con los datos del procesador activo (ACT).

Cuando el programa detecta una falla, se produce la reconfiguración del sistem operacional y comienza a correr automáticamente el programa de diagnóstico.

5.4.2.1.1.3. Programa de diagnóstico.

Este programa verifica automáticamente los componentes del hardware del sistema y ayuda al operador en la prueba manual de los componentes del sistema.

Los mensajes de diagnóstico identificando los componentes fallados, aparecen sobre el MAT (terminal de mantenimiento y administración), para ayudar al personal de mantenimiento a efectuar su rápido reemplazo.

5.4.2.1.2. Sistema de Aplicación.

El sistema de aplicación posee dos programas importantes que son necesarios para el control y la administración del sistema de conmutación; El programa de procesamiento de llamadas y el programa de administración.

5.4.2.1.2.1. Programa de procesamiento de llamadas.

El programa de procesamiento de llamadas controla y selecciona las acciones necesarias para proveer un servicio a las líneas de abonado y troncales desde la inicialización de la llamada hasta su terminación.

5.4.2.1.2.2. Programa de administración.

Este programa recoge los datos para su utilización en la administración y para tarificación. Mediante este programa se pueden efectuar estadísticas de tráfico y de grado de utilización. Este programa contiene un subprograma para control de la base de datos de la central y los abonados. Algunos de los elementos controlados por este subprograma son: la clase de abonado, la clase de servicio, la configuración y el número de troncales, los dispositivos de I/O e información de encaminamiento para llamadas específicas de una central.

5.4.2.2. Archivo de datos de Central.

El archivo de datos de central contiene las informaciones necesarias para realizar las operaciones normales del sistema de conmutación.

5.4.2.3. Archivo de datos de abonado.

El archivo de datos del abonado contiene todos los datos concernientes a abonados (clase de abonado, clase de servicio, etc). servidos por el sistema. La base de datos también debe ser actualizada cada vez que se amplien, modifiquen o saquen facilidades de la central a la hora y dia en que se realizen tales operaciones.

5.5. Dimensionamiento de los sistemas de conmutación digital.

El dimensionamiento de los sistemas de conmutación digital se refiere a la determinación de la cantidad mínima de equipo requerido por la central, para atender el número de abonados proyectado, con el mejor grado de servicio posible.

5.5.1. Modularidad de los sistemas de conmutación digital.

La modularidad es importante porque permite que el dimensionamiento de los equipos pueda realizarce para diferentes capacidades de la central, es decir que la modularidad está relecionada con la flexibilidad de un sistema de conmutación, la cual representa una medida cualitativa de su capacidad de adaptación a diferentes condiciones.

La flexibiidad en un sistema de conmutación se vuelve necesaria, pues exixsten, muchos motivos para introducir modificaciones en una central:

- Modificación del tamaño de la central y de la capacidad de tratamiento de llamadas en las ampliaciones.

- Modificación de las funciones de conmutación cuando se introducen en la red nuevos sistemas de señalización o nuevos servicios telefónicos.

- Modificación de las funciones de operación y mantenimiento, cuando se introducen en una administración nuevas rutinas de operación.

La facilidad relativa con la que se realizan estos cambios puede denominarse flexibilidad del sistema empleado.

Otra característica de flexibilidad en un sistema es su versatilidad para adaptarse a diferentes usos en la red como central rural, local o de tránsito.

La flexibilidad es posible si el sistema se estructura en forma modular. Existen dos tipos de modularidad; la modularidad funcional y la modularidad estructural.

Se dice que un sistema es funcionalmente modular si las funciones se hallan asignadas a sus módulos de forma bien definida e independientes

En cuanto a la modularidad estructural el sistema deberá estructurarse de forma que los nuevos diseños puedan introducirse con pequeñas variaciones, o ninguna, de los módulos existentes.

5.5.2. Métodos de dimensionamiento.

El dimensionamiento de una central se puede realizar de dos formas: en base a la información de tráfico y en base a modularidad. En los casos de dimensionamiento que aparecen en el anexo, se emplean ambos métodos, dependiendo del tipo de equipo que se esté dimensionando. Vale la pena aclarar que aunque el cálculo de determinado equipo se realice en base a tráfico, siempre es necesario tomar en cuenta las características de modularidad del sistema que se esté dimensionando, con el objeto de adaptar el resultado de los cálculos de equipo a dichas características de modularidad.

El equipo que se dimensiona en base a tráfico es el equipo común y el equipo de control. El equipo común se refiere a aquellos dispositivos o recursos físicos que son usados en forma compartida, como los equipos de los grupos de enlace, equipos de señalización y equipo para posiciones de operadora. El equipo de control se refiere principalmente al procesador o procesadores del sistema de conmutación.

Para el cálculo del equipo común se dispone de un conjunto de tablas, curvas y fórmulas de tráfico; las principales fórmulas de tráfico, basadas en la distribución de Poisson, Erlang-B y Erlang-C fueron tratadas en el capítulo IV, las tablas y curvas de tráfico se presentan en los anexos de este documento.

En lo que respecta al dimensionamiento del equipo de control. este se realiza en base a la carga en BHCA (Busy Hour Call Attempt), con el objeto de no sobrepasar la capacidad de procesamiento de los procesadores.

En el caso del equipo que se dimenciona en base a modularidad, lo que se hace es básicamente distribuir los recursos físicas entre el número de abonados que han de conectarse a la central, tal es el caso del cálculo de los EMG's (Subsistema de abonados) en el cual se distribuyen 5120 abonados en módulos de 2048 abonados cada uno, los cuales a su vez están formados por módulos LSM de 128 abonados cada uno.

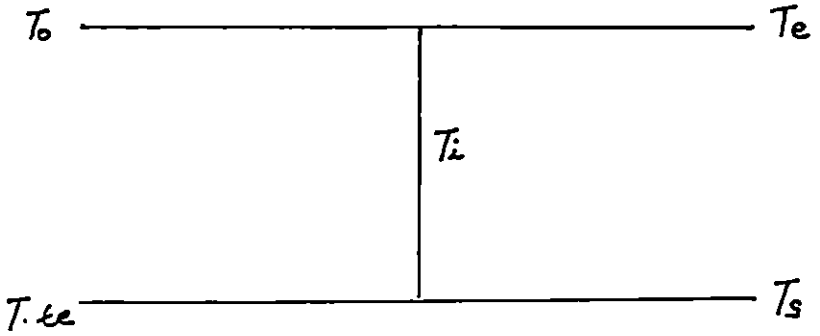
En general en el cálculo del equipo de todos los subsistemas de una central, como se mencionó anteriormente, se emplean ambos métodos de dimensionamiento. A continuación se describen brevemente algunas consideraciones sobre el procedimiento que se sigue para el caso del dimensionamiento del sistema AXE 10, (ver anexo), pero que en general es válido para cualquier sistema.

Es importante aclarar que cuando se dimensionan centrales telefónicas se trabajará con niveles de tráfico en la hora pico. Los datos de tráfico necesarios para el dimencionamiento de una central, además del número total de abonados a conectar a la central son Ao, At, Ai y A.T., en donde:

Ao: Tráfico originado por abonado.
At: Tráfico terminado por abonado.
Ai: Tráfico interno por abonado.
A.T.: Tráfico total por abonado.

Para obtener los tráficos totales en la central, se multiplican los tráficos por abonado por el número total de abonados (T.ab.).

con lo que se puede elaborar la matriz de tráfico la cual debe contener los siguientes elementos:



donde :

T.E. = T.O. - T.I. : Tráfico Entrante

T.S. = T.Te.- T.I. : Tráfico Saliente.

Otros parámetros necesarios para el dimencionamiento de la central son los siguientes:

h: tiempo medio de la llamada.
hCR: tiempo medio de ocupación de los receptores de código
hCS: tiempo medio de ocupación de los emisores de código.
hKR: tiempo medio de ocupación de los receptores de código para telefonos DTMF.

5.6. Capacidad de procesamiento.

En la sección 3.2.2 se trato este tema, pero en función del tiempo total empleado por los procesadores de una central SPC; En esta oportunidad se tratará la capacidad de procesamiento desde la óptica del dimensionamiento de los mismos

Las centrales controladas por programa almacenado deben tener suficiente capacidad de procesamiento para satisfacer los criterios de calidad de servicio en condiciones de carga normal y en condiciones de sobrecarga, sin suspender la ejecución de las funciones de operaciones y mantenimiento (p.e., mediciones de tráfico).

Las condiciones de sobrecarga ocurren cuando la cantidad de llamadas se incrementa enormemente debido por ejemplo a situaciones de emergencia nacional (guerra, desastres naturales), o dias feriados (semana santa, navidad, dia de la madre, etc). Esto provoca que para poder realizar una llamada se deba hacer más de un intento, esta situación se puede observar en la figura No.5. , en donde por ejemplo si una persona llama y no obtiene llamada vuelve a llamar nuevamente y asi sucesivamente hasta que logra realizar la llamada o abandona el intento.

El tráfico de las llamadas que son eliminadas pueden tener varias causas según se describe a continuación:

a. El abonado llamado no contesta.

b. El abonado llamado esta ocupado.

c. La red esta en sobrecarga.

d. Circuito congestionado.

e. El abonado llamado cambio de número.

Como ya se menciono a veces un abonado puede llegar a realizar hasta unos 15 reintentos para conseguir una llamada; provocando un crecimiento en el tráfico, el cual según estudios del CCITT se ha determinado que es un 20% mayor que el tráfico en condiciones de carga normal. Debido a que el procesador o procesadores deben soportar tantos las llamadas exitosas como las no exitosas el procesador se dimensiona con un 40% más que la capacidad de proceso del sistema para que aún en condiciones de sobrecarga pueda soportar ambos tipos de llamadas, sin propagar la congestión a otras centrales.

5.6.1. Cálculo de la capacidad de procesamiento en las centrales telefónicas.

La fórmula básica para el cálculo de la capacidad de procesamiento es la siguiente:

$$BHCA = F.S \times Acon \times 3600 / t_{ol}$$

F.S: Factor de sobrecarga (se estima en 1.4)

Acon: Tráfico controlado o total.

t_{ol}: tiempo de llamada promedio en sobrecarga (aproximadamente 80 Seg).

Como puede observarse la fórmula es elemental sin embargo la dificultad se presenta debido a que en la capacidad de procesamiento total hay que incluir la carga del procesador debido a la tarificación, la carga debido a la señalización y además la carga que provocan los servicios suplementarios y la forma de calcular dichas cargas (en BHCA) es diferente para cada sistema; A manera de ejemplo se presenta el caso del procesador central APZ 211 10 del sistema AXE 10, en donde la capacidad total de procesamiento se calcula sumando los siguientes terminos.

BHCA tarificación = 0.08 (BHCA llamada)

BHCA señalización = 0.15 (BHCA llamada)

BHCA servicios suplementarios

BHCA llamada

Otro parámetro importante es el porcentaje de ocupación del procesador, el cual refleja su utilización con respecto a la capacidad de procesamiento del sistema, en donde:

% ocupación del procesador = BHCA totales / capacidad de proceso del sistema.

5.7. Aplicaciones de los sistemas de conmutación digital.

Los sistemas digitales de conmutación presentan ciertas ventajas económicas y administrativas a la hora de proporcionar servicios suplementarios. En general, para introducir nuevos servicios se modifica el software siendo mucho más económico que las modificaciones de equipo y cableado para la inclusión de nuevos servicios.

Las centrales deben ser capaces de trabajar con los sistemas de señalización internacionales recomendados por el CITT y con otros requeridos por su posición en la red internacional.

En los apartados siguientes se describen las aplicaciones básicas de los principales tipos de equipos de conmutación digital, tales como:

- Centrales digitales locales.

- Centrales digitales de transito.

- Centrales digitales combinadas.

- Elementos remotos, etc.

La diferencia que existe entre un equipo y otro radica básicamente en los parámetros siguientes: el tipo de tráfico (local), de transito, etc., la capacidad (tamaño de la central), el grado de autonomía (ya sea total o con cierto grado de dependencia).

5.7.1. Centrales locales (centrales urbanas).

Estas centrales son las que prestan servicio a los abonados ubicados en una determinada zona de central; se caracteriza principalmente por la concentración de abonados en zonas

relativamente pequeñas, conmutando el tráfico entrante a los abonados conectados y el tráfico saliente procedente de los mismos.

5.7.2. Central de Transito.

Estas son utilizadas para enlazar troncales hacia y procedentes de otras centrales, los enlaces conectados a estos tipos de centrales soportan en general un tráfico elevado y deben tener una probabilidad de bloqueo muy baja.

Las centrales de transito pueden ser:

- Locales: Las cuales ofrecen un tráfico de desbordamiento procedente de centrales que disponen de rutas directas de gran utilización hacia otras centrales locales.

- Centrales de transito a larga distancia: Estas efectuan la conmutación de todas las llamadas de larga distancia y establece las comunicaciones de, y con destino a la red local, en estas centrales pueden utilizarse circuitos unidireccionales y bidireccionales.

- Central internacional: Estas constituyen los elementos que enlazan las redes nacionales a la red internacional. Esta central trata las llamadas internacionales salientes, entrantes y de transito, estas centrales incluyen circuitos supresores de eco, asi como liquidación de tasas entre administraciones y estadisticas.

5.7.3. Centrales combinadas.

Estas son utilizadas para prestar servicios mediante centrales que combinen funciones correspondientes a distintos tipos de central, siendo las funciones más frecuentes:

- Local/transito local.

- Local/transito de larga distancia.

- Transito local/transito local de larga distancia.

- Transito de larga distancia/internacional.

5.7.4. Centrales de radiotelefonia movil.

Estas centrales poseen una estructura celular para permitir el uso económico de las frecuencias disponibles en toda la red.

5.7.5. Centrales rurales.

Estas son utilizadas en aquellas regiones donde hay poca población, pudiendose emplear para ello elementos remotos o usando concentradores digitales que dependen directamente de la central, o también un equipo remoto de conmutación capaz de establecer comunicaciones simples independientes de la central digital. o centrales de pequeña capacidad.

5.7.6. Sistermas de puestos de operador digital.

Estos son utilizados para establecer comunicaciones asistidos por operador y prestar a los abonados servicios especiales. Estos pueden emplearse tanto en centrales urbanas y de transito como en centrales internacionales.

5.7.7. Red digital de servicios integrados.

Esta permite conmutar cualquier tipo de comunicación y transmitirla para todo tipo de servicios para una sola red de conmutación digital.

5.7.8. Centrales transportables.

Estas son utilizadas en los casos donde es necesaria una sustitución gradual de los equipos de conmutación digital de manera que el servicio no se interrumpa, para este caso se puede emplear una central en contenedor, para luego proceder a la sustitución de dicho equipo.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO V

1. Los sistemas de conmutación digital son apropiados para todas las aplicaciones, desde la más pequeña central rural hasta la más grande central urbana. Lo cual dependerá del tamaño y del entorno de la red.

2. Los sistemas de conmutación digital detectan automáticamente las fallas tanto en el hardware como en el software e inicia las medidas correctivas.

3. La estructura del hardware de los sistemas de conmutación digital es de tipo modular y flexible, por lo que puede adaptarse a nuevas tecnologías.

4. La tecnología empleada en los sistemas de conmutación digital es de larga vida util, requiriendose poco espacio y poco mantenimiento.

5. El software presenta una gran flexibilidad, y para implementación de funciones especificas se requiere de la estructura modular y un lenguaje de programación (CHILL).

6. Las centrales de conmutación digital tienen incorporadas funciones de operación y mantenimiento con lo cual se reducen las operaciones manuales que debe efectuar el personal. El lenguaje hombre-máquina esta estandarizado por el CCITT.

6. Los costos de memoria y procesador se reducen debido a la arquitectura modular del sistema y por el procesamiento distribuido del software. Con lo cual el sistema se desarrolla de acuerdo a la demanda, evitandose con ello la capacidad ociosa en la instalación inicial.

7. Los sistemas que prevaleceran en el futuro, serán los que presenten, entre otras cosas, las mejores características de modularidad, es decir los que más se adapten a las innovaciones tecnológicas y a diversas condiciones.

8. El dimensionamiento de los sistemas de conmutación es importante porque permite instalar solamente el eqipo estrictamente necesario para atender la demanda de abonados conectados en determinado momento.

9. Los procesadores nunca se dimensionan para trabajar al 100% de su capacidad, debido a que en ciertas épocas del año el tráfico telefónico experimenta incrementos repentinos y el procesador debe poseer un margen de capacidad para poder controlar esta situación de sobrecarga y poder mantener así lo más bajo posible los niveles de congestionamiento, para ofrecer un buen grado de servicio a los abonados.

BIBLIOGRAFIA CAPITULO V

EWSD Sistema Electrónico de Conmutación Digital. Descripción del Sistema. Siemens 1988.

EWWSD Sistema Electrónico de Conmutación Digital. Procesador de Coordinación CP. Software del CP. Siemens 1989.

SSistema NEAX61. Descripción del Sistema. NEC Corporation 1989.

NEAX 61E. Sistema de Conmutación Digital. Descripción del Sistema. Prácticas de NEC. NEC Corporation 1989.

Hanuschik, Krachenfels, Cockburn, Pauli. Sistema Electrónico de Conmutación digital EWSD. Munchen: División Sistemas de conmutación públicos. 1988.

Sistema AXE 10. Sweden, 1990.

Sistema de Conmutación Digital (Sistema 12). ITT, 1990.

Introducción al sistema telefónico AXE. Ericsson 1979.

Ash Antony, Avsan Oleg, Eriksson Orjan. Procesadores Centrales de AXE 10. Ericsson Review NUm. 1. 1990.

Meroño Felipe, Carlos y otros.
Sistemas de Conmutación Digital. Colección Técnica AHCIET-ICI, 1986.

CAPITULO VI

ESPECIFICACIONES BASICAS DE UNA CENTRAL DIGITAL DE CONMUTACION DE CIRCUITOS

Introducción

El tratamiento de este tema se vuelve importante, porque cuando se desea adquirir un nuevo sistema de conmutación es necesario elaborar las especificaciones que precisen las exigencias de la administración y describan la red existente.

Los capítulos anteriores constituyen la base para comprender el desarrollo de este capítulo cuyo objetivo es, realizar un conjunto de especificaciones básicas de una central, para lo cual se ha tomado como base los procesos que ANTEL sigue en lo referente a este tema.

El capítulo está estructurado de forma que la elaboración de las especificaciones permita, una evaluación básica relativamente fácil, y constituyan un resumen de requerimientos.

En primer lugar, se describen los requerimientos técnicos necesarios, los cuales se refieren a las características técnicas que deben cumplir los equipos suministrados por los fabricantes, luego se presenta un resumen de requerimientos técnicos necesarios, es decir, una descripción de los equipos y servicios que se requieren sean suministrados por el fabricante, en esta parte también se detallan los planes técnicos fundamentales que se implementarán en las centrales; posteriormente se especifica las características técnicas generales de las centrales, como por ejemplo especificación sobre los equipos de conmutación y fuerza. Las especificaciones sobre el dimencionamiento de las centrales se realiza en base a los datos presentados en el APENDICE A (PARAMETROS DE LA CENTRAL)

6.1. Requerimientos Técnicos Fundamentales.

6.1.1. Capacidad inicial de procesamiento

Ofrecer la capacidad inicial de procesamiento de la central; de modo que sea mayor en un 12% de la especificada en el Numeral 9 (**Capacidad inicial de proceso con sobrecarga del 40%**) del apéndice A. Esto se aplicará según la arquitectura y configuración de la central ofrecida.

En el caso en que la Señalización No. 7 se procese separadamente especificar la capacidad inicial del procesador ofrecido en BHCA para sobrecarga del 40%. En el caso en que sea el procesador central el que maneje la señalización No. 7 se considerará que se carga al 15% de la carga total de señalización.

6.1.2. Capacidad final de procesamiento

Ofrecer la capacidad final de procesamiento de la central; de modo que sea mayor en un 12% de la especificada en el Numeral 10 (**Capacidad final de proceso con sobrecarga del 40%**), del APENDICE A. Esto se aplicará según la arquitectura y configuración de la central ofrecida.

En el caso en que la Señalización No. 7 se procese separadamente especificar la capacidad final del procesador ofrecido en BHCA para sobrecarga del 40%. En el caso en que sea el procesador central el que maneje la señalización No. 7 se considerará que se carga al 15% de la carga total de señalización.

6.1.3. Configuración del hardware

El sistema ofrecido, deberá tener la configuración y diseño del hardware de modo que se pueda alcanzar la capacidad final sin cambiar los equipos iniciales (por ejemplo: procesador central y red de conmutación); bastará solamente adicionar los módulos o repisas que se requieran.

6.1.4. Estructura del software

El software ofrecido debe ser modular y comprender el sistema operativo y el de aplicación general y particular.

Los módulos de software y dentro de ellos, no deberán sufrir cambios o sustituciones drásticas mientras estén en servicio, para adicionar nuevas funciones o para lograr la capacidad final de procesamiento.

6.1.5. Control de sobrecarga

El procesador o procesadores que procesan las llamadas telefónicas y la señalización No. 7, deberán tener desde el inicio un Control Automático de Sobrecarga; explicar en detalle el método utilizado y donde residen los programas respectivos.

El Control Automático de Sobrecarga deberá comenzar a actuar en cada procesador o procesador central cuando la carga de tráfico exceda el 40% de la capacidad de procesamiento inicial ofrecida .

6.1.6. Hardware y software para los servicios suplementarios

El hardware y software necesarios para los Servicios Suplementarios requeridos, se deberán suministrar para los porcentajes de los abonados totales de cada central, en la forma siguiente:

a. Línea de conexión directa (Hot Line), para el 2%.

b. Identificación de llamadas maliciosas (Malicious Call Tracing), para el 2% .

c. Marcación abreviada(abbreviated dialling or speed calling) para el 2% .

d. Transferencia de llamadas (call transfer or call forwarding), para el 2% .

e. Identificación de llamada en espera (call waiting), para el 20% .

f. Conferencia tripartita (Three party call or three way calling), para el 3% .

g. Despertador automático (Wake up service), para el 5% .

h. Transferencia de llamada, en caso de línea ocupada (diversion if number busy or camp on busy), para el 2%

i. Abonado con contador domiciliario (suscriber with TELETAX), para el 1%.

j. Envío del tono aullador hacia abonado descolgado (Howler Tone), para el 3%.

k. Bloqueo de llamadas originadas (outgoing call barring), para el 25%.

l. Conexión semipermanente para canales de voz (300-3400 Hz), para el 2%.

m. Conexión semipermanente de canales digitales (64 Kbit/seg) para 60 canales .

l. Servicio de prioridad de llamada, en caso de emergencia (Priority Call), para el 30% .

6.1.7. Tratamiento de la señalización

La capacidad final, mínima, requerida para el manejo de mensajes/seg para la señalización No. 7 es de 300 mensajes/seg.

- Deberá ofrecerse la adaptación de la señalización No. 7. Esto comprende las partes: Transferencia de Mensaje (PTM) y Usuario RDSI (PUSI); basada en las recomendaciones del CCITT. Estas se negociarán después; pero el oferente debe garantizar que su oferta cubre el uso del software de la señalización No. 7.

- Debe ofrecerse la adaptación de la señalización R2D y MFCR2, a la versión nacional; ya que estas señalizaciones tienen desviaciones con respecto a la señalización R2D y MFCR2 del CCITT. Pudiéndose mencionar por ejemplo: TRUNK OFFERING, rastreo de llamadas maliciosas, re-encaminamiento a operadora y el significado de algunas señales MFCR2 es diferente al del CCITT.

- Debe ofrecerse la adaptación de cada central a las temporizaciones : del abonado y de las señales MFC. De acuerdo al numeral 13 y 14, del APENDICE A (Parámetros de las centrales),. También éstas deben ser modificables por comando H-M .

6.1.8. Dimensionamiento de las centrales

El dimensionamiento de las centrales ofrecidas debe efectuarse, utilizando los datos especificados en los numerales del 1 al 19, del APENDICE A.

En las condiciones siguientes:

Sobrecarga de la capacidad de procesamiento en BHCA, en cada procesador o en el procesador central 40%

Grado de servicio de emisores y receptores de MFCR2 en sobrecarga 0.005

Sobrecarga del tráfico en los equipos receptores y emisores de señalización MFCR2 ..... 20%

Grado de servicio de receptores de señalización de teléfonos DTMF en sobrecarga 0.005

Sobrecarga del tráfico en los equipos receptores de señalización de teléfonos DTMF 20%

ANTEL verificará el dimensionamiento de los equipos ofrecidos; sus capacidades y limitaciones conforme a su arquitectura y configuración, usando las especificaciones del APENDICE A.

No será admitido el cambio de el(los) procesador(es) y de la configuración del hardware y software del sistema, después de su posible contratación ni en futuras ampliaciones del

servicio o de los abonados ni durante el proceso de evaluación y adjudicación; para cumplir con las capacidades requeridas .

6.1.9. Tarificación

La tasación para las llamadas nacionales deberá ser por el método de multimedición o PPM (Periodic Pulse Mettering), modificado mediante el método Karlsson el cual envía un pulso al contestar el abonado llamado y los demás pulsos son periódicamente aplicados condicionado a la duración de la llamada y la zona. Se utilizarán tablas de la central que contengan las tarifas que especifica ANTEL en los numerales del 15 al 19, del APENDICE A (parámetros de las centrales)

- El sistema de tarificación (PPM) deberá ser flexible, de modo que sea posible modificar por comando hombre-máquina: tarifas, tiempo entre impulsos, cantidad y extensión de zonas. También deberá ser posible asignar tarifas diferentes para fines de semana y días festivos y tarifas diferenciadas para distintas horas del día.

- Almacenamiento y seguridad de la tarificación PPM.
La tarificación de los abonados individuales, deberá almacenarse en :

+ Memorias RAM duplicadas y
+ En el Sistema de Almacenamiento de la Tarificación Local AMA (Automatic Mettering Acounting) .

Para realizar estas funciones deben ofrecerse ambos medios de almacenamiento, localizados en cada central.

- La tarificación detallada se efectúa en la central internacional, para lo cual es necesario que la central local tenga la facilidad de Identificación del Número del Abonado Llamante (ANI) y su envío a la central internacional.

6.1.10. Operación y mantenimiento.

Deben ofertarse en forma completa, todos los equipos y terminales requeridos para la operación y mantenimiento local de los equipos de la central y de la red de abonados (cables y teléfonos).

Estos equipos y terminales deben ser:

* 2 PCs (Personal Computers) cada una con su impresor e inversor, para operación y mantenimiento .

* 1 PC con su impresor e inversor, para mantenimiento de la línea de abonado o en su defecto un terminal especial dedicado a esta función.

* Muebles para PCs e impresores ofrecidos; estos son sillas y mesas para PCs e impresores.

* Equipo de interfaz para procesadores de entrada/salida del cual debe detallarse los módulos y equipos periféricos que comprende su oferta.

* Como periféricos deben ofrecerse como mínimo dos (2) discos duros y dos (2) cintas magnéticas. De las dos cintas magnéticas una deberá ser para almacenamiento de programas y base de datos de central y otra para base de datos de tarificación AMA, o ambas deben tener programas, datos de central y de tarificación AMA.

- Para la operación y mantenimiento remotos, se debe ofrecer ampliación del Centro de Operación y Mantenimiento existente; para el caso en que sea necesario y cuando la capacidad instalada lo permita.

Cuando no exista centro alguno y no es suficiente la capacidad del existente, debe ofrecerse uno nuevo.

- Para la operación y mantenimiento remotos; también debe ofrecerse cuatro (4) PCs y cuatro (4) impresores, para cada central. Con sus muebles respectivos.

6.1.11. Equipos de energía y fuerza

Los equipos de energía como rectificadores deben dimensionarse como mínimo al N+1 y se deberán ofrecer con capacidad nominal mínima de 100 Amp. Para su cálculo, deberá usarse la cantidad de equipos de conmutación resultantes del dimensionamiento y adicionar la carga de corriente que consumen los inversores y equipos de transmisión; también un tiempo de recarga de 12 horas para las baterías.

- Las baterías deben ofrecerse y dimensionarse como mínimo en cantidad de dos (2) y para una duración de 8 hr; por cada central. Para su cálculo, deberá usarse la cantidad de

equipos de conmutación resultantes del dimensionamiento y adicionar la carga de corriente que consumen los inversores y equipos de transmisión .

- Deben ofrecerse inversores para alimentar todas las PCs e impresores, en la central .

6.2. Requerimientos técnicos necesarios

6.2.1. Suministro de equipos y servicios.

El oferente deberá suministrar lo detallado a continuación y también lo especificado en los numerales anteriores.

Estos requerimientos no son limitativos, ya que el suministro será "llave en mano" el oferente incluirá todos los equipos, módulos de hardware y software y servicios que sean necesarios para el buen funcionamiento de la central; pero los que se hayan encontrado como faltantes durante la fabricación e instalación y que sean necesarios para el buen funcionamiento de la central, se suministrarán sin costo alguno para ANTEL .

6.2.2. Descripción de los suministros requeridos.

- Etapa concentradora de abonados analógicos, totalmente digital.

Debe suministrarse de acuerdo a los requerimientos de tráfico, cantidad y distribución de abonados y grado de servicio definidos en los numerales incluídos en los Parámetros de las Centrales.

- Líneas de abonado PBX.

Ofrecer de acuerdo a la cantidad requerida en los Parámetros de las centrales. Además deberá servirse el servicio de marcación directa entrante (DID) a PABX sin pasar por operadora y ofrecerse troncales digitales, 120 canales, o hardware y software para cualquier otro método alternativo.

- Equipos de troncales digitales.

Deben suministrarse de acuerdo a los requerimientos de tráfico, cantidad y grados de servicio definidos en los numerales incluídos en los Parámetros de las Centrales.

- **Red de Conmutación,** completamente digital.

Debe suministrarse de acuerdo a los requerimientos de tráfico, bajísimo bloqueo y de acuerdo a lo definido en los numerales de las especificaciones de los Parámetros de las Centrales.

- **Procesadores de control y buses.**

El procesador o procesadores, el bus o buses y la memoria común de la central ofrecida deberán tener un porcentaje de utilización menor del 70 % en estado de sobrecarga. Además deberán dimensionarse para soportar una sobrecarga en tráfico del 40 % con un porcentaje adicional para un overhead del 12%.

- **Equipos para alarmas de central y alarmas externas;** con exposición visual y audible en el local de la central y en lugar remoto (en el COM o terminales remotos).

- **Tarjetas digitales con mensajes grabados.** Con 10 mensajes como mínimo, cada uno con 16 segundos de duración y repetido dos veces (en total 32 seg.) y sesenta (60) canales como mínimo para audición simultánea o en forma de broadcasting.

- **Equipo externo a la central,** para grabar anuncios en las tarjetas digitales de mensajes. (Opcional).

- **Equipo múltiplex** para conexión física de canales semipermanentes de datos, a través de la red de conmutación de la central ofrecida.

- **Bastidores para rectificadores** con su sistema de control, alarmas y cargador de baterías.

- **Distribuidores de energía** en corriente directa con sus fusibles y tableros interruptores.

- **Distribuidor Principal (MDF).**

Las regletas del lado de red deben proporcionarse en un 150% de la cantidad solicitada de abonados por central.

Las regletas del lado de central deben ser en cantidad equivalente al 120% de los abonados solicitados por central.

Los protectores de sobretensión y sobrecorriente se suministrarán en cantidad equivalente al 120% de los abonados solicitados por central.

Herramientas especiales para instalación y mantenimiento de los cables terminados en el MDF .

- **Repuestos por central** para dos (2) años.

Considerar que el tiempo de reparación y reemplazo es de 3 meses y que la probabilidad de encontrar repuestos en bodega es del 99%. Calcularlos y ofrecer de acuerdo a estas condiciones .

- **Herramientas y equipos para mantenimiento y pruebas.**

Proponer las que estime conveniente el oferente, las cuales seran revisadas y se compraran segun las necesidades de ANTEL. Enviar las especificaciones y descripciones de los equipos ofrecidos.

- **Materiales para montaje e instalación.**

Deben ofrecerse y suministrarse por central:

Cables y conectores entre bastidores y módulos de la central.

Herrajes de los bastidores y filas de central.

Tapaderas laterales, frontales y traseras de bastidores.

Herrajes del MDF y cables de interconexión.

Herajes antisísmicos para la central, baterías y MDF.

Cables para conectar la etapa de abonados al MDF.

Cable coaxial para conectar las troncales de la central al distribuidor digital (DDF).

Piso falso a capacidad final de la central y para todos los pasillos y espacios entre filas.

Cable de fuerza para interconectar los bastidores de la central con los fusibles del distribuidor de corriente directa.

sistema de alumbrado por bastidor.

Material para puesta a tierra de los equipos de fuerza y conmutación .

- **Otros equipos fundamentales a ofrecerse.**

Equipo para monitoreo de temperatura y humedad en cada central .

- **Documentación soporte.**

Debe ofrecerse cinco (5) copias en papel por central. También de acuerdo a las condiciones y especificaciones de estas bases .

- **Equipos para instalación y pruebas.**

El oferente deberá importar temporalmente estos equipos, para lo cual ANTEL dará el soporte necesario.

El oferente utilizará equipos de su propiedad para la instalación y pruebas de equipos de Conmutación y fuerza .

- **Servicios de instalación y pruebas.**

De acuerdo a lo especificado en la parte Legal y comercial de las bases. Se instalarán y probarán los equipos, materiales y el software de la central ofrecida y los equipos de fuerza.

- **Servicios de capacitación.**

Deben ofrecerse de acuerdo a las condiciones y especificaciones de estas bases .

- **Soporte técnico a distancia.**

Debe ofrecerse y detallar en que teléfonos y fax de la fábrica se consultará en caso de fallas graves del sistema de conmutación y de fuerza, durante la vida útil del sistema.

- **Mantenimiento técnico por un año.**

Deben ofrecerse de acuerdo a las condiciones y especificaciones de estas bases.

6.2.3. Especificaciones necesarias .

La tecnología de las centrales ofrecidas debe poder evolucionar y haber sido experimentada en aplicaciones prácticas de la Red Digital de Servicios Integrados .

- **La arquitectura del hardware de las centrales** ofrecidas deberá ser con procesamiento centralizado, distribuído o procesadores operando en multiproceso con o sin compartimiento de carga. La tecnología de las centrales, deberá estar basada en microprocesadores de la última generación en que se basa la última versión del sistema.

- Las centrales ofrecidas deberán ser tales que con solo ampliar el hardware, sin sustituir equipos ni ampliar el software inicialmente instalados, se le puedan conectar unidades remotas.

- **Los abonados de la Unidad Remota** tendrán los mismos servicios básicos, especiales y suplementarios; que los de la central matriz .

- La unidad remota debe ser del tipo Stand-Alone; de tal modo que cuando falle la conexión de transmisión con la matriz, se puedan dar servicios de emergencia local.

- **Los equipos de central** como: etapa de línea de abonado, troncales, equipos de señalización y de servicios a los abonados, equipos de operación y mantenimiento local, sistema de control de la central y red digital de conmutación; Deberán crecer modularmente de acuerdo al crecimiento de los abonados, tráfico y servicios de la central.

6.2.4. Planes básicos de la red telefónica que se implementarán en las centrales.

6.2.4.1. Plan de numeración

La central ofrecida debe poder reconocer, analizar, reemplazar, insertar y suprimir cifras en los números marcados por el abonado llamante; de acuerdo a los planes de numeración existente y futuro. Estas funciones se deben poder modificar por comando hombre-máquina.

- La central ofrecida debe ser flexible de modo que permita la introdución de cambios en la numeración inicialmente almacenada; tales como: cambio en la longitud de la numeración, numeración de nuevas centrales y cambio del plan de numeracion. Explicar el metodo utilizado.

- Debe almacenarse el número del abonado llamado, en memoria hasta :

20 cifras, para los servicios suplementarios.

16 cifras, para servicio ANI y su uso en tarificación detallada de llamadas internacionales .

- Las centrales ofrecidas deben poder analizar hasta un nivel de profundidad de cinco (5) cifras más la categoría del abonado llamante; con el propósito de encaminar o prohibir internamente o externamente la llamada, a destinos o servicios de la red.

- Debido a que las centrales de la red interurbana son puntos de tasación para algunos casos de tráfico, la central deberá poder analizar las cifras para determinar la recepción de impulsos a través de la señalización R2D de troncales digitales.

- La numeración, para abonados PABX con Marcación Directa Entrante (DID) sin intervención de operadora, debe estar dentro de los límites del sistema de numeración normal.

- Debe ser posible, asignar cualquier numeración de la central a los circuitos de línea de abonado por comando hombre-máquina.

6.2.4.2. Plan de encaminamiento

- La central ofrecida deberá estar capacitada para servir el encaminamiento estático de los tipos: directo y alternativo. Estos deberán residir en tablas de encaminamiento, las cuales podrán ser modificables por comando Hombre-Máquina.

- Debe especificarse cuantas rutas directas y alternas puede tener el sistema como máximo, y cuál es la cantidad máxima de canales que puede tener una ruta; según sea ésta: directa, de alto uso o final.

- Toda ruta de alto uso, deberá tener como mínimo cuatro (4) posibles desbordes por ruta alterna. En todo caso debe especificarse el número máximo de rutas alternas que puede tener el sistema.

- Se debe poder asignar por comando H-M; la dirección de una ruta para que sea unidireccional o bidireccional. En la

central deben haber mecanismos de protección contra la doble toma, en el caso de una ruta bidireccional.

- Debe ser posible el reencaminamiento de una comunicación, al recibir ciertas señales del grupo A y B correspondientes a la señalización R2 o su equivalente en la señalización CCITT No. 7, para el caso de las señales siguientes: A-4, B-2, B-3, B-4, B- 5, B-8, B-9 y A-5.

Este reencaminamiento será, según el tipo de señal, destinado a: mensajes grabados, tonos o ruta hacia otra central.

6.2.4.3. Plan de tarificación

- La central ofrecida deberá discriminar entre las llamadas gratuitas y tasables, según el número marcado y la categoría del abonado llamante o llamado.

- Las centrales locales deberán tener los equipos y programas que permitan enviar ráfagas de 12 Khz a teléfonos públicos; según las cadencias que especifica ANTEL en estas bases . Estas cadencias, deberán ser modificables por comando Hombre-Máquina.

- Cada ráfaga, enviada a los teléfonos públicos, deberá tener una duración de 150 ± 10 ms y un voltaje con valores de 1.0 a 2.2 Voltios; ambos deben ser modificables: por comando H-M el primer parámetro y por switch de programación en hardware el segundo.

- Los servicios suplementarios deberán poder tasarse de la siguiente manera: costos fijos por administración y tasación por impulsos almacenados en el sistema AMA.

- Los contadores digitales deberán poder separarse para llamadas urbanas e interurbanas. También deberán poder leerse en forma individual y colectiva.

- El almacenamiento de los datos de tarificación deberán poder efectuarse de forma automática, previamente determinada en los datos fijos de la central.

- Se debe ofrecer el software necesario para enviar ráfagas de 12 Khz hacia abonados normales que tengan contadores de TELETAX. De este modo será posible tarificar en el domicilio del abonado.

- Las características de la grabación en cinta magnética son las siguientes:

* Densidad del carrete 1600 CPI
* 9 pistas
* Código de grabación EBCDIC o ANSI
* Método de grabación PE (Phase Encoded)

No se admitirán otras características.

- La tarificación de abonados PBX, deberá tener las facilidades siguientes:

* Debe ser individual, por troncal .
* Se debe poder discriminar el cargo de línea especial fuera de numeración.
* Algunas líneas PBX, se deberán tarificar enviando ráfagas de 12 Khz. Ver APENDICE A.

6.2.4.4. Plan de señalización

- La tecnología de las centrales ofrecidas deberá tener desarrollado el hardware y software necesarios para soportar la señalización R2D, basada en el CCITT, y señalización CCITT No. 7,basada en las recomendaciones de los Libros Azules. El requerimiento para las adaptaciones de estas señalizaciones se mencionan en los numerales 6.1.10 y 6.1.11 de este capítulo.

6.2.4.2.1. Señalización No. 7

- Deberá ofrecerse el hardware y software necesarios para la Señalización No.7 versión nacional, con su debida redundancia de procesador y terminales de señalización.

- Cada canal de señalización No. 7, deberá tener una carga normal máxima de tráfico de 0.2 erl y en condiciones anormales no debe ser mayor de 0.4 erl.

- La central ofrecida deberá funcionar como Puntos de Señalización (PS), No.7 y deberá tener dos (2) rutas de señalización conectadas con la central que funcionará como Punto de Transferencia de la Señalización (PTS), No.7.

- Para propósitos de confiabilidad, al fallar un enlace el total del tráfico será soportado por el otro. Y en estado normal ambos trabajarán en compartimiento de carga.

6.2.4.5. Plan de sincronización

- Las centrales ofrecidas deberán adaptarse al plan de sincronismo Maestro-Esclavo. De modo que tendrá lo siguiente:

** Un (1) reloj que operará de forma plesiócrona, en caso de perderse las referencias externas.

** Dos (2) referencias externas, las cuales son el reloj de la central de Larga Distancia (Maestro Primario) y el de otra central (Maestro Secundario).

- La central ofrecida deberá tener reloj de Cuarzo con las siguientes características :

+ Estabilidad a corto término : 1×10^{-9} por día .
+ Presición : 1×10^{-9}

- La unidad remota ofrecida deberá tener reloj de Cuarzo con las siguientes características :

+ Estabilidad a corto término : 1×10^{-8} por día .
+ Presición : 1×10^{-8} .

6.2.4.6. Plan de servicios

- Los servicios básicos que deben ofrecerse e implementarse con la central son:

a. Abonado ordinario .

b. Servicio a teléfonos públicos de previo pago. De acuerdo a la cantidad especificada en estas bases .

c. Terminación de llamadas con facilidad de intercepción .

d. Línea telefónica con marcación decádica .

e. Línea telefónica con marcación multifrecuencial .

f. Llamadas gratuitas, según el origen o el destino .

g. Restricción del acceso de llamadas a códigos de centrales y de servicios de la red.

h. Medición de características de transmisión de la troncales digitales.

i. Reencaminamiento de llamadas hacia anuncios grabados o tonos.

j. Llamadas de emergencia. Por ejemplo: policía, bomberos, cruz roja, etc.

k. Suspensión de abonados por mora.

l. Toma secuencial, cíclica o aleatoria de multilínea para PABX con punto de inicio aleatorio, fijo o cíclico.

m. Marcación directa hacia una extensión individual analógica en PABX (DID, Direct Inward Dialing).

n. Línea de prueba y contestador automático.

o. Observación del tráfico de la línea del abonado.

- Servicios especiales de la red.

Se requiere que la central ofrecida se adapte al encaminamiento necesario para los servicios especiales.

- **Requisitos para los anuncios grabados,** en tarjetas digitales.

a. Que se conecten en forma sincronizada.

b. Que sean gratuitos; pero que se les pueda tasar en el caso en que ANTEL lo desee.

c. Que se utilizará para cada uno de los siguientes casos: Línea averiada, Número inexistente, Abonado vacante, Congestión de ruta saliente o entrante, Sobrecarga de la red y otros. Cuando los anuncios grabados se congestionen se enviará tono de congestión.

- Las líneas PBX deberán tener como mínimo las facilidades de servicio siguientes :

* Líneas con tráfico originado solamente.

* Restricción del tráfico originado o terminado.

* Restricción de llamadas internacionales e interurbanas.

* Toma secuencial, cíclica o aleatoria de multilínea para PBX con punto de inicio aleatorio, fijo o cíclico.

* Medición del tráfico en troncales PBX.

* También deberán tener también las mismas facilidades y servicios de los abonados normales.

6.3. Especificaciones Generales

El sistema, con el hardware y software ofrecidos debe efectuar las funciones siguentes:

* Gestión y mantenimiento de abonados
* Gestión y mantenimiento del encaminamiento
* Gestión del tráfico
* Gestión y mantenimento de tarifas y de la tarificación
* Mantenimiento del hardware de la central
* Mantenimiento del software de la central

- Se debe incluír el software necesario para efectuar las mediciones del tráfico y calidad del servicio, su almacenamiento en memoria y cinta magnética y envío a terminales PC y Centro de Operación y Mantenimiento.

- Las mediciones, mencionadas en el numeral párrafo anterior, deberán ser programables por comando H-M y podrán activarse a petición o automáticamente.

- Como mínimo deberá medirse y almacenarse los tráficos (en erlang) por ruta, la dispersión del tráfico, los tráficos de los equipos de señalización de la central, la distribución del tráfico dentro de la central (Aorig., Aterm., Ainter., Aent. y Asal.), los tiempos de ocupación promedio de los equipos de señalización y los tiempos promedio de llamada .

- Debe medirse la carga del procesador o procesadores en porcentaje de ocupación e intentos de llamada en la hora cargada .

- Las PCs ofrecidas para la Operación y Mantenimento del sistema deben ser según las especificaciones siguientes :

* Disco duro de 40Mb .
* Drivers para discos floppy de 3 1/2 " con 1.44 Mb .
* Terminal de video a colores .
* Teclado en español .
* Impresor de 240 CPS .
* Incluír inversor para las PCs ubicadas en la central local.

- Cada central ofrecida, debe adaptarse al Plan de Transmisión que tiene fijada una atenuación de 9.1 dB en la red de abonados.

- El nivel de emisión y recepción de la señal de voz, medidos en el Distribuidor Principal, debe ser fácilmente modificable, listar los rangos.

- Las pérdidas internas para llamadas locales debe fijarse en 7 dB; también deben ser modificables, detallar como se implementa en la central.

- La tensión de alimentación hacia la red de abonados debe ser - 48 V DC, utilizándose cualquiera de los puentes de alimentación siguientes : 2 x 400, 2x 200 ó 2x250 ohms .La corriente de consumo del teléfono debe limitarse a 50 mA.

- Los tonos y señales acústicas deben ser modificables, detallar el modo en que lo hacen .

- Las tarjetas de abonado de central local, deben estar diseñadas de modo que soporten un línea de abonado con las siguientes características:

Resistencia de bucle (cable y teléfono) :	1800 Ω
Resistencia máxima de los cables telefónicos :	1500 Ω
Resistencia del aparato telefónico :	300 Ω
Calibre del cable telefónico :	0.4 mm (26 AWG)
Capacitancia del cable telefónico :	52 nF/Km
Resistencia unitaria del cable telefónico :	280 Ω/Km
Atenuación unitaria del cable telefónico :	1.82 db/Km

- Se debe ofrecer la capacidad de los equipos dimensionados para el 100% de Teléfonos Multifrecuencia (DTMF). Deberá permitir el funcionamiento de cualquiera de los dos tipos de aparatos: de disco y de teclado DTMF, en la misma línea.

6.3.1. Condiciones físicas de instalación y funcionamiento de los equipos de conmutación y fuerza

Los materiales suministrados para puesta a tierra y su diseño, deben ofrecerse de modo que la tierra en total tenga un valor de 1 Ω.

- Condiciones ambientales.

El sistema de aire acondicionado, deberá ofrecerse de modo que se mantengan en estado estable en la central y en la sala de fuerza las siguientes condiciones :

Temperatura ..... 22 °C ± 3 °C
Humedad relativa ..... 20% < Hr < 80%

- Todas las centrales deben ofrecerse para instalación sobre piso falso, de modo que la estructura de los bastidores deberán estar preparadas para ésto.

- El piso falso ofrecido debe ser: con pedestales ajustables al piso, contra terremotos grado 7.5 en la Escala Richter (como para zona 4 de los Estados Unidos) y en extensión suficiente para la capacidad final de la central, los pasillos y el espacio entre filas.

- Los equipos ofrecidos deben estar construídos y protejidos contra los tipos de corrosión siguiente: electroquímica, química, intercristalina y electrolítica.

- Los cables y los equipos de conmutación y fuerza, deben suministrarse de modo que puedan soportar la acción de:humedad, insectos, roedores, mohos u otros microorganismos .

- Debe incluírse en la oferta de la parte electromecánica el alumbrado de emergencia para la central, equipo de fuerza y distribuidor principal. También debe conectarse a las baterías (-48VDC) en caso de falla del motor-generador .

- El material de los cables, cordones, conectores y tubos aislantes debe ser de material incombustible en alto grado.

- Se deben ofrecer detectores de incendio ubicados en los locales de central, Distribuidor Principal, Equipo de Fuerza y equipos de energía .

- Los bastidores y filas de ellos, deben suministrase con sus herrajes antisísmicos de modo que puedan soportar condiciones adversas como terremotos grado 7.5 escala Richter durante 5 segundos.

- La central ofrecida debe tener cableado de módulos y tarjetas enchufables.

- Cualquier otro material de instalación, no mencionado antes, como: tornillos, arandelas, platinas, hierros,etc, deberá suministrarse con los materiales de instalación.

- Las PCs e impresores se deberán conectar con tomacorrientes de 110 VAC, 60 Hz, monofásicos y con servicio de energía ininterrumpido.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO VI

1. Un aspecto importante en la eleboración de las especificaciones de los requerimientos técnicos fundamentales es que las centrales ofrecidas deben presentar alto grado de flexibilidad, además de tener capacidad adicional de procesamiento.

2. Las centrales que mejor van a cumplir con las normas especificadas en este capítulo, obviamente son aquellas que poseen control por programa almacenado y además una estructura hardware y software, altamente flexible y modularizada.

3. El cálculo de la capacidad del banco de baterías de una central se realiza en base a la cantidad de equipo de conmutación resultante del dimencionamiento del mismo, además de la corriente que consumen los inversores y equipos de transmisión.

4. En lo referente a los requerimientos necesarios se debe especificar entre otras cosas, sobre componentes como por ejemplo herrajes, conectores, piso falso, etc. de los cuales no se ha tratado en el presente trabajo de graduación por no estar dentro de los alcances y objetivos del mismo, pero que son importantes para el funcionamiento óptimo de la central.

5. Aun cuando en El Salvador no se cuenta con una Red Digital de Servicios Integrados (RDSI ó ISDN), las especificaciones necesarias precisan que las centrales que han de suministrarse sean capaces de evolucionar hacia aplicaciones de ISDN.

6. Las especificaciónes se elaboraron de tal forma que precisan que todos los sub- sistemas de la central puedan crecer modularmente, de acuerdo al crecimiento de abonados, del tráfico y de los servicios de la central.

7. El software básico (Sistema operativo) de la central debe estar diseñado de tal manera que permita que los planes técnicos básicos, los cuales deben residir en una base de datos de la central, sean modificados por comando hombre-máquina.

BIBLIOGRAFIA DEL CAPITULO VI

- Manual GAS 6 del CCITT,UIT.
Aspectos económicos y técnicos de la elección de sistemas de conmutación telefónica.
Ginebra 1981

- Freeman Roger L.
Ingeniería de sistemas de telecomunicación
Noriega editores 1991.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

1. Cualquier red, sea esta de potencia, de datos, de telecomunicacion, etc, siempre está formada fundamentalmente por dos elementos; los nodos y los medios de transmisión, en el caso de la red de Telecomunicación el primer elemento lo constituyen los nodos de conmutación y el segundo los medios de transmisión. Dentro de las redes de telecomunicación se pueden encontrar dos técnicas diferentes, la conmutación de circuitos que ha sido el objeto de estudio del presente trabajo de graduación, y la conmutación de paquetes, pero en las próximas décadas sin lugar a dudas, con el desarrollo en el campo de la fibra óptica, las tecnologías de circuitos integrados, etc., será posible la integración de ambas técnicas, constituyendo lo que se conoce como Red Digital de Servicios Integrados RDSI.

2. Es evidente que la planta externa ocupa un buen porcentaje, económicamente hablando, de la red de telecomunicaciones , y por tanto debe ser proyectada para que se adapte a los avances tecnológicos dados en determinado momento, como es el caso de la transmisión por fibra óptica.

3. Para que una central digital, como parte integrante de la red de telecomunicaciones, contribuya a mejorar la calidad y crecimiento de esta, su realización debe estar basada en las modernas tecnologías de comunicación, incluyendo la transmisión por fibra óptica, técnicas digitales,técnicas de satélite etc.

4. Además del control del sistema, la red de conexión, las terminaciones de red, y el controlador de la red de conexión, una central tambien debe incluir varios tipos de periféricos, tales como los registros multifrecuencia, dispositivos de prueba, generador de anuncios grabados etc., los cuales hacen uso de una gran variedad de hardware y software. En cualquier caso, los registros deben ser considerados como una extención del control del sistema, no así los dispositivos de prueba y la máquina de anuncios grabados, que más bien se consideran como periféricos externos, los cuales pueden requerir conexión al control del sistema.

5. El software de una central digital debe estar formado por dos componentes principales: el software del sistema de aplicación y el software básico, constituido fundamentalmente por el sistema operativo. Para cada tipo de

central se dispone de un paquete genérico de software de aplicación apropiado, cuyo tamaño puede estar entre los cientos de miles hasta uno o dos millones de líneas codificadas, en su mayor parte en lenguaje de alto nivel.

6. En la instalación de una central digital, debe considerarse previamente la elaboración de los planes fundamentales, los cuales determinan las facilidades básicas que ha de tener la central y luego la implementación de dichos planes. Por tanto debe conocerse la relación que existe entre dichos planes y la central digital.

7. La ingeniería de tráfico juega un papel importante dentro del ámbito de las telecomunicaciones. Se vuelve entonces necesario el conocimiento de esta , ya que es la que permite el diseño y el dimencionamiento óptimo de los sistemas de conmutación digital sin menoscavo en la calidad de servicio.

8. Se ha visto la necesidad de estudiar los conceptos fundamentales sobre telecomunicación así como los diferentes sistemas de conmutación existentes, ya que son la base para la elaboración de un conjunto de especificaciones las cuales permiten una evaluación relativamente fácil de dichos sistemas y seleccionar de esta forma aquel que mejor se adapte a las necesidades del país.

9. Es imposible cubrir a profundidad, en un solo trabajo de graduación, todas las áreas que comprenden los sistemas de telecomunicación. Se recomienda por tanto a la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador, promover el desarrollo de temas afines al presente, tales como sistemas de transmisión digital, ingeniería de tráfico, planificación técnica, diseño de redes, etc. Los cuales en conjunto permitirán un óptimo desarrollo de la escuela en el área de telecomunicaciones, pudiendo dar de esta forma un gran aporte a la sociedad en esta rama de la ingeniería eléctrica, que ha sido a través de la historia, un factor determinante en el desarrollo económico, político y social de los pueblos.

APENDICE A

PARAMETROS DE LAS CENTRALES

1 Distribución inicial de abonados, en las centrales.

PABX	90
PABX, con 12 Khz	0
Monederos (12Khz)	50
Teletax (12Khz)	0
Abonados normales	1160
Total de abonados	1300

Capacidad final en abonados: 3,500 ab.

NOTA: Esta central posiblemente sera matriz al final.

2 Tráficos iniciales, en estado normal.

(1,300 ab.)

TRAFICO ORIGINADO	TRAFICO TERMINADO	TRAFICO INTERNO	TRAFICO ENTRANTE	TRAFICO SALIENTE
85.80	76.70	12.87	63.83	72.93

Tráf. total/ab. = 0.125 Tráf. orig./ab. = 0.066
Tráf. term./ab. = 0.059

Los tráficos anteriores están en Erl.

3 Tráficos iniciales entrante y saliente, para cada señalización.

Tráfico, todo R2D

Tráfico Entrante R2D : 63.83 erl .

Tráfico Saliente R2D : 72.93 erl .

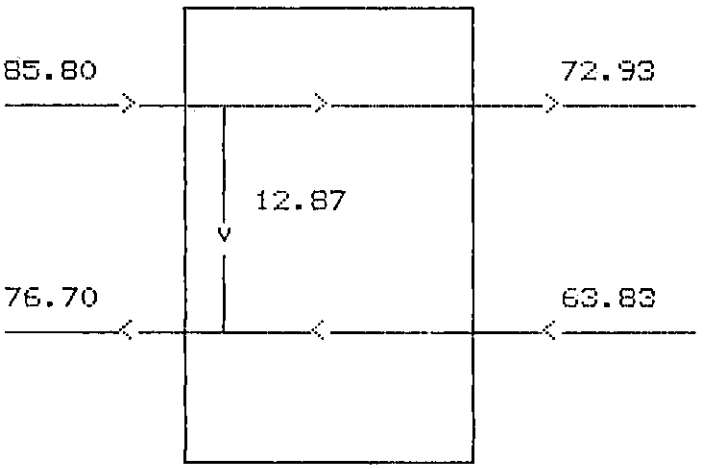
Tráfico, todo No. 7

Tráfico Entrante No. 7 : 63.83 erl .

Tráfico Saliente No. 7 : 72.93 erl .

4 Dispersión del tráfico.

(1,300 ab.)



5 Tiempos promedio de llamada en las centrales.

Tiempo promedio de llamada en estado normal : 118 seg.

Tiempo promedio de llamada en sobrecarga : 80 seg .

6 Tiempos promedio de ocupación de emisores y receptores de señalización MFCR2D.

Emisores MFCR2 ..... 4.0 seg.
Receptores MFCR2 ..... 2.1 seg.
Receptores de teléfonos DTMF ..... 6.2 seg.

7 Grados de servicio en carga normal del tráfico.

Emisores MFCR2 ..... P(t>1.0 seg) = 0.001
t/h = 0.25

Receptores MFCR2 ..... P(t>0.3 seg) = 0.001
t/h = 0.14

Receptores DTMF ..... P(t>1.0 seg) = 0.001
t/h = 0.16

8 Grados de servicio en sobrecarga del 20% del nivel de tráfico.

Emisores MFCR2 ..... P(t>1.0 seg) = 0.005
t/h = 0.25

Receptores MFCR2 ..... P(t>0.3 seg) = 0.005
t/h = 0.14

Receptores DTMF ..... P(t>1.0 seg) = 0.005
t/h = 0.16

La interconexión entre Etapa de Abonados y Red de Conmutación debe dimensionarse con pérdidas del 0.6% .

9 Capacidad inicial de proceso con sobrecarga del 40%.

BHCA (llamadas,+40%) = 10,000
BHCA (S.Suple.,+40%) = 2,000
BHCA (No.7,+40%) = 9,000

Estas capacidades requeridas están por separado y se adaptarán a la arquitectura y configuración del control de cada central ofrecida.

10 Capacidad final de proceso con sobrecarga del 40%.

BHCA (llamadas,+40%) = 47,000
BHCA (S.Suple.,+40%) = 3,000
BHCA (No.7,+40%) = 26,530

Estas capacidades requeridas están por separado y se adaptarán a la arquitectura y configuración del control de cada central ofrecida.

11.Para los cálculos de la capacidad de proceso, requerida para los servicios suplementarios utilizar los siguientes parámetros:

+ Tiempo de llamada promedio en sobrecarga: 80 seg.

+ Porcentaje de utilización simultánea del servicio : 20%

+ Número de abonados iniciales (ver numeral 1).

+ Número de abonados finales (ver numeral 1).

+ El porcentaje de abonados que se atenderá con cada servicio suplementario; el cual se menciona en las especificaciones de conmutación de estas bases.

+ Tráfico originado (ver numeral 1.2).

+ Tráfico terminado (ver numeral 2).

+ Tráfico total por abonado (ver numeral 2).

+ Sobrecarga de los servicios suplementarios, 40 % adicional con respecto a la carga en estado normal. Sobrecarga = 1.4 * Carga Normal

12 **Los datos usados para cálculos de la Señalización No. 7,** son los siguientes:

+ Sobrecarga: 40%

+ No. de mensajes/llamada: 14

+ Parte de usuario: ISUP (PUSI)

+ Tiempo promedio de llamada, en sobrecarga 40%: 80 seg.

+ Tráficos No.7 a capacidad final:

13 **Las temporizaciones de abonado, usadas en las centrales** locales, son:

+ Tiempo de supervisión para la transmisión del tono de marcación:

  Su valor nominal es de 15 seg. y termina cuando el primer dígito es recibido.

+ Tiempo de supervisión entre dígitos:

Su valor nominal es de 10 seg. y termina cuando el último dígito es marcado (o cuando el registro local es desconectado).

Para un número de longitud desconocida, el tiempo de supervisión corto es de 5 seg.

+ Tiempo de supervisión largo del registro:

El tiempo de marcación comienza cuando el tono de marcación es transmitido y termina cuando el registro local es liberado. Su valor nominal es de 90 seg.

+ Tiempo de supervisión para que el abonado llamado conteste:

60 seg. para llamada nacional.
120 seg. para llamada internacional.

+ Tiempo de supervisión para que el abonado llamante reponga al terminar la conversación (abonado llamado cuelga), es de 60 seg.

14 Las temporizaciones de señales MFC son las siguientes:

* Tiempo de supervisión de envío de señales hacia adelante, 15 seg.

* Tiempo de supervisión de pausa entre señales, 24 seg.

* Tiempo de supervisión de envío de señales hacia atrás. No hay supervisión.

* Tiempo de supervisión antes del primer dígito, 10 seg.

* Tiempo de supervisión entre dígitos, 10 seg.

* Tiempo acortado entre dígitos, 5 seg.

15 La tasación del abonado llamante, es del siguiente modo:

Se utiliza el método de multimedición modificado, agregando un impulso al contestar el abonado llamado.

* Para abonado normal.

Llamadas locales : un impulso cada 180 seg.
Llamadas interurbanas : un impulso cada 36 seg.

* Para abonado de teléfono público.

Llamadas locales : un impulso cada 90 seg.
Llamadas interurbanas : un impulso cada 36 seg.

16 Según el caso de tráfico, los impulsos de tarificación se reciben así:

TIPO DE LLAMADA	PUNTO DE EMISION
** Local, interna en la central.	en la central local.
** Local, en la zona metropolitana.	en la central local de origen.
** Interurbana.	en la primera central interurbana seleccionada.

17 Las tarificación de llamadas nacionales se almacenan en la central de origen y las internacionales en la central internacional respectiva.

18 La tasación de llamadas interurbanas e internacionales, por operador, se hará en las centrales de tránsito respectivas.

19 Los servicios especiales, de la red de ANTEL, se tasan así:

SERVICIO	TASACION
Directorio telefónico(114)	1 imp/llamada
Hora nacional (117)	1 imp/llamada
Operador LD Nacional (110)	Ticket electrónico
Operadora internacional (119).....	Ticket manual
Operadora LD INT USA y Canada(120).	Ticket electrónico
Telefonograma (116)	Ticket manual
Llamada internacional desde teléfono público (113)	Cobro revertido en USA.

A N E X O S

ANEXO 1: DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA EWSD

DATOS DE TRAFICO PARA DIMENSIONAR: ZACAMIL, VENECIA, MEJICANOS Y SAN JOSE .

1.1 Distribución inicial de abonados, en las centrales.

	VENECIA	SAN JOSE	ZACAMIL
PABX	140	0	120
PABX, con 12 Khz ...	0	0	0
Monederos (12Khz) ..	240	240	300
Teletax (12Khz)	0	0	0
Abonados normales ..	14,640	9,760	9,848
Total de abonados ..	15,000	10,000	10,268

MEJICANOS

PABX	18
PABX, con 12 Khz ...	0
Monederos (12Khz) ..	150
Teletax (12Khz)	0
Abonados normales ..	4,832
Total de abonados ..	5,000

Capacidad final en abonados : VENECIA ..... 25,000 ab.
SAN JOSE ..... 15,000 ab.
ZACAMIL ..... 25,000 ab.
MEJICANOS (URA). 10,000 ab.

1.2 Tráficos iniciales, en estado normal.

ZACAMIL (10,268 ab.)

TRAFICO ORIGINADO	TRAFICO TERMINADO	TRAFICO INTERNO	TRAFICO ENTRANTE	TRAFICO SALIENTE
677.7	667.4	101.65	826.50	841.50

Tráf. total/ab. = 0.131

MEJICANOS URA de ZACAMIL (5,000 ab.)

TRAFICO ORIGINADO	TRAFICO TERMINADO	TRAFICO INTERNO	TRAFICO ENTRANTE	TRAFICO SALIENTE
330.00	325.00	49.50	cursados en la matriz	

Tráf. total/ab. = 0.131

VENECIA (15,000 ab.)

TRAFICO ORIGINADO	TRAFICO TERMINADO	TRAFICO INTERNO	TRAFICO ENTRANTE	TRAFICO SALIENTE
855.0	960.0	128.25	1386.3	1211.3

Tráf. total/ab. = 0.121

SAN JOSE URA de VENECIA (10,000 ab.)

TRAFICO ORIGINADO	TRAFICO TERMINADO	TRAFICO INTERNO	TRAFICO ENTRANTE	TRAFICO SALIENTE
570.00	640.00	85.50	cursados en la matriz	

Tráf. total/ab. = 0.121

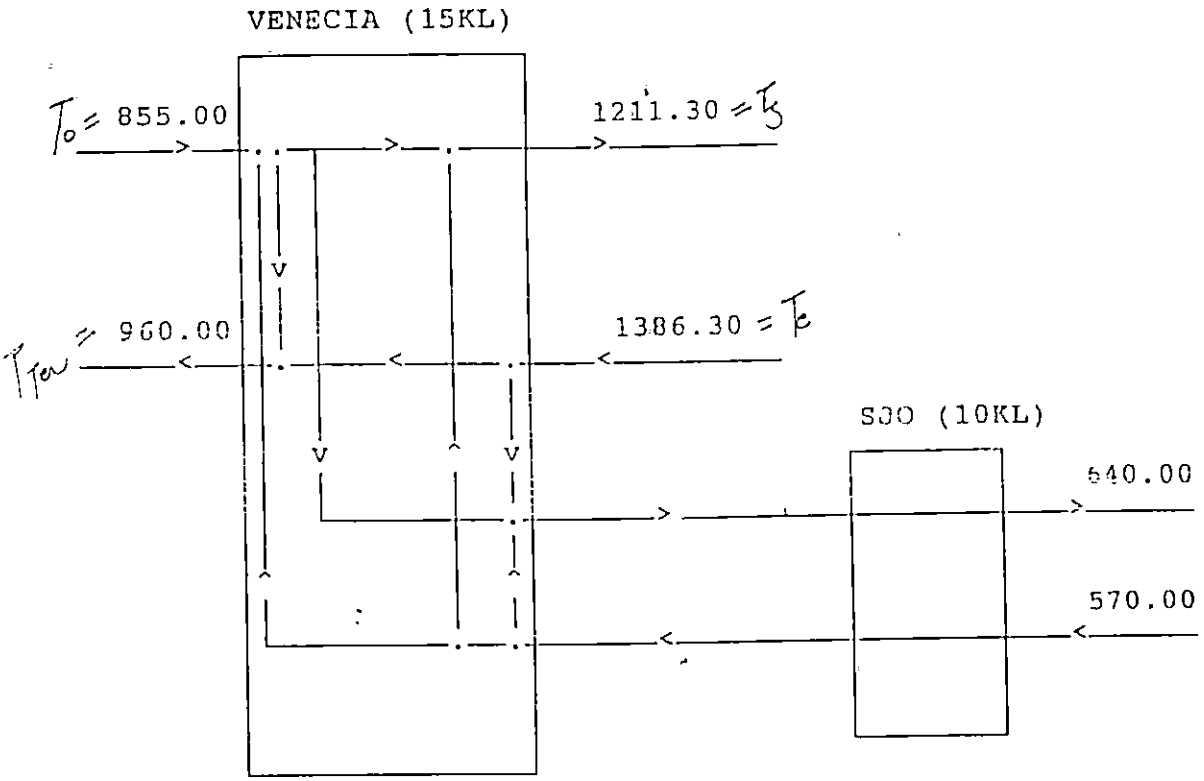
Los tráficos anteriores están en Erl.

1.3 Tráficos iniciales entrante y saliente, para cada señalización y por central.

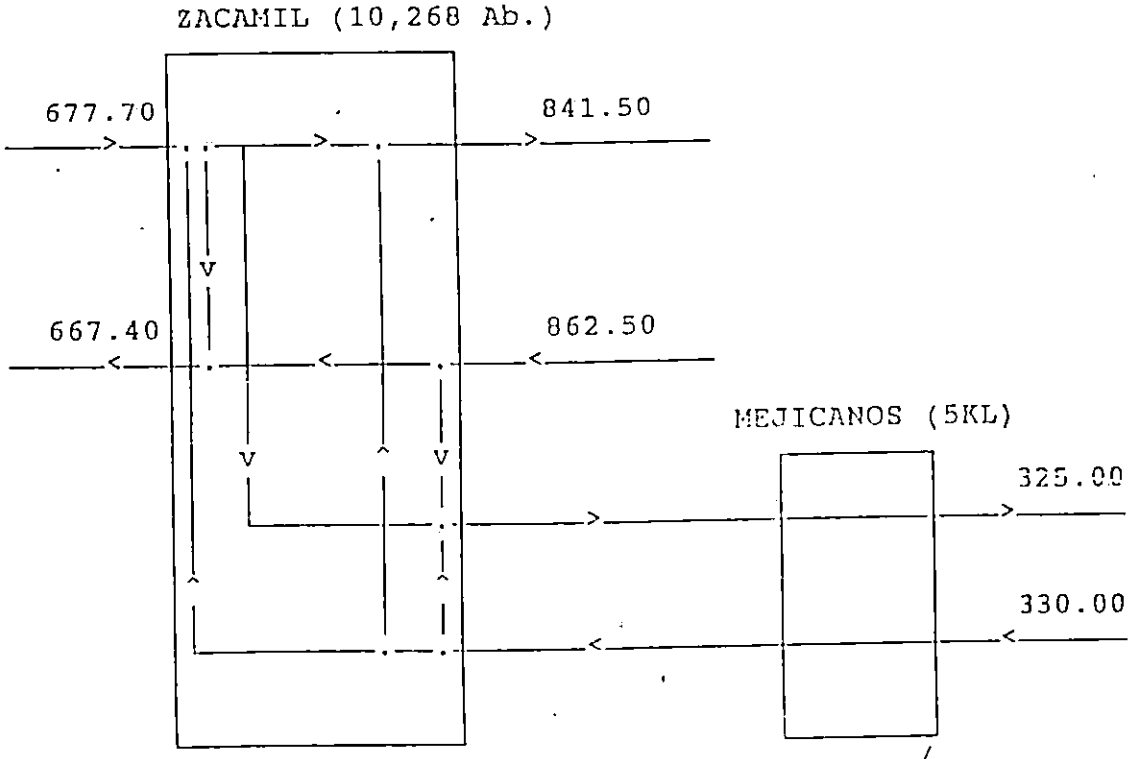
Se parte del principio de que al inicio, se calculan los equipos de señalización MFC R2 suponiendo que todo el tráfico tiene esta señalización ó que todo es No. 7 .

En el numeral anterior están los datos de tráfico que se utilizaron para el dimensionamiento.

1.4 Dispersión del tráfico en VENECIA .



1.4 Dispersión del tráfico en ZACAMIL .



1.6 Tiempos promedio de llamada en las centrales .

Tiempo promedio de llamada en sobrecarga : 80 seg .

1.7 Tiempos promedio de ocupación de emisores y receptores de señalización MFCR2D .

Emisores MFCR2 ..... 4.0 seg.
Receptores MFCR2 ..... 2.1 seg.
Receptores de teléfonos DTMF ..... 6.2 seg.

1.8 Grados de servicio en carga normal del tráfico .

Emisores MFCR2 ..... P(t>1.0 seg) = 0.001
t/h = 0.25

Receptores MFCR2 ..... P(t>0.3 seg) = 0.001
t/h = 0.14

Receptores DTMF ..... P(t>1.0 seg) = 0.001
t/h = 0.16

1.9 Grados de servicio en sobrecarga del 20% del nivel de tráfico .

Emisores MFCR2 ..... P(t>1.0 seg) = 0.005
t/h = 0.25

Receptores MFCR2 ..... P(t>0.3 seg) = 0.005
t/h = 0.14

Receptores DTMF ..... P(t>1.0 seg) = 0.005
t/h = 0.16

La interconexión entre Etapa de Abonados y Red de Conmutación se dimensionó con pérdidas del 0.6% .

Los equipos para MFCR2, se dimensionaron para esta sobrecarga del tráfico.

1.10. Para los cálculos de la capacidad de proceso, requerida para los servicios suplementarios se utilizaron los siguientes parámetros:

+ Tiempo de llamada promedio en sobrecarga: 80 seg.

+ Porcentaje de utilización simultánea del servicio : 20%

+ Número de abonados iniciales : Venecia 15,000
San José 10,000
Zacamil 10,000

Mejicanos 5,000

+ Número de abonados finales : Venecia 25,000
San José 15,000

Zacamil 25,000
Mejicanos 10,000

+ El porcentaje de abonados que se atenderá con cada servicio suplementario; se menciona en las especificaciones de conmutación anteriortes.

+ Tráfico originado y terminado, de acuerdo a los definidos anteriormente.

+ Tráfico total por abonado: Zacamil ..... 0.131 erl
Venecia ..... 0.121 erl

+ Sobrecarga de los servicios suplementarios, 40 % adicional con respecto a la carga en estado normal.
Sobrecarga = 1.4 * Carga Normal

1.11 Los datos usados para cálculos de la Señalización No. 7, son los siguientes :

+ Sobrecarga : 40%

+ No. de mensajes/llamada : 6

+ Parte de usuario : ISUP (PUSI)

+ Tiempo promedio de llamada, en sobrecarga 40%: 80 seg.

+ Tráficos No.7 a capacidad final, suponiendo que los tráficos entrantes y salientes son todos con señalización No. 7.

Edición : 1

Central: VENECIA Abonados: 15.000

1. : Cálculo de la Unidad de Línea Digital

1.1 : Datos

1.1.1. : Cantidades de líneas

Cantidad de abonados normales	=	14640
Cantidad de abonados con contadores de 12 kHz (1%)	=	-
Cantidad de líneas de monederos de 12 kHz	=	240
Cantidad de líneas PABX	=	120
Total	=	15000

1.1.2. : Tráfico total de Abonados = 1815,0 Erl

1.1.3. : Tráfico total por línea = 0,121 Erl/ab.

1.1.4. : Tráfico total originado = 855,0 Erl

1.1.5. : Tráfico originado con teclado (100%) = 855,0 Erl

1.1.6. : Tráfico terminado = 960,0 Erl

1.2. : Dimensionamiento

Tabla 1.2.1: Cantidad necesaria de M:SLMA

	N'líneas	Tipo de módulo	N'líneas por módulo	N'M:SLMA* N'líneas/ N'líneas por módulo
Líneas de abonado	14760	M:SLMA:COS	8	1845
Líneas de abonado con 12 kHz	240	M:SLMA:CM 12	6	40
			N'M:SLMA Total	1885

TABLAS DE CALCULO

DEL SISTEMA EWSD

Este cálculo comprende la siguiente central y sus correspondientes unidades digitales de línea (DLU) asociados:

Central Digital VENECIA

- Etapa Inicial 15.000 Líneas

Edición: 1

Central: VENECIA

Abonados: 15.000

1.2.2. : Posibilidades de equipamiento

F:DLU(A)	Cantidad de F:DLU(B)	Cantidad máxima de M:SLMA por DLU	Cant.máx. de Abonados normales
1	1	52* (54) **	416* (432) **
1	3	116* (118) **	928* (944) **

* DLU remoto= con unidad de prueba (TU) y equipamiento para servicio de emergencia (2 EMSP)
** DLU local = Con unidad de prueba (TU)

1.2.3.: Tráfico máximo por DLU
(en función de cantidad de sistemas PCM 30, tráfico de 0,131 Erl/línea y los valores del grado de servicio indicados en el Cuadro Basico de Requerimientos Tecnicos en las bases de licitación 26/91).

Cantidad de sistemas PCM 30	Tráfico máximo por DLU
2 x 1	38 Erl
2 x 2	85 Erl

1.2.4.: Cantidad de DLU

La cantidad necesaria de DLU se debe calcular considerando el tráfico máximo permitido por DLU y la cantidad máxima de M:SLMA a conectar por DLU

a) N'DLU = Tráfico total de Abonados/Tráfico máximo por DLU (ver 1.2.3)
1815,0/85 = 21,35

b) N'DLU = N'M:SLMA Total/Cantidad máxima de SLMA por DLU (ver 1.2.2.)
1885 /118 = 15,97

Adoptar el mayor valor para determinar cantidad necesaria de DLU

N'DLU* = 22

1.2.5 : Cantidad de M:SLMA posibles de conectar por DLU

Si el tráfico a cursar (y no la cantidad de abonados) ha determinado la cantidad de DLU, la cantidad máxima de SLMA posibles de conectar por DLU es menor que lo indicado en tabla 1.2.2.

N'M:SLMA ** = N'SLMA total x tráfico máx. por DLU / Tráfico Total de Abonados
= 1885 x 85 / 1815,0 = 88,2
= 88

* redondear a número entero superior
** redondear a número entero inferior

1.2.6 : Equipamiento de las DLU

N'M:SLMA					
DLU No.	F:DLU(A)	F:DLU(B)	F:DLU(B)	F:DLU(B)	PCM30
1..21	22	32	32	-	2 x 2
22	22	32	25	-	2 x 2

1.2.7. : Cantidad de TU y M:EMSP

N'TU = N'DLU = 22

N'M:EMSP = 2xN'DLU = -

Central: VENECIA Abonados:15.000

2. : Cálculo de LTGG(B)

N'DIU 30	=	148	= Cantidad de sistemas PCM30 para la totalidad de las unidades digitales
	=	+4	sistemas PCM30 para DID hacia PABX digit
	=	152	Total
N'LTGG(B)	=	38	= N'DIU 30 totales/4 *

N'CRP(8) (en LTGG(B)) = 608 = (N'LTGG(B)) x F

N'M:CRP(8)(en LTGG(B)) = 76 = N'CRP/8

Cálculo de F (para CRP en LTGG(B))
(Dimensionado con sobrecarga del 20 %)
Tráfico originado con teclado
como suma en todos los DLU = 1425 ver punto 1.1.5

A'CRP(8) = A'org c/teclado xtm CRP(8)/tm=1,2x1425x6,2 /80

= 132,53 Erl

A'CRP(8)/N'LTGG(B) = 132,53/37 = 3,58 Erl

con este valor de tráfico y
con t/tm = 0,16 P(>t) = 0,5 % (ver tabla Anexo 1)

resulta F = 12

Por modularidad resulta F = 16

3. : Cálculo de LTGG: OSS

N'DSB = - = cantidad de posiciones de operadora

* redondear hacia arriba a un número entero (mínimo 2)

Central: VENECIA Abonados:15.000

4. : Cálculo de LTGG(C)

N'DIU 30, R2 = 150 número de DIU 30, (con la posibilidad de señalización MFC-R2)

N'DIU 30 = 151 número total de DIU 30 (incl. servicios y anuncios) según Requerimiento en LTGG(C))

N'LTGG(C) con MFC = 150/4 = 38 N'DIU 30, R2 /4 *

N'LTGG(C) con MFC = 151/4 = 38 N'DIU 30 /4 *

N'CRM(8)(en LTGG(C) con MFC =38x16 = 608 N'LTGG(C) con MFCxC

N'M:CRM/(8) en LTGG(C) con MFC = 608/8= 76 N'CRM(8)/8

Cálculo de C (para CRM en LTGG(C))
(Dimensionado con sobrecarga del 20 %)

Trá.sal.en LTGG(C) con MFC = 1211,3 Erl

Trá.entr.en LTGG(C) con MFC = 1386,3 Erl

Suma Tráfico total LTGG(C) con MFC = 2597,6 Erl

Tiempos medios (tm CRM) en LTGG(C) (sal)= 4,0 s

Tiempos medios (tm CRM) en LTGG(C).(Ent)= 2,1 s

A'CRM=A'Salxtm CRM/tm + A'entxtm CRM/tm=1,2x1211,3x4,0/80 + 1,2x1386,3 x 2,1/80 = 72,68 + 43,67 = 116,35 Erl

A'CRM/N'LTGG(C) con MFC = 116,35 Erl/ 38 = 3,06 Erl

con este valor de tráfico y

con t/tm = 0,15 P(>t) = 0,5 % (ver tabla 1)

resulta N = C = 12
(Por modularidad resulta C = 16)

* redondear hacia número entero superior (mínimo 2)

Edición : 1

Central: VENECIA

Abonados: 15.000

5. Cálculo de LTGD

N'DIU 30, No.5 = - = numero de DIU 30, con la posibilidad de senalizacion CCITT No.5

6. Cantidad de LTG (N'LTG) total

N'LTG = N'LTGG(B) + N'LTGG(C) + LTGD

:= 38 + 38 = 76

* redondear hacia número entero superior

7. Cálculo de la red de conmutación (SN)

7.1 Cantidad de TSM (N'TSM)

N'LTG = 76 = cantidad de LTG conectados realmente, ver punto 6

N'TSM = 20 = (N'LTG'+x+y)/4 *
con x=(N'LTG/63)*
con y=(N'canal. CCITT N°7/128)*

En el SN DE 3 se usa 1 SSM 16/16

7.2 Cantidad de SSM 16/16 (N'SSM 16/16)

N'LTG = 76 = cantidad de LTG conectados

N'TSM = 20 = (N'LTG'+x+y)/4 *
con x=(N'LTG/63)*
con y=(N'canal. CCITT N°7/128)*

N'SSM 16/16 = 15 =...véase la tabla siguiente

Tipo DE	DE 4	DE 5/1	DE 5/2	DE 5/4
	1<N'TSM≤16	16<N'TSM≤32	32<N'TSM≤64	64<N'TSM≤128
N'SSM 16/16	4	15	30	60

* redondear hacia número entero superior

Edición : 1

Central: VENECIA

Abonados: 15.000

Tabla 7.3: Cantidad de SSM 8/15 (N'SSM 8/15)

Se necesita solamente si N'SSM 16/16>15

N'TSM = 20 = véase Tabla 7.1

N'SSM 8/15 = 12 = 4x(N'TSM/8) *

* redondear hacia número entero superior

Edición : 1

Central: VENECIA

Abonados: 15.000

8. Cálculo del procesador (CP) (Capacidad Inicial)

8.1 Cálculo de BHCA

Tipos de tráfico	A(Erl) en etapa inicial	tm(seg)	BHCA (incl. 40% sobrecarga)
Tráfico originado (incl.Tráfico interno)			
Tráfico terminado			
Tráfico tránsito	- -		- -
		TOTAL	187.746

BHCA = (A(Erl.)x3600)/tm

BHCA = número de ocupaciones en la hora cargada.

8.2 Tipo de procesador

Hasta 60.000 BHCA = = = CP112/CP112R

Hasta 1.200.000 BHCA = = = CP113

Para esta central se prevé el procesador CP113 con una capacidad ampliable en etapas hasta 1.200.000 BHCA (carga ref.A).

Cálculo de San José :

Etapa Inicial : BHCA(bas) = 76.230
Etapa final : BHCA (bas) = 114.345

			San José 2		San José 2	
			Abonados en etapa		BHCA(fac)	
Servicios Suplementarios	Fn	Porcentaje	Inicial	final	Inicial	final
Línea de conexión directa	0.27	2	40	60	39	58
Ident. Llamadas malic.	0.61	30	600	900	1,314	1,971
Marcacación abreviada	0.27	5	100	150	97	145
Ident. Llamadas en espera	0.61	2	40	60	88	131
Transferencia de Llamadas	1.30	2	40	60	187	280
Consulta y Transferencia	0.15	2	40	60	22	32
Conferencia Pluripartita	1.59	3	60	90	343	514
Despertador automático	1.59	5	100	150	571	856
Llamadas completadas	1.30	2	40	60	187	280
Abonado con contador	0.15	1	20	30	11	16
Envio tono aullador	0.15	20	400	600	215	323
Bloqueo Llamadas origin.	0.15	25	500	750	269	404
				TOTAL :	3,343	5,010

Utilizacion simultanea de los servicios suplementarios para el 20 % de los abonados

Carga de procesamiento en el Proyecto Venecia

	Etapa Inicial		
	BHCA(bas)	BHCA(fac)	BHCA(tot)
Venecia	114,345	5,010	119,355
San José	76,230	3,343	79,573
	Venecia+San José :		198,928

	Etapa final		
	BHCA(bas)	BHCA(fac)	BHCA(tot)
Venecia	190,575	8,354	198,929
San José (*)	114,345	5,010	119,355

(*) En etapa final como central independiente

Nota : En la central Venecia
la capacidad de proceso inicial requerida en BHCA es de 198,928 (carga B)
la capacidad de proceso instalada en BHCA es de 300,000 (carga B)

CALCULO DE CARGA DE PROCESAMIENTO

PROYECTO VENECIA

	Etapa inicia	Etapa final
Venecia	15.000 lin.	25.000 lin.
San José	10.000 lin.	15.000 lin.(*)

(*) En etapa final como central independiente

Atotal/ab. : 0,121 Erl. tiempo llam. : 80 seg.
Aorig/ab. : 0,057 Erl. sobrecarga : 40%
Aterm/ab. : 0,064 Erl.

Definiciones :
Aorig/total = Aorig/ab x Total de lineas
Aterm/total = Aterm/ab x Total de lineas
BHCA(tot) = BHCA(bas) + BHCA(fac)
BHCA(bas) = (1,4 x (Aorig/total+Aterm/total) x 3600) : tiempo llamada
BHCA(fac) = (1,4 x Fn x Aorig/ab. x Abonados con facilidad n x 0,2 x 3600) : tiempo llamada
con Fn=factor de facilidad n

Cálculo de Venecia :

Etapa Inicial : BHCA(bas) = 114.345
Etapa final : BHCA (bas) = 190.575

			Venecia		Venecia	
			Abonados en etapa		BHCA(fac)	
Servicios Suplementarios	Fn	Porcentaje	inicial	final	inicial	final
Linea de conexión directa	0.27	2	60	100	58	97
Ident. Llamadas malic.	0.61	30	900	1500	1,971	3,286
Marcacación abreviada	0.27	5	150	250	145	242
Ident. Llamadas en espera	0.61	2	60	100	131	219
Transferencia de Llamadas	1.30	2	60	100	280	467
Consulta y Transferencia	0.15	2	60	100	32	54
Conferencia Pluripartita	1.59	3	90	150	514	856
Despertador automático	1.59	5	150	250	856	1,427
Llamadas completadas	1.30	2	60	100	280	467
Abonado con contador	0.15	1	30	50	16	27
Envio tono aullador	0.15	20	600	1000	323	539
Bloqueo Llamadas origin.	0.15	25	750	1250	404	673
				TOTAL :	5,010	8,354

Utilizacion simultanea de los servicios suplementarios para el 20 % de los abonados

Edición : 1

Central: VENECIA

Abonados: 15.000

8.3 Cantidad de memorias externas y de equipos de entrada/salida

N'MDD	N'MTD	N'OMT	N'SYPD	N'M
2	1	2	1	2

MDD unidad de disco magnético
MTD unidad de cinta magnética
OMT terminal de operación y mantenimiento
SYPD panel indicador del sistema
M modem

SIEMENS

p(>t)	N \ t/t_m	0	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,5	2	4
0,01 %	4	0.23	0.25	0.27	0.28	0.31	0.34	0.41	0.49	0.58	0.84	1.13	2.10
	8	1.38	1.52	1.59	1.67	1.83	1.99	2.33	2.69	3.05	3.86	4.52	5.96
	12	3.10	3.41	3.57	3.73	4.06	4.39	5.06	5.69	6.28	7.45	8.28	9.91
	16	5.15	5.65	5.91	6.17	6.69	7.20	8.17	9.05	9.80	11.2	12.1	13.9
	20	7.42	8.14	8.50	8.86	9.57	10.3	11.5	12.6	13.5	15.1	16.1	17.9
	24	9.85	10.8	11.3	11.7	12.6	13.5	15.0	16.2	17.2	18.9	20.0	21.8
	28	12.4	13.6	14.2	14.7	15.8	16.8	18.6	20.0	21.0	22.9	24.0	25.8
0,05 %	4	0.35	0.39	0.41	0.43	0.47	0.52	0.62	0.73	0.85	1.17	1.50	2.41
	8	1.76	1.93	2.02	2.11	2.30	2.50	2.90	3.29	3.67	4.47	5.07	6.31
	12	3.71	4.07	4.25	4.43	4.81	5.18	5.88	6.53	7.09	8.17	8.69	10.3
	16	5.96	6.53	6.82	7.10	7.66	8.21	9.19	10.0	10.7	12.0	12.8	14.2
	20	8.42	9.21	9.60	9.99	10.7	11.4	12.7	13.7	14.5	15.9	16.7	18.2
	24	11.0	12.0	12.5	13.0	14.0	14.8	16.3	17.4	18.3	19.8	20.7	22.2
	28	13.7	15.0	15.6	16.2	17.3	18.3	20.0	21.2	22.2	23.7	24.6	26.2
0,1 %	4	0.43	0.47	0.49	0.51	0.56	0.62	0.73	0.86	1.00	1.35	1.68	2.55
	8	1.96	2.15	2.25	2.35	2.55	2.76	3.18	3.59	3.97	4.74	5.31	6.46
	12	4.02	4.40	4.60	4.79	5.18	5.56	6.28	6.92	7.47	8.49	9.16	10.4
	16	6.37	6.97	7.27	7.56	8.14	8.69	9.67	10.5	11.2	12.3	13.1	14.4
	20	8.91	9.74	10.1	10.5	11.3	12.0	13.2	14.2	14.9	16.2	17.0	18.4
	24	11.6	12.7	13.2	13.7	14.6	15.5	16.9	18.0	18.8	20.2	21.0	22.4
	28	14.4	15.7	16.3	16.9	18.0	19.0	20.6	21.8	22.7	24.1	24.9	26.4
0,2 %	4	0.51	0.57	0.59	0.62	0.68	0.74	0.88	1.02	1.17	1.54	1.87	2.68
	8	2.19	2.40	2.50	2.61	2.84	3.06	3.50	3.91	4.28	5.03	5.56	6.61
	12	4.37	4.78	4.98	5.19	5.60	5.99	6.71	7.33	7.86	8.81	9.43	10.6
	16	6.82	7.45	7.76	8.07	8.66	9.21	10.2	11.0	11.6	12.7	13.4	14.6
	20	9.46	10.3	10.7	11.1	11.9	12.6	13.8	14.7	15.4	16.6	17.3	18.6
	24	12.2	13.3	13.9	14.4	15.3	16.1	17.5	18.5	19.3	20.5	21.3	22.5
	28	15.1	16.4	17.1	17.7	18.8	19.7	21.3	22.4	23.2	24.5	25.2	26.5
0,5 %	4	0.66	0.73	0.76	0.80	0.87	0.95	1.11	1.27	1.43	1.82	2.13	2.87
	8	2.54	2.78	2.90	3.02	3.27	3.51	3.96	4.37	4.73	5.43	5.90	6.81
	12	4.90	5.34	5.56	5.78	6.21	6.61	7.32	7.91	8.40	9.25	9.80	10.8
	16	7.50	8.17	8.50	8.82	9.42	9.97	10.9	11.6	12.2	13.2	13.7	14.8
	20	10.3	11.2	11.6	12.0	12.8	13.5	14.6	15.4	16.0	17.1	17.7	18.8
	24	13.2	14.3	14.8	15.4	16.3	17.1	18.3	19.3	19.9	21.0	21.7	22.8
	28	16.1	17.5	18.2	18.8	19.8	20.7	22.1	23.1	23.9	25.0	25.6	26.8

Tabla 1: Permissible traffic offered for N servers in case of P(>t) = 0,01 % - 0,5 %

SIEMENS

p(>t)	N \ t/t_m	0	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,5	2	4
1 %	4	0.81	0.89	0.93	0.97	1.05	1.14	1.32	1.50	1.67	2.05	2.35	3.01
	8	2.87	3.13	3.26	3.39	3.65	3.89	4.35	4.76	5.10	5.74	6.16	6.97
	12	5.36	5.84	6.07	6.30	6.73	7.13	7.82	8.38	8.82	9.60	10.1	10.9
	16	8.09	8.79	9.13	9.45	10.1	10.6	11.5	12.1	12.7	13.5	14.0	14.9
	20	11.0	11.9	12.3	12.8	13.5	14.2	15.2	16.0	16.5	17.5	18.0	18.9
	24	14.0	15.1	15.7	16.2	17.1	17.8	19.0	19.8	20.4	21.4	22.0	22.9
	28	17.0	18.4	19.1	19.7	20.7	21.6	22.8	23.7	24.4	25.4	26.0	26.9
1.5 %	4	0.91	1.00	1.04	1.09	1.18	1.27	1.46	1.65	1.82	2.19	2.48	3.10
	8	3.08	3.35	3.49	3.63	3.89	4.14	4.60	4.99	5.32	5.92	6.32	7.06
	12	5.67	6.16	6.40	6.63	7.06	7.46	8.13	8.66	9.08	9.80	10.2	11.0
	16	8.48	9.19	9.53	9.85	10.4	11.0	11.8	12.4	12.9	13.7	14.2	15.0
	20	11.4	12.4	12.8	13.2	14.0	14.6	15.6	16.3	16.8	17.7	18.2	19.0
	24	14.5	15.7	16.2	16.7	17.6	18.3	19.4	20.2	20.7	21.6	22.1	23.0
	28	17.6	19.0	19.7	20.2	21.2	22.1	23.3	24.1	24.7	25.6	26.1	27.0
2 %	4	0.99	1.09	1.13	1.18	1.28	1.38	1.57	1.76	1.93	2.30	2.58	3.16
	8	3.25	3.53	3.67	3.81	4.08	4.33	4.79	5.17	5.48	6.05	6.43	7.12
	12	5.90	6.40	6.64	6.87	7.31	7.70	8.35	8.86	9.26	9.94	10.4	11.1
	16	8.77	9.49	9.83	10.2	10.7	11.3	12.1	12.7	13.1	13.9	14.3	15.1
	20	11.8	12.7	13.2	13.6	14.3	14.9	15.9	16.5	17.0	17.8	18.3	19.1
	24	14.9	16.1	16.6	17.1	17.9	18.6	10.9	20.4	21.0	21.8	22.3	23.1
	28	18.0	19.5	20.1	20.7	21.6	22.4	23.6	24.3	24.9	25.8	26.3	27.1
5 %	4	1.32	1.43	1.49	1.55	1.66	1.77	1.98	2.17	2.33	2.66	2.89	3.35
	8	3.87	4.18	4.33	4.47	4.75	4.99	5.42	5.75	6.02	6.49	6.78	7.32
	12	6.76	7.28	7.53	7.76	8.17	8.53	9.11	9.54	9.87	10.4	10.7	11.3
	16	9.82	10.6	10.9	11.2	11.8	12.2	12.9	13.4	13.8	14.4	14.7	15.3
	20	13.0	14.0	14.4	14.8	15.4	16.0	16.8	17.3	17.7	18.3	18.7	19.3
	24	16.3	17.4	17.9	18.4	19.2	19.8	20.6	21.2	21.7	22.3	22.7	23.3
	28	19.6	21.0	21.6	22.1	22.9	23.6	24.5	25.2	25.6	26.3	26.7	27.3
10 %	4	1.65	1.78	1.85	1.91	2.03	2.14	2.35	2.52	2.67	2.95	3.13	3.50
	8	4.46	4.79	4.94	5.08	5.34	5.57	5.94	6.23	6.45	6.83	7.06	7.48
	12	7.55	8.08	8.31	8.53	8.91	9.23	9.72	10.1	10.3	10.8	11.0	11.5
	16	10.8	11.5	11.8	12.1	12.6	13.0	13.6	14.0	14.3	14.7	15.0	15.5
	20	14.1	15.0	15.4	15.8	16.4	16.8	17.5	17.9	18.2	18.7	19.0	19.5
	24	17.5	18.6	19.1	19.5	20.2	20.7	21.4	21.9	22.2	22.7	23.0	23.5
	28	20.9	22.3	22.8	23.3	24.0	24.5	25.3	25.8	26.2	26.7	27.0	27.5

Tabla 2: Permissible traffic offered for N servers in case of P(>t) = 1 % - 10 %

TABLAS DE CALCULO

DEL SISTEMA EWSD

Este cálculo comprende la siguiente unidad digital de línea (DLU) :

Unidad Remota Digital SAN JOSE
(depende de Central VENECIA)

- Etapa Inicial 10.000 Líneas

Edición : 1

Central: SAN JOSE — Abonados: 10.000

1. : Cálculo de la Unidad de Línea Digital

1.1 : Datos

1.1.1. : Cantidades de líneas

Cantidad de abonados normales	=	9760
Cantidad de abonados con contadores de 12 kHz (1%)	=	-
Cantidad de líneas de monederos de 12 kHz	=	240
Cantidad de líneas PABX	=	-
Total	=	10.000

1.1.2. : Tráfico total de Abonados = 1210,0 Erl

1.1.3. : Tráfico total por línea = 0,1210 Erl/ab.

1.1.4. : Tráfico total originado = 570,0 Erl

1.1.5. : Tráfico originado con teclado (100%) = 570,0 Erl

1.1.6. : Tráfico terminado = 640,0 Erl

1.2. : Dimensionamiento

Tabla 1.2.1: Cantidad necesaria de M:SLMA

	N'líneas	Tipo de módulo	N'líneas por módulo	N'M:SLMA* N'líneas/ N'líneas por módulo
Líneas de abonado	9760	M:SLMA:COS	8	1220
Líneas de abonado con 12 kHz	240	M:SLMA:CM 12	6	40
			N'M:SLMA Total	1260

* redondear a número entero superior

1.2.2. : Posibilidades de equipamiento

F:DLU(A)	Cantidad de F:DLU(B)	Cantidad máxima de M:SLMA por DLU	Cant.máx. de Abonados normales
1	1	52* (54) **	416* (432) **
1	3	116* (118) **	928* (944) **

* DLU remoto= con unidad de prueba (TU) y equipamiento para servicio de emergencia (2 EMSP)
** DLU local = Con unidad de prueba (TU)

1.2.3.: Tráfico máximo por DLU
(en función de cantidad de sistemas PCM 30, tráfico de 0,131 Erl/línea y los valores del grado de servicio indicados en el Cuadro Basico de Requerimientos Tecnicos en las bases de licitación 26/91).

Cantidad de sistemas PCM 30	Tráfico máximo por DLU
2 x 1	38 Erl
2 x 2	85 Erl

1.2.4.: Cantidad de DLU

La cantidad necesaria de DLU se debe calcular considerando el tráfico máximo permitido por DLU y la cantidad máxima de M:SLMA a conectar por DLU

a) N'DLU = Tráfico total de Abonados/Tráfico máximo por DLU (ver 1.2.3)
1210,0/85 = 14,25

b) N'DLU = N'M:SLMA Total/Cantidad máxima de SLMA por DLU (ver 1.2.2.)
1260 /116 = 10,86

Adoptar el mayor valor para determinar cantidad necesaria de DLU

N'DLU* = 15

1.2.5 : Cantidad de M:SLMA posibles de conectar por DLU

Si el tráfico a cursar (y no la cantidad de abonados) ha determinado la cantidad de DLU, la cantidad máxima de SLMA posibles de conectar por DLU es menor que lo indicado en tabla 1.2.2.

N'M:SLMA ** = N'SLMA total x tráfico máx. por DLU / Tráfico Total de Abonados
= 1260 x 85 / 1210,0 = 88,51
= 88

* redondear a número entero superior
** redondear a número entero inferior

1.2.6 : Equipamiento de las DLU

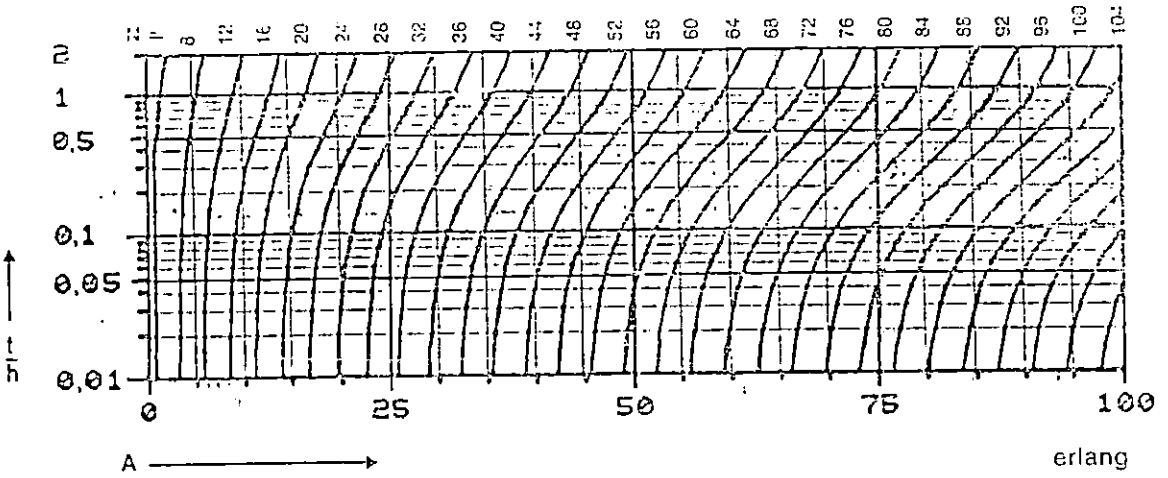
N'M:SLMA					
DLU No.	F:DLU(A)	F:DLU(B)	F:DLU(B)	F:DLU(B)	PCM30
1	19	32	32	1	2 x 2
2..15	20	32	32	-	2 x 2

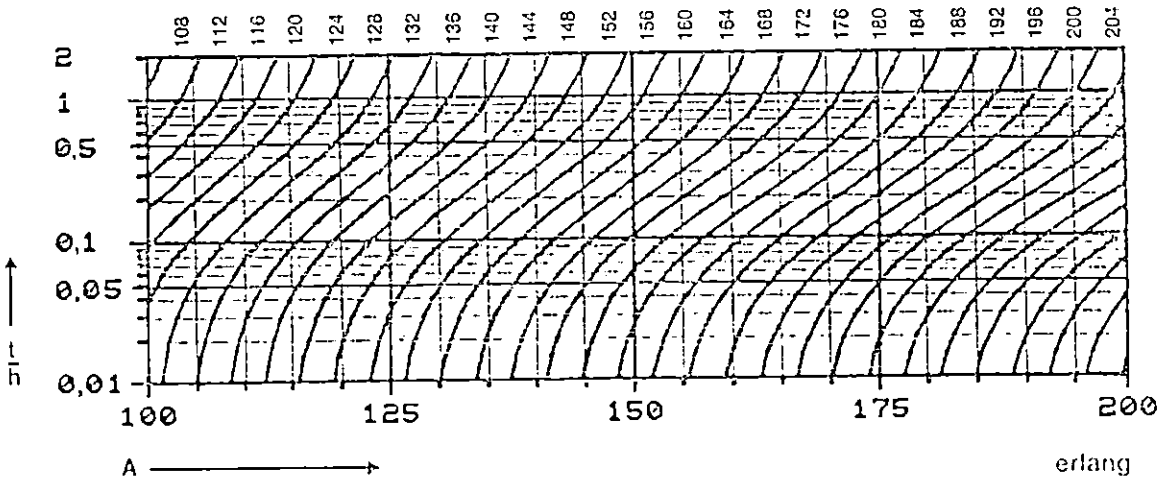
1.2.7. : Cantidad de TU y M:EMSP

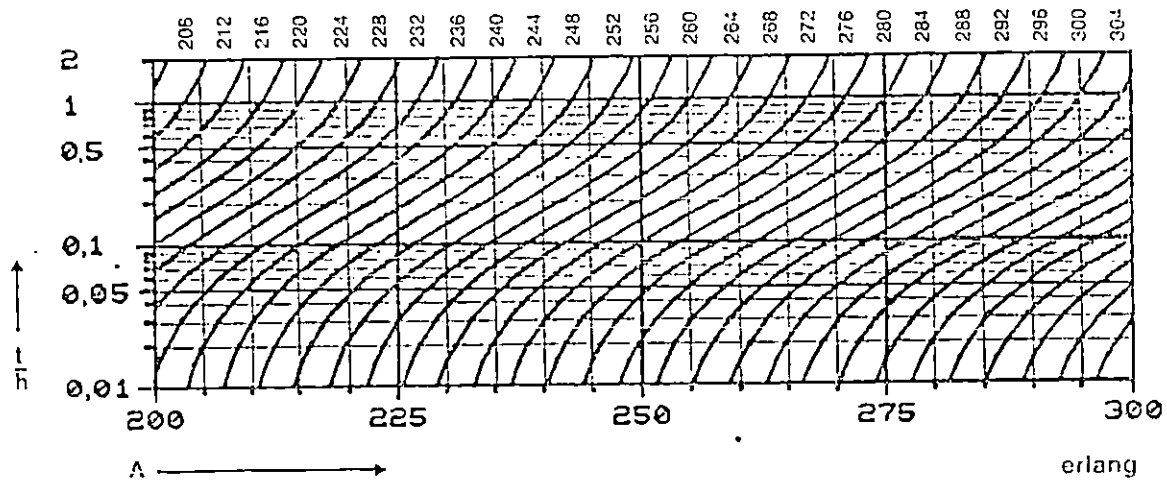
N'TU = N'DLU = 15

N'M:EMSP = 2xN'DLU = 30

ANEXO 2: DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA AXE-10



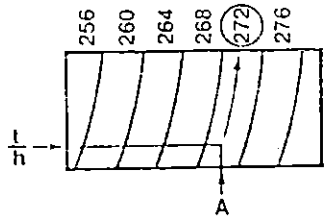




DIMENSIONING DIAGRAM

Common control devices KRD, CRD, CSD

P (>t)	=	Probability of delay exceeding t
h	=	Average holding time on KRD, CRD, CSD
KRD	=	Key-set Code Reception Device
CRD	=	Code Receiver Device
CSD	=	Code Sender Device
N	=	Number of KRD, CRD, CSD
A	=	Total traffic offered to the KRD-, CRD-, CSD route



AXE 10 (with GSN-D)

KRD, CRD, CSD

P (>t) =0,005

LM Ericsson System AXE 10

DIMENSIONAMIENTO DE CENTRAL:.... TANDEM3/SOY		(sustitución de la central SOYAPANGO 1 (ARF))			
		MATRIZ	URA1	URA2	URA3
CAPACIDAD EXISTENTE		0 *	0 *	0 *	0 *
AMPLIACION	T.Amp.	5,120 *	0 *	0 *	0 *
TOTAL DE AB. EN CTRL.	T.Ab.C.	5,120	0	0	0
TOTAL DE ABONADOS	T.Ab.		5,120	(matriz + remotos)	

TRAFICO POR ABONADO

Ao = 0.08 *
At = 0.07 *
Ai = 0.0011 *
A.T. = 0.15

TRAFICO ORIGINADO	T.O.	Ao	*	T.Ab.	=	0.08	*	5,120	=	409.60
TRAFICO TERMINADO	T.Te.	At	*	T.Ab.	=	0.07	*	5,120	=	358.40
TRAFICO INTERNO	T.I.	Ai	*	T.Ab.	=	0.0011	*	5,120	=	5.63
TRAFICO TOTAL	T.T.	A.T.	*	T.Ab.	=	0.15	*	5,120	=	768.00

MATRIZ DE TRAFICO

REFERENCIA:
T.E. = TRAFICO ENTRANTE
T.S. = TRAFICO SALIENTE

T.O.	=	409.60			T.E	=	403.97
			T.I.	=	5.63		
T.Te.	=	358.40			T.S.	=	352.77

PARAMETROS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL
Consideración: 10% de sobrecaga de tráfico

T.To. = T.E + T.S.
T.To. = 403.97 + 352.77
T.To. = 756.74

(No. de ETC's existentes) No.ETC ex. = 0 *

tiempo medio de llamada	*	h	=	80	seg.				
tiempo medio de ocupación de C	*	hcr	=	2.1	seg.	t/h	=	0.3/2.1	= 0.14
tiempo medio de ocupación de C	*	hcs	=	4	seg.	t/h	=	1/4	= 0.25
tiempo medio de ocupación de K	*	hkr	=	6.2	seg.	t/h	=	1/6.2	= 0.16

1) SUBSISTEMA DE ABONADOS

1.1) CALCULO DE EMG's

El cálculo se hace por gr. de Emg de 2,048 Abs. formado por módulos LSM's de 128 Abs.

No. LSM = T.Amp. / 128 Ab./gr. = 5,120 / 128 = 40.00

No. EMG(1) (2,048 Ab) = No. LSM / 16 LSM/EMG = 40 / 16 = 2.50 = 2

No. EMG(2) (<2,048 Ab.) = 1 (incompleto)

No.To.EMG = No. EMG(1) + No. EMG(2)

No.To.EMG = 2 + 1 = 3

Se implementa la central con:	2	Gr. completos de	2,048	Abonados mas
	1	Grupo de	1,024	Abs.

1.2) CALCULO DE JTC's

Se considera para el cálculo un factor de seguridad de: 1.1

(1) Trafico total de 2,048 Abonados
Traf.T.EMG = No.Ab. * A.T. * 1.1 erlang
Traf.T.EMG = 2,048 * 0.15 * 1.1 erlang
Traf.T.EMG = 337.92 erlang

DIMENSIONAMIENTO DE CENTRAL:.... TANDEM3/SOY		(sustitución de la central SOYAPANGO 1 (ARF))			
		MATRIZ	URA1	URA2	URA3
CAPACIDAD EXISTENTE		0 *	0 *	0 *	0 *
AMPLIACION	T.Amp.	5,120 *	0 *	0 *	0 *
TOTAL DE AB. EN CTRL.	T.Ab.C.	5,120	0	0	0
TOTAL DE ABONADOS	T.Ab.		5,120	(matriz + remotos)	

(2) Tráfico Total de 1,024 Abonados

Traf.T.EMG = No.Ab. * A.T. * 1.1 erlang

Traf.T.EMG = 1,024 * 0.15 * 1.1 erlang

Traf.T.EMG = 168.96 erlang

Utilizando B = 0.002 y el tráfico total por EMG,
se obtiene en el diagrama R 27378 la cantidad de JTC's

No.JTC(1) = 12 No.JTC(2) = 7

To. JTC's = No. EMG(1) * No.JTC(1) + No. EMG(2 * No.JTC(2)

To. JTC's = 2 * 12 + 1 * 7

To. JTC's = 24 + 7

Total de JTC's para 5,120 Abs. =	31 JTC's

1.3) CALCULO DE KRD's

El cálculo de KRD's se realiza para la conexión de los
Aparatos multifrecuenciales en un 100%

Grupo completo de 2,048 Abonados

Ao(kr) = Ao * 2,048 Aked(1) = Ao(kr) * hkr / h

Ao(kr) = 0.0800 * 2,048

Ao(kr) = 163.84

Aked(1) = 163.84 * 6.2 / 80

Aked(1) = 12.70 erlang

Grupo incompleto de 1,024 Abs.

Ao(kr) = Ao * 1,024 Aked(2) = Ao(kr) * hkr / h

Ao(kr) = 0.0800 * 1,024

Ao(kr) = 81.92

Aked(2) = 81.92 * 6.2 / 80

Aked(2) = 6.35 erlang

De acuerdo con las normas de diseño: P(t>1) = 0.001

t/h = 1/6.2 = 0.16

se obtiene del diagrama R 27030 la cantidad de KR's

No.krd(1) = 24 ctos *

No.krd(2) = 16 ctos *

No.KRD(1) = No.krd(1) / 8 = 24 / 8

No.KRD(1) = 3 = 3

No.KRD(2) = No.krd(2) / 8 = 16 / 8

No.KRD(2) = 2 = 2

Según cálculo anterior se instala lo siguiente:	3 Magazines LSM con tarjetas KR por Gr. de 2,048
	2 Magazines LSM con tarjetas KR por Gr. de 1,024

DIMENSIONAMIENTO DE CENTRAL:.... TANDEM3/SOY		(sustitución de la central SOYAPANGO 1 (ARF))			
		MATRIZ	URA1	URA2	URA3
CAPACIDAD EXISTENTE		0 *	0 *	0 *	0 *
AMPLIACION	T.Amp.	5,120 *	0 *	0 *	0 *
TOTAL DE AB. EN CTRL.	T.Ab.C.	5,120	0	0	0
TOTAL DE ABONADOS	T.Ab.		5,120	(matriz + remotos)	

1.4) CALCULO DE RPBC's

Cada Grupo EMG d 2,048 Abs. es controlado por 2 RPBC
por lo tanto que se requieren : No.RPBC = No.To.EMG * 2
No.RPEC = 3 * 2
No.RPBC = 6 RPBC's

1.5) CALCULO DE EQUIPO DE OPERACION Y MTTO. PARA SSS

Equipo utilizado para prueba de líneas de Abonado = SULT-D
Equipo utilizado para conexión del SULT-D a las líneas de abonado de los diferentes EMG's = ACCS

Por cada 16,000 Abonados es necesario 1 magazín SULTACCS
(1 SULTACCS = 1 SULT-D + 1 ACCS)

*

Se suministra 1 SULTACCS para central: TANDEM3/SOY

1.6) CONSIDERACIONES PARA EQUIPO DE INTERCONEXION DE UNIDAD REMOTA

Se considera 1 ETCC por cada RT utilizado en la unidad remota (URA)
Se consideran 2 STEM por cada Gr. de 2,048 de cada URA,
que corresponde a 2 STRM

*

Se suministra 0 ETCC para central: TANDEM3/SOY

2) SUBSISTEMA DE TRONCALES Y SEÑALIZACION

2.1) CALCULO DE ETC's

Del número de enlaces por ruta se obtiene el número de tarjetas y mags. (se considera 30 ctos. por sistema)

NOTAS: 1 sistema = 1 tarjeta
1 magazín = 8 tarjetas

T.To. = 756.74

Se incrementa el No. de ctos. en un 20% según requerimientos de ANTEL

To. ctos. = 917
No. de ctos = To. ctos. * 1.2
No. de ctos = 917 * 1.2
No. de ctos = 1100

Usando la fórmula de Erlang con criterio de servicio E = 0.001 se obtiene el número de circuitos.

No. ctos. = 1,100 *

$$\text{No. ETC's} = \frac{\text{No. ctos.}}{30} = \frac{1{,}100}{30} = 36.67$$

To. ETC's = No. ETC's - No.ETC ex.
To. ETC's = 36.67 - 0
To. ETC's = 36.67 = 37

$$\text{No.Mag.(1) (8 tarj.)} = \frac{\text{To. ETC's}}{8} = \frac{37}{8} = 4.63 = 4$$

No.Mag.(2) (<8 tarj.) = 1 (incompleto)

No.Tarj(2) = 5

DIMENSIONAMIENTO DE CENTRAL:.... TANDEM3/SOY		(sustitución de la central SOYAPANGO 1 (ARF))			
		MATRIZ	URA1	URA2	URA3
CAPACIDAD EXISTENTE		0 *	0 *	0 *	0 *
AMPLIACION	T.Amp.	5,120 *	0 *	0 *	0 *
TOTAL DE AB. EN CTRL.	T.Ab.C.	5,120	0	0	0
TOTAL DE ABONADOS	T.Ab.		5,120	(matriz + remotos)	

Se suministra	4 magazin(es) con 8 tarjetas más	1 magazin(es) con 5 tarjetas

2.2) CALCULO DE CCD's

Se consideran los siguientes valores típicos característicos

		VALOR UTILIZADO	VALOR TIPICO		
Llamada en espera	CW	0.20	0.10		
Transferencia de llamada	CTR	0.02	0.07		
Conferencia tripartita	3W	0.03	0.05		
Transferencia en línea ocupada	CB	0.02	0.07		
Tiempo medio de ocupación		hCCD	=	75	seg
Tiempo medio de llamada	h		=	80	seg
Tráfico total por abonado	A.T.		=	0.15	erlang
Porcentaje de llamadas		f	=	0.20	

Se estima que el 20% (f) de las llamadas generadas por los abonados son para estos servicios

2.2.1) LLamada en espera (CW)

CCW = T.Ab. * (valor utilizado)
CCW = 5,120 * 0.20
CCW = 1,024.00

$$ACW = \frac{A.T. * CCW * f * hCCD}{h}$$

$$ACW = \frac{0.150 * 1,024.00 * 0.20 * 75}{80}$$

ACW = 28.80

2.2.2) Transferencia de llamada (CT)

CCT = T.Ab. * (valor utilizado)
CCT = 5,120 * 0.02
CCT = 102.40

$$ACT = \frac{A.T. * CCT * f * hCCD}{h}$$

$$ACT = \frac{0.150 * 102.40 * 0.20 * 75}{80}$$

ACT = 2.88

2.2.3) Conferencia Tripartipa (3W)

C3W = T.Ab. * (valor utilizado)
C3W = 5,120 * 0.03
C3W = 153.60

$$A3W = \frac{A.T. * C3W * f * hCCD}{h}$$

DIMENSIONAMIENTO DE CENTRAL:.... TANDEM3/SOY		(sustitución de la central SOYAPANGO 1 (ARF))			
		MATRIZ	URA1	URA2	URA3
CAPACIDAD EXISTENTE		0 *	0 *	0 *	0 *
AMPLIACION	T.Amp.	5,120 *	0 *	0 *	0 *
TOTAL DE AB. EN CIRL.	T.Ab.C.	5,120	0	0	0
TOTAL DE ABONADOS	T.Ab.		5,120	(matriz + remotos)	

$$A3W = \frac{0.150 * 153.60 * 0.20 * 75}{80}$$

$$A3W = 4.32$$

2.2.4) Transferencia de llamada en caso de línea ocupada (CB)

$$CCB = T.Ab. * (valor\ utilizado)$$
$$CCB = 5,120 * 0.02$$
$$CCB = 102.40$$

$$ACB = \frac{A.T. * CCB * f * hCCD}{h}$$

$$ACB = \frac{0.150 * 102.40 * 0.20 * 75}{80}$$

$$ACB = 2.88$$

Determinación del número de CCD's

$$ACCD = ACW + ACT + A3W + ACB$$

$$ACCD = 28.80 + 2.88 + 4.32 + 2.88$$

$$ACCD = 38.88 \text{ erlang}$$

Usando E = 0.001 se obtiene de las tablas de erlang * 52 ctos.

$$\text{No. de Mags.} = \frac{\text{No. de ctos.}}{10}$$

$$= \frac{52}{10} = 5.20$$

No. de Mags. = 6 CCD's

2.3) Cálculo de máquina de anuncios grabados (ASID-)

La unidad ASID-8 permite hasta 8 mensajes de 32 seg. de duración y puede conectar hasta 64 escuchas simultáneamente. Se conecta al GSS-D por medio de 2 troncales de 32 canales c/u.

*

Se suministra 0 ASID-8 para central: TANDEM3/SOY — ya existe en central TANDEM3

2.4) Cálculo del dispositivo de conexión KEP

Se utiliza para realizar conexiones de prueba y se requiere 1 por central, se conecta al GSS-D vía PCD

*

Se suministra 0 KEP para central: TANDEM3/SOY — ya existe en central TANDEM3

2.5) Cálculo del contestador automático CANS

*

Se suministra 0 CANS para central: TANDEM3/SOY — ya existe en central TANDEM3

DIMENSIONAMIENTO DE CENTRAL:.... TANDEM3/SOY		(sustitución de la central SOYAPANGO 1 (ARF))			
		MATRIZ	URA1	URA2	URA3
CAPACIDAD EXISTENTE		0 *	0 *	0 *	0 *
AMPLIACION	T.Amp.	5,120 *	0 *	0 *	0 *
TOTAL DE AB. EN CIRL.	T.Ab.C.	5,120	0	0	0
TOTAL DE ABONADOS	T.Ab.		5,120	(matriz + remotos)	

2.6) Cálculo de emisores-receptores de código CSR

2.6.1) Cálculo de Emisores de código CS

No. de circuitos salientes No. ctos. = 233

Tráf. saliente TS = No. ctos. * 0.85

TS = 233 * 0.85

TS = 198.05 erlang

$$Acs = \frac{TS}{h} * hcs * \text{(factor de seguridad)}$$

$$Acs = \frac{198.05}{80} * 4 * 1.1$$

Acs = 10.89

De acuerdo a las normas de diseño y condiciones de sobrecarga
para P(t>1) = 0.001 en el diagrama R 27030
donde t/h = 1/4 = 0.25
se obtiene el número de ctos.

Ncs	=	20 *

2.6.2) Cálculo de Receptores de código CR

No. de circuitos entrantes No. ctos. = 126 *

Tráf. entrante TE = No. ctos. * 0.85

TE = 126 * 0.85

TE = 107.10

$$Acr = \frac{TE}{h} * hcr * \text{(factor de seguridad)}$$

$$Acr = \frac{107.1}{80} * 2.1 * 1.1$$

Acr = 3.09 erlang

De acuerdo a las normas de diseño y condiciones de sobrecarga
para P(t>1) = 0.001 en el diagrama R 27030
donde t/h = 0.3/2.1 = 0.14
se obtiene el número de ctos.

Ncr	=	12 *

2.6.3) Cálculo de emisores-receptores

No. CS exit. = 0 *
No. CR exit. = 0 *

DIMENSIONAMIENTO DE CENTRAL:.... TANDEM3/SOY		(sustitución de la central SOYAPANGO 1 (ARF))			
		MATRIZ	URA1	URA2	URA3
CAPACIDAD EXISTENTE		0 *	0 *	0 *	0 *
AMPLIACION	T.Amp.	5,120 *	0 *	0 *	0 *
TOTAL DE AB. EN CIRL.	T.Ab.C.	5,120	0	0	0
TOTAL DE ABONADOS	T.Ab.		5,120	(matriz + remotos)	

$$\text{(mag) NCS} = \frac{\text{Ncs}}{4} - \text{No. CS exit.}$$

$$\text{(mag) NCS} = \frac{20}{4} - 0$$

$$\text{(mag) NCS} = 5 - 0$$

$$\text{(mag) NCS} = 5$$

$$\text{NCS} = \text{(mag) NCS} * 4$$

$$\text{NCS} = 5 * 4$$

$$\text{NCS} = 20 \quad \text{CSD's}$$

$$\text{(mag) NCR} = \frac{\text{Ncr}}{4} - \text{No. CR exit.}$$

$$\text{(mag) NCR} = \frac{12}{4} - 0$$

$$\text{(mag) NCR} = 3 - 0$$

$$\text{(mag) NCR} = 3$$

$$\text{NCR} = \text{(mag) NCS} * 4$$

$$\text{NCR} = 3 * 4$$

$$\text{NCR} = 12 \quad \text{CRD's}$$

$$\text{No. de mag. CSR} = \frac{\text{NCS}}{16} + \text{NCR}$$

$$\text{No. de mag. CSR} = \frac{20}{16} + \frac{12}{16} = \frac{32}{16} = 2.00$$

No. de mag. CSR = 2	se adicionan a los existentes en central TANDEM3

3) SUBSISTEMA DE SEÑALIZACION POR CANAL COMUN

3.1) Cálculo de terminales de señalización C7ST

a) Número máximo de troncales por cada C7ST = 4,000 troncales
b) Se requiere un máximo de 2 C7ST por c/ruta
c) Debe existir un terminal de señalización duplicado (por razones de seguridad) por cada conexión a un STP
d) Cada C7ST debe ser controlado por un par de RP's
e) No. máximo de C7ST por par de RP's = 4

Según los requisitos de la Administración se requieren 2 C7ST por cada ruta con conexión por Canal Común

Rutas: A = 0 .... (STP)
B = 0 .... (STP)
C = 0 .... (STP)

DIMENSIONAMIENTO DE CENTRAL:.... TANDEM3/SOY		(sustitución de la central SOYAPANGO 1 (ARF))			
		MATRIZ	URA1	URA2	URA3
CAPACIDAD EXISTENTE		0 *	0 *	0 *	0 *
AMPLIACION	T.Amp.	5,120 *	0 *	0 *	0 *
TOTAL DE AB. EN CIRL.	T.Ab.C.	5,120	0	0	0
TOTAL DE ABONADOS	T.Ab.		5,120	(matriz + remotos)	

D	=	0
E	=	0
F	=	0
G	=	0
H	=	0
I	=	0
J	=	0
K	=	0
Total de C7ST	=	0

Se suministra	0 C7ST	para central:	TANDEM3/SOY	ya existe en central TANDEM3

3.2) Determinación de PCD-D

a) No. máximo de C7ST por PCD-D = 4

b) Por razones de seguridad se especifica un par de RP's por

$$\text{To. PCD-D} = \frac{\text{To. C7ST}/4}{4} = \frac{0}{4} = 0$$

Total de PCD-D	=	0

Se suministra	0 PCD-D	para central:	TANDEM3/SOY	ya existe en central TANDEM3

4) SUBSISTEMA DE SELECTOR DE GRUPO

4.1) Cálculo de TSM's

No. de TSM's existentes = 14 *

Se calcula sumando todas los circuitos conectados

	DISP.		CANT.		PUNT.DE CONEX. EN GSS		TOTAL
	JTC	=	31	*	32	=	992
	CSR	=	2	*	16	=	32
	ETC	=	37	*	32	=	1,184
	ETCC	=	0	*	32	=	0
(C7ST)	PCD-D	=	0	*	32	=	0
	CCD	=	6	*	32	=	192
	ASTD-8	=	0	*	64	=	0
(KEP)	PCD-D	=	0	*	32	=	0
(CANS)	PCD-D	=	0	*	32	=	0
	(Total de puntos de conexión)				To.Punt.	=	2,400

$$\text{No. de TSM(duplicados)} = \frac{\text{To.Punt.}}{512}$$

$$\text{No. de TSM(duplicados)} = \frac{2,400}{512} = 4.69$$

No. de TSM = 5 (duplicados)

DIMENSIONAMIENTO DE CENTRAL:.... TANDEM3/SOY		(sustitución de la central SOYAPANGO 1 (ARF))			
		MATRIZ	URA1	URA2	URA3
CAPACIDAD EXISTENTE		0 *	0 *	0 *	0 *
AMPLIACION	T.Amp.	5,120 *	0 *	0 *	0 *
TOTAL DE AB. EN CTRL.	T.Ab.C.	5,120	0	0	0
TOTAL DE ABONADOS	T.Ab.		5,120	(matriz + remotos)	

Se suministra 5 TSM duplicado para central: TANDEM3/SOY

No.total de TSM's = No. de TSM + TSM exist.

No.total de TSM's = 5 + 14

No.total de TSM's = 19 (duplicados)

4.2) Determinación de SPM

El tamaño depende de la cantidad de TSM's

Si N(TSM) = 1 a 8 = SPM de 4k canales
Si N(TSM) = 9 a 16 = SPM de 8k canales
Si N(TSM) = 17 a 24 = SPM de 12k canales

Se suministra 1 SPM de 4k. canales, para central: TANDEM3/SOY
por tanto el SPM existente cambia de: 8k. a 12k. canales

4.3) Determinación de CLM, RCF y RCM

Se detemina según lo siguiente:

3 CLM por central. El tipo del CLM depende del tamaño del SPM
1 RCF por central.
1 RCM por central. El RCM depende del tipo de central según lo siguiente:
a) Central Maestra Primaria = 3 RCM
b) Central Maestra Secundaria = 2 RCM
c) Central Esclava 1 = 1 RCM
d) Central Esclava 2 = 0 RCM

Se suministra 0 CLM's, 0 RCF y 0 RCM's para central: TANDEM3/SOY ya existe en central TANDEM3

5) SUBSISTEMA DE PROCESADOR REGIONAL

5.1) RP's para TSS

				ASTD-8		ETC		CCD		CSR		CANS
No. de RP	=	2	*	4	+	2	+	8	+	4	+	4
				0		5		6		2		0
No. de RP	=	2	*	4	+	2	+	8	+	4	+	4

No. de RP = La cantidad de RP necesaria se determina según la combinación de magazines en gabinetes y de acuerdo a las necesidades para la que se dimensiona

5.2) RP's para GSS

				TSM		
No. de RP	=	2	*	8	+	0 (CLM'S)
				5		
No. de RP	=	2	*	8	+	0
No. de RP	=	2	*	1	+	0
No. de RP	=	2				se adicionan a los existentes en central TANDEM3

DIMENSIONAMIENTO DE CENTRAL:.... TANDEM3/SOY		(sustitución de la central SOYAPANGO 1 (ARF))			
		MATRIZ	URA1	URA2	URA3
CAPACIDAD EXISTENTE		0 *	0 *	0 *	0 *
AMPLIACION	T.Amp.	5,120 *	0 *	0 *	0 *
TOTAL DE AB. EN CIRL.	T.Ab.C.	5,120	0	0	0
TOTAL DE ABONADOS	T.Ab.		5,120	(matriz + remotos)	

5.3) RP's para CCS

C7ST

No. de RP = 2 * ----------
4
0

No. de RP = 2 * ----------
4

No. de RP = 2 * 0

No. de RP = 0

6) SUBSISTEMA DE PROCESADOR CENTRAL

Se suministra 0 APZ-211 con 32 MW. de memoria principal para central: TANDEM3/SOY
ya existe en central TANDEM3

7) SUBSISTEMA DE ENTRADA/SALIDA

Se suministra
0 Grupo de almacenes para IOG-11B con equipo básico
0 CDR Gr. de almacenes básico con 1 MTD, 1 RP y 1 MTI
0 DDR Gr. de almacenes para ampliación con 1 MTD para central : TANDEM3/SOY
ya existe en central TANDEM3

8) INTERFAZ PARA TELEFONO PUBLICO

Se utiliza el mag. SE-PRM con capacidad para conectar 64 ctos. de aparatos monederos(públicos) y emite pulsos de 12 KHz.

a) Se calcula para el 5% del total de abonados

No. de líneas = T.Ab.C. * 5%

No. de líneas = 5,120 * 0.05 = 256.00

No. de líneas = 256

No. de líneas
No.SE-PRM = ---------- - SE-PRM exist.
64

256
No.SE-PRM = ---------- = 0 4
64

No.SE-PRM = 4 magazines

9) DISTRIBUIDOR PRINCIPAL

Se suministran bastidores BAB 323 01 con capacidad para 4,800 pares en el lado de red
y en el lado de central con capacidad de 3,328 pares

Pares lado de red (plta.ext.) = T.Amp. * 1.5
Pares lado de red (plta.ext.) = 5,120 * 1.5 = 7,680.00
Pares lado de red (plta.ext.) = 7,680

y.i) Regletas lado de red

se realiza el cálculo para X pares
No. de pares = No. Pares Plta. Ext. * 1.2 (factor de seguridad)
No. de pares = 7,680 * 1.2 = 9,216.00
No. de pares = 9,216

DIMENSIONAMIENTO DE CENTRAL:.... TANDEM3/SOY		(sustitución de la central SOYAPANGO 1 (ARF))			
		MATRIZ	URA1	URA2	URA3
CAPACIDAD EXISTENTE		0 *	0 *	0 *	0 *
AMPLIACION	T.Amp.	5,120 *	0 *	0 *	0 *
TOTAL DE AB. EN CIRL.	T.Ab.C.	5,120	0	0	0
TOTAL DE ABONADOS	T.Ab.		5,120	(matriz + remotos)	

No. de Regletas (NER 25101) de 10 pares c/u = No. de pares / 10 = 9,216 / 10 = 921.60

No. de Regletas (NER 25101) de 10 pares c/u	=	922

Se utiliza el nuevo MDF BAB 323 ya existente

No. de Cassettes (NFD 25111) para protección de sobrevoltaje	=	922

Se utiliza el nuevo MDF BAB 323 ya existente

9.2) Regletas de lado de central

No. de pares1 = T.Amp. * 1.2 (factor de seguridad)
No. de pares1 = 5,120 * 1.2 = 6,144.00

No.pares1	=	6,144

No. de pares2 = No.SE-PRM * 64 * 2
No. de pares2 = 4 * 64 * 2 = 512.00

No.pares2	=	512

No. de Regletas (NER 25131) de 8 pares c/c = (No.pares1 / 8 + No.pares2) / 8

No. de Regletas (NER 25131) de 8 pares c/c = (6,144 / 8 + 512) / 8 = 832.00

No. de Regletas (NER 25131) de 8 pares c/c	=	832

Se utiliza el nuevo MDF BAB 323 ya existente

La cantidad de NGG 52 201 corresponde al 110% del número inicial de abonados

No. de Fus = T.Ab.C. * 1.1
No. de Fus = 5,120 * 1.1 = 5,632.00
No. de Fus = 5,632

Cada unidad contiene 100

No. de PTOTEC/100 = 56.32

No. de PTOTEC/100	=	57 unidades

Se utiliza el nuevo MDF BAB 323 ya existente

9.3) Bastidores BAB 323

No. de Bast. = No.pares1 / 3,328 = 6,144 / 3,328 = 1.85

No.de Bast.	=	2 BAB 323 01/1 de 13 niveles

Se utiliza el nuevo MDF BAB 323

9.4) Repuestos

Para la conexión del lado de central se suministra cable TPK 612 51 en carretes de 600 m.

Por cada bastidor se entregan 13 carretes

No.de Carrt. = No.de Bast. * 13
No.de Carrt. = 2 * 13

No.de Carrt.	=	26

TKL/LIN REV. "A"/ 93.01.27

ANEXO 3: DATOS TECNICOS DEL SISTEMA NEAX-61

Rangos de Aplicacion y Capacidad del NEAX61E

APLICACION	MAXIMO NUMERO DE LINEAS	CAPACIDAD MAXIMA DE TRAFICO	CAPACIDAD MAXIMA DE MANEJO DE LLAMADAS
Central Urbana	100.000 líneas	27.000 erlangs	1.000.000 BHCA
Unidad de Conmutación Remota	10.000 líneas	1.000 erlangs	35.000 BHCA
Unidad de Línea Remota	4.000 líneas	336 erlangs	—
Central de Tránsito/Interurbano	60.000 circuitos	27.000 erlangs	1.000.000 BHCA
Central Internacional	60.000 circuitos	27.000 erlangs	700.000 BHCA
Sistema de Servicio de Asistencia de Tráfico	512 posiciones	—	—

Resumen de Terminaciones Analógicas

TRONCALES	DIRECCION	SEÑALIZACION DE LINEA	SEÑALIZACION DE REGISTRADOR
Circuito troncal de bucle	IC ó OG	Bucle	MFC, DP
Circuito troncal E&M	IC, OG, 2 Vías	E&M	MFC, DP
Circuito troncal de Arranque por Tierra (GD)	IC ó OG	GD	MFC, DP
Circuito troncal para Señalización Manual	IC, OG, 2 Vías	Llamada	-

DF : Pulso de Disco
IC : Entrante
MFC : Multifrecuencia de Secuencia Obligada
OG : Saliente

Especificaciones de Troncales

ITEMS	ESPECIFICACIONES
Impedancia	600 Ω (4-hilos), 900 Ω (2-hilos), 1.200 Ω (2-hilos) (ver nota)
Alimentación	Batería para Conversación : −48V (nominal) Lógica : +5V Transmisión : ± 12V
Híbrido	Acoplamiento por Transformador
Atenuación	Línea a red : Ganancia de 0 a 15,5 dB (amplificador) (pasos de 0,5 dB)
	Red a Línea : Pérdida de 0 a −15,5 dB (pasos de 0,5 dB)
Resistencia de Bucle	Máx. 6,000 Ω
CODEC	CODEC de Ley A
Red de Equilibrio	Ajustable

Nota: La impedancia de 1200Ω (2-hilos) se aplica generalmente a los sistemas CEPT estándar.

Especificaciones Principales de la DTI

ITEMS	ESPECIFICACIONES	
Velocidad de Línea	DTI para Ley A 2048 kbps	DTI para Ley μ 1544 kbps
Código de Línea	HDB3 (ver Nota 1)	Bipolar (AMI, ver Nota 2) Bipolar (B8ZS, ver Nota 3)
Impedancia de Línea	75Ω (Cable coaxial) 120Ω (Par simétrico)	100Ω Nominal Balanceado (par entrelazado)
Forma de Pulso	Figura 15/G.703 CCITT Libro Rojo, Vol. III	Amplitud de Pulso: 2.4 voltios a 3.6 voltios

Notas: 1 Señal de Código Bipolar de Alta Densidad
2 Inversión de Marca A
3 Bipolar con Sustitución de 3 ceros

Especificaciones del Procesador S6000/101

ITEMS	ESPECIFICACIONES	
Capacidad de Memoria	Tarjeta de Memoria	4 Megapalabras
	Máximo	10 Megapalabras
Tipo de Memoria Asociada	MOS (1 megabit de RAM Dinámica)	
Longitud de Palabra	32 bits + 8 bits (códigos de chequeo)	
Numero de Instrucciones (Básicas)	140	
Número de Registros Generales	32 bits × 16	

Ejemplos de Números y Dígitos

APLICACIONES	NUMEROS	EJEMPLOS	DIGITOS
Número de aparato telefónico	XXXX	6945	4
Código de central	YYY	377	Nota
Código interurbano	WWW	61	Nota
Código de país	ZZ	81 (Japón)	1 a 3
Prefijo interurbano	A	0	Nota
Prefijo internacional	BB	00	Nota
Número de abonado	YYY + XXXX	377-6945	Nota
Número Nacional (significativo)	WW + YYY + XXXX	61-377-6945	Nota
Número Internacional	ZZ + WWW + YYY + XXXX	81-61-377-6945	Nota
Código Especial	Acceso a número especial	110	3, 4
	Servicios suplementarios	*51	
		*#51	
		#51	
		22#	

Nota: La cantidad de dígitos es determinada de acuerdo a las recomendaciones aplicables del CCITT y según los requerimientos del cliente.

Procedimiento para la Marcación

APLICACION	NUMEROS	EJEMPLOS
Llamada Local	Número de abonado	377-6945
Llamada Interurbana	Prefijo urbano + Número nacional (significativo)	0-61-377-6945
Llamada Internacional	Prefijo Internacional + Código de país + Número nacional (significativo)	00-81-03-377-6945
Llamada Especial	Código especial, numeración especial	110 (Emergencia)
Llamada de Servicios Suplementarios	Código especial, Código especial + Número de abonado (discado abreviado)	22# (Originación) *51*22*257-9100# (Registro)

Capacidad de Dígitos del Sistema NEAX61E

ITEMS	CAPACIDAD DE DIGITOS	
Digitos a Recibir	Máx. 24 dígitos (incluyendo Prefijos)	
	Originación de línea	Máx. 24 dígitos
	Entre centrales	Máx. 24 dígitos
Digitos para Grabación de Datos de Tasación	Doméstico	Máx. 15 dígitos
	Internacional	Máx. 17 dígitos
Dígitos para Registro de Servicios Suplementarios	Registro	Máx. 20 dígitos
	Recepción	Máx. 24 dígitos

Resumen de los Sistemas de Señalización

TIPOS DE SEÑAL		SISTEMA DE SEÑALIZACION	OBSERVACIONES
Sistema de Señalización Doméstico	Señal de Registro	Señalización por Pulsos Decádicos	10/20 pps
		Señalización de Multifrecuencia de Tono Dual (DTMF)	Teclado (PB)
		Señalización Combinada	Combinación de Pulsos de Disco (DP) y PB
		Señalización de Multifrecuencia de Secuencia Obligada (MFC)	Cada señal hacia adelante y hacia atrás son obligadas
	Señal de Linea	Señalización de Bucle	Interrupción e inversión del bucle
		Señalización por Tierra (GD)	Detección de tierra
		Señalización por Horquilla	Colgado, descolgado, señal de horquilla
		Señalización E&M	Generalmente fuera de banda
		Señalización por Pulsos Múltiples	Control de monedas recolectadas / devolución de monedas en base al No. de pulsos
	Señal de Linea y Registro	Señalización No. 7	Señalización por Canal Común
Señal Internacional	Señal de Linea y Registro	Senalización No. 1	Linea: 50, 500 Hz Registro: No
Señal Internacional	Señal de Linea y Registro	Señalización No. 5	Linea: 2.040, 2.600 Hz Registro: Multifrecuencia (MF)
		Señalización No. 6	Señalización por Canal Común
		Señalización No. 7	Señalización por Canal Común
		Señalización R2	Linea: 3.825 Hz Registro: MFC

ANEXO 4: TABLAS DE TRAFICO

Poisson Traffic Capacities

N	A for P = .001	.002	.005	.010	.020	.050	.100	N
1	.001	.002	.005	.011	.021	.053	.105	1
2	.044	.065	.104	.150	.214	.338	.521	2
3	.192	.244	.335	.439	.602	.881	1.10	3
4	.428	.519	.673	.822	1.02	1.37	1.75	4
5	.739	.868	1.09	1.29	1.55	1.97	2.44	5
6	1.11	1.27	1.54	1.78	2.11	2.61	3.14	6
7	1.52	1.72	2.04	2.33	2.69	3.29	3.89	7
8	1.97	2.21	2.57	2.91	3.31	3.97	4.67	8
9	2.45	2.72	3.13	3.50	3.94	4.68	5.42	9
10	2.97	3.26	3.72	4.14	4.61	5.42	6.20	10
11	3.50	3.82	4.32	4.78	5.31	6.17	7.00	11
12	4.03	4.40	4.94	5.43	6.00	6.93	7.80	12
13	4.57	5.00	5.58	6.11	6.69	7.69	8.61	13
14	5.19	5.61	6.23	6.78	7.42	8.47	9.47	14
15	5.78	6.23	6.89	7.47	8.16	9.26	10.3	15
16	6.42	6.87	7.57	8.18	8.89	10.1	11.1	16
17	7.03	7.52	8.25	8.89	9.64	10.9	12.0	17
18	7.67	8.17	8.94	9.61	10.4	11.8	12.8	18
19	8.31	8.84	9.65	10.4	11.1	12.4	13.7	19
20	8.97	9.52	10.4	11.1	11.8	13.3	14.5	20
21	9.61	10.2	11.1	11.8	12.7	14.1	15.4	21
22	10.3	10.9	11.8	12.6	13.5	14.9	16.3	22
23	11.0	11.6	12.5	13.3	14.3	15.7	17.1	23
24	11.6	12.3	13.3	14.1	15.1	16.6	18.0	24
25	12.3	13.0	14.0	14.9	15.9	17.4	18.8	25
26	13.0	13.7	14.7	15.6	16.6	18.2	19.7	26
27	13.8	14.4	15.5	16.4	17.4	19.1	20.6	27
28	14.4	15.2	16.3	17.2	18.2	19.9	21.5	28
29	15.1	15.9	17.0	18.0	19.0	20.8	22.4	29
30	15.9	16.6	17.8	18.8	19.8	21.6	23.3	30
31	16.6	17.4	18.6	19.6	20.7	22.5	24.1	31
32	17.3	18.1	19.3	20.3	21.5	23.3	25.0	32
33	18.1	18.9	20.1	21.1	22.3	24.2	25.9	33
34	18.8	19.6	20.9	21.9	23.1	25.1	26.8	34
35	19.5	20.4	21.6	22.7	23.9	25.9	27.7	35
36	20.3	21.1	22.4	23.5	24.8	26.8	28.6	36
37	21.0	21.9	23.2	24.3	25.6	27.6	29.4	37
38	21.8	22.7	24.0	25.1	26.4	28.5	30.3	38
39	22.5	23.4	24.8	26.0	27.3	29.4	31.3	39
40	23.3	24.2	25.6	26.8	28.1	30.2	32.1	40

Poisson Traffic Capacities (Continued)

N	A for P = .001	.002	.005	.010	.020	.050	.100	N
41	24.0	25.0	26.4	27.6	28.9	31.1	33.1	41
42	24.8	25.8	27.2	28.4	29.8	32.0	33.9	42
43	25.5	26.6	28.0	29.2	30.6	32.9	34.9	43
44	26.3	27.3	28.8	30.1	31.5	33.7	35.8	44
45	27.1	28.1	29.6	30.9	32.3	34.6	36.7	45
46	27.9	28.9	30.4	31.7	33.2	35.5	37.6	46
47	28.6	29.7	31.2	32.5	34.0	36.4	38.5	47
48	29.4	30.5	32.0	33.4	34.9	37.2	39.4	48
49	30.2	31.3	32.9	34.2	35.7	38.1	40.3	49
50	31.0	32.1	33.7	35.0	36.5	39.0	41.2	50
51	31.8	32.9	34.5	35.8	37.4	39.9	42.1	51
52	32.5	33.7	35.3	36.7	38.3	40.8	43.0	52
53	33.3	34.5	36.1	37.5	39.2	41.6	43.9	53
54	34.1	35.3	37.0	38.4	40.0	42.5	44.8	54
55	34.9	36.1	37.8	39.2	40.9	43.4	45.7	55
56	35.7	36.9	38.6	40.1	41.8	44.3	46.6	56
57	36.5	37.7	39.5	40.9	42.6	45.2	47.6	57
58	37.3	38.5	40.3	41.8	43.5	46.1	48.5	58
59	38.1	39.3	41.1	42.6	44.3	47.0	49.4	59
60	38.9	40.1	41.9	43.5	45.2	47.9	50.3	60
61	39.7	40.9	42.8	44.3	46.1	48.8	51.2	61
62	40.5	41.8	43.6	45.2	46.9	49.6	52.1	62
63	41.3	42.6	44.4	46.0	47.8	50.5	53.1	63
64	42.1	43.4	45.3	46.9	48.7	51.4	54.0	64
65	42.9	44.2	46.1	47.7	49.6	52.3	54.9	65
66	43.7	45.0	47.0	48.6	50.4	53.2	55.8	66
67	44.5	45.9	47.8	49.4	51.3	54.1	56.7	67
68	45.3	46.7	48.7	50.3	52.2	55.0	57.7	68
69	46.1	47.5	49.5	51.2	53.1	55.9	58.6	69
70	47.0	48.4	50.3	52.1	53.9	56.8	59.5	70
71	47.8	49.2	51.2	52.9	54.8	57.7	60.4	71
72	48.6	50.0	52.0	53.8	55.7	58.6	61.4	72
73	49.4	50.8	52.9	54.6	56.6	59.5	62.3	73
74	50.3	51.7	53.7	55.5	57.4	60.4	63.2	74
75	51.1	52.5	54.6	56.3	58.3	61.3	64.1	75
76	51.9	53.4	55.4	57.2	59.2	62.3	65.1	76
77	52.7	54.2	56.3	58.1	60.1	63.2	66.0	77
78	53.5	55.0	57.1	58.9	60.9	64.1	66.9	78
79	54.4	55.9	58.0	59.8	61.8	65.0	67.9	79
80	55.2	56.7	58.8	60.7	62.7	65.9	68.9	80

Erlang-B Traffic Capacities

N	A for P = .001	.002	.005	.010	.020	.050	.100	N
1	.001	.002	.005	.011	.021	.053	.111	1
2	.046	.065	.106	.153	.224	.382	.595	2
3	.194	.249	.349	.456	.603	.900	1.27	3
4	.439	.535	.701	.870	1.09	1.52	2.05	4
5	.762	.909	1.13	1.36	1.66	2.22	2.88	5
6	1.15	1.33	1.62	1.91	2.28	2.96	3.75	6
7	1.58	1.80	2.18	2.50	2.94	3.74	4.67	7
8	2.05	2.31	2.73	3.13	3.63	4.54	5.60	8
9	2.56	2.86	3.33	3.78	4.34	5.37	6.55	9
10	3.09	3.43	3.96	4.46	5.08	6.22	7.51	10
11	3.65	4.02	4.61	5.15	5.84	7.08	8.49	11
12	4.23	4.64	5.28	5.88	6.62	7.95	9.47	12
13	4.83	5.27	5.96	6.61	7.41	8.83	10.5	13
14	5.45	5.92	6.66	7.35	8.20	9.73	11.5	14
15	6.09	6.58	7.38	8.11	9.01	10.6	12.5	15
16	6.72	7.25	8.10	8.87	9.83	11.5	13.5	16
17	7.38	7.95	8.83	9.65	10.7	12.5	14.5	17
18	8.05	8.64	9.58	10.4	11.5	13.4	15.5	18
19	8.72	9.35	10.3	11.2	12.3	14.3	16.5	19
20	9.41	10.1	11.1	12.0	13.2	15.3	17.5	20
21	10.1	10.8	11.9	12.8	14.0	16.2	18.5	21
22	10.8	11.5	12.6	13.7	14.9	17.1	19.7	22
23	11.5	12.3	13.4	14.5	15.8	18.1	20.7	23
24	12.2	13.0	14.2	15.3	16.6	19.0	21.8	24
25	13.0	13.8	15.0	16.1	17.5	20.0	22.8	25
26	13.7	14.5	15.8	17.0	18.4	20.9	23.9	26
27	14.4	15.3	16.6	17.8	19.3	21.9	24.9	27
28	15.2	16.1	17.4	18.6	20.2	22.9	26.0	28
29	15.9	16.8	18.2	19.5	21.0	23.8	27.1	29
30	16.7	17.6	19.0	20.3	21.9	24.8	28.1	30
31	17.4	18.4	19.8	21.3	22.8	25.8	29.2	31
32	18.2	19.2	20.7	22.1	23.7	26.8	30.2	32
33	19.0	20.0	21.5	22.9	24.5	27.7	31.3	33
34	19.7	20.8	22.3	23.8	25.5	28.7	32.4	34
35	20.5	21.6	23.2	24.6	26.4	29.7	33.4	35
36	21.3	22.4	24.0	25.5	27.3	30.7	34.5	36
37	22.1	23.2	24.9	26.4	28.3	31.6	35.6	37
38	22.9	24.0	25.7	27.3	29.2	32.6	36.6	38
39	23.7	24.8	26.6	28.1	30.1	33.6	37.7	39
40	24.4	25.6	27.4	29.0	31.0	34.6	38.8	40

Erlang-B Traffic Capacities

N	A for P = .001	.002	.005	.010	.020	.050	.100	N
41	25.2	25.4	28.2	29.9	31.9	35.6	39.9	41
42	26.0	27.2	29.1	30.8	32.8	36.6	40.9	42
43	26.8	28.1	29.9	31.7	33.8	37.6	42.0	43
44	27.6	28.9	30.8	32.6	34.7	38.6	43.1	44
45	28.5	29.7	31.7	33.4	35.6	39.6	44.2	45
46	29.3	30.5	32.5	34.3	36.5	40.6	45.2	46
47	30.1	31.4	33.4	35.2	37.5	41.6	46.3	47
48	30.9	32.2	34.2	36.1	38.4	42.6	47.4	48
49	31.7	33.0	35.1	37.0	39.3	43.6	48.5	49
50	32.5	33.9	35.9	37.9	40.3	44.6	49.5	50
51	33.3	34.7	36.9	38.8	41.2	45.6	50.6	51
52	34.2	35.6	37.7	39.7	42.1	46.6	51.7	52
53	35.0	36.4	38.6	40.6	43.1	47.6	52.8	53
54	35.8	37.3	39.5	41.5	44.0	48.6	53.9	54
55	36.6	38.1	40.4	42.4	44.9	49.6	55.0	55
56	37.5	38.9	41.2	43.3	45.9	50.6	56.1	56
57	38.3	39.8	42.1	44.2	46.8	51.6	57.1	57
58	39.1	40.6	43.0	45.1	47.8	52.6	58.2	58
59	40.0	41.5	43.9	46.0	48.7	53.6	59.3	59
60	40.8	42.4	44.8	46.9	49.6	54.6	60.4	60
61	41.6	43.2	45.6	47.9	50.6	55.6	61.5	61
62	42.5	44.1	46.5	48.8	51.5	56.6	62.6	62
63	43.3	44.9	47.7	49.7	52.5	57.6	63.7	63
64	44.2	45.8	48.0	50.6	53.4	58.6	64.8	64
65	45.0	46.7	49.2	51.6	54.4	59.6	65.9	65
66	45.8	47.5	50.1	52.4	55.3	60.6	66.9	66
67	46.7	48.4	51.0	53.4	56.3	61.6	68.0	67
68	47.5	49.2	51.9	54.3	57.2	62.6	69.1	68
69	48.4	50.1	52.8	55.2	58.2	63.7	70.2	69
70	49.2	51.0	53.7	56.1	59.1	64.7	71.3	70
71	50.1	51.8	54.6	57.0	60.1	65.7	72.4	71
72	50.9	52.7	55.5	58.0	61.0	66.7	73.5	72
73	51.8	53.6	56.4	58.9	62.0	67.7	74.5	73
74	52.7	54.5	57.3	59.9	62.9	68.7	75.6	74
75	53.5	55.3	58.2	60.7	63.9	69.7	76.7	75
76	54.4	56.2	59.1	61.7	64.9	70.5	77.8	76
77	55.2	57.1	60.0	62.6	65.8	71.8	78.9	77
78	56.1	58.0	60.9	63.5	66.8	72.8	80.0	78
79	57.0	58.9	61.8	64.4	67.7	73.8	81.1	79
80	57.8	59.7	62.7	65.4	68.7	74.8	82.2	80

Engset Loss Probabilities

(S = 10 Sources)

A	P for N = 1	2	3	4	5	6	7	A
0.1	.0909	.0034	.0001					0.1
0.2	.1548	.0125	.0006					0.2
0.3	.2136	.0282	.0019	.0001				0.3
0.4	.2705	.0494	.0042	.0003				0.4
0.5	.3179	.0751	.0077	.0006				0.5
0.6	.3594	.1045	.0125	.0011	.0001			0.6
0.7	.3968	.1372	.0185	.0021	.0002			0.7
0.8	.4303	.1705	.0260	.0034	.0003			0.8
0.9	.4599	.2040	.0347	.0053	.0006	.0001		0.9
1.0	.4858	.2375	.0446	.0074	.0010	.0001		1.0
1.1	.5113	.2707	.0554	.0103	.0015	.0002		1.1
1.2	.5336	.3034	.0673	.0137	.0021	.0003		1.2
1.3	.5540	.3356	.0799	.0179	.0029	.0004		1.3
1.4	.5727	.3671	.0932	.0228	.0037	.0006		1.4
1.5	.5899	.3979	.1071	.0281	.0050	.0008	.0001	1.5
1.6	.6058	.4279	.1214	.0342	.0065	.0011	.0001	1.6
1.7	.6206	.4570	.1360	.0410	.0085	.0015	.0002	1.7
1.8	.6342	.4851	.1509	.0484	.0107	.0021	.0003	1.8
1.9	.6470	.5122	.1660	.0564	.0133	.0028	.0004	1.9
2.0	.6589	.5385	.1807	.0650	.0164	.0038	.0006	2.0
2.1	.6700	.5638	.1952	.0740	.0198	.0049	.0008	2.1
2.2	.6805	.5882	.2094	.0835	.0239	.0063	.0011	2.2
2.3	.6903	.6117	.2231	.0934	.0285	.0080	.0014	2.3
2.4	.6996	.6343	.2364	.1037	.0338	.0100	.0018	2.4
2.5	.7082	.6559	.2492	.1143	.0397	.0124	.0023	2.5
2.6	.7164	.6766	.2615	.1251	.0463	.0153	.0029	2.6
2.7	.7242	.6964	.2732	.1361	.0536	.0187	.0036	2.7
2.8	.7316	.7153	.2844	.1472	.0616	.0227	.0045	2.8
2.9	.7386	.7333	.2949	.1583	.0704	.0274	.0056	2.9
3.0	.7453	.7504	.3049	.1695	.0800	.0329	.0069	3.0
3.1	.7517	.7667	.3143	.1806	.0905	.0392	.0085	3.1
3.2	.7578	.7821	.3232	.1916	.1019	.0464	.0104	3.2
3.3	.7635	.7967	.3315	.2025	.1142	.0546	.0127	3.3
3.4	.7691	.8105	.3393	.2132	.1273	.0639	.0154	3.4
3.5	.7744	.8236	.3466	.2237	.1412	.0744	.0187	3.5
3.6	.7795	.8359	.3534	.2339	.1559	.0862	.0226	3.6
3.7	.7844	.8475	.3597	.2438	.1713	.0994	.0273	3.7
3.8	.7891	.8585	.3656	.2534	.1874	.1140	.0328	3.8
3.9	.7936	.8688	.3711	.2626	.2041	.1301	.0393	3.9
4.0	.7979	.8785	.3762	.2715	.2214	.1477	.0469	4.0

Note: Blanks indicate P < 0.00005

Engset Loss Probabilities

(S = 20 Sources)

A	P for N = 2	4	6	8	10	12	14	A
0.2	.0144							0.2
0.4	.0467	.0006						0.4
0.6	.0903	.0029						0.6
0.8	.1413	.0084	.0001					0.8
1.0	.1958	.0183	.0003					1.0
1.2	.2506	.0326	.0008					1.2
1.4	.3035	.0514	.0018	.0001				1.4
1.6	.3535	.0744	.0034	.0001				1.6
1.8	.3999	.1014	.0057	.0002				1.8
2.0	.4426	.1314	.0088	.0003				2.0
2.2	.4816	.1639	.0128	.0005				2.2
2.4	.5168	.1984	.0178	.0008	.0001			2.4
2.6	.5485	.2343	.0238	.0012	.0001			2.6
2.8	.5768	.2711	.0309	.0017	.0002			2.8
3.0	.6020	.3083	.0391	.0024	.0003			3.0
3.2	.6243	.3455	.0485	.0033	.0004			3.2
3.4	.6440	.3822	.0590	.0044	.0006			3.4
3.6	.6613	.4180	.0707	.0058	.0008			3.6
3.8	.6765	.4526	.0835	.0074	.0011			3.8
4.0	.6898	.4857	.0974	.0093	.0014			4.0
4.2	.7015	.5171	.1123	.0115	.0018	.0001		4.2
4.4	.7117	.5466	.1281	.0140	.0023	.0001		4.4
4.6	.7207	.5741	.1447	.0169	.0029	.0002		4.6
4.8	.7285	.5996	.1620	.0202	.0036	.0003		4.8
5.0	.7354	.6231	.1798	.0239	.0045	.0004		5.0
5.2	.7414	.6446	.1980	.0281	.0056	.0005	.0001	5.2
5.4	.7466	.6643	.2165	.0327	.0068	.0006	.0001	5.4
5.6	.7512	.6821	.2351	.0377	.0082	.0008	.0001	5.6
5.8	.7552	.6982	.2537	.0431	.0098	.0011	.0002	5.8
6.0	.7587	.7127	.2722	.0489	.0117	.0014	.0002	6.0
6.2	.7618	.7256	.2904	.0551	.0138	.0017	.0003	6.2
6.4	.7645	.7371	.3082	.0617	.0162	.0021	.0003	6.4
6.6	.7669	.7472	.3255	.0687	.0189	.0026	.0004	6.6
6.8	.7690	.7561	.3423	.0760	.0220	.0031	.0005	6.8
7.0	.7708	.7638	.3585	.0837	.0254	.0037	.0006	7.0
7.2	.7724	.7705	.3741	.0917	.0292	.0044	.0007	7.2
7.4	.7738	.7762	.3890	.1000	.0333	.0052	.0009	7.4
7.6	.7750	.7811	.4032	.1085	.0378	.0061	.0011	7.6
7.8	.7761	.7853	.4167	.1172	.0427	.0072	.0013	7.8
8.0	.7771	.7889	.4295	.1261	.0480	.0084	.0015	8.0

Note: Blanks indicate P < 0.00005

Erlang C Delay Loss Probabilities

(H = 4 Servers)

A	P(>0)	P(>t) for T1/T2 = 0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	A
0.30	.0007	.0005	.0001	.0002	.0003	.0001	.0001					0.30
0.46	.0013	.0009	.0007	.0005	.0001	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001		0.46
0.54	.0024	.0017	.0012	.0008	.0008	.0004	.0003	.0002	.0001	.0001	.0001	0.54
0.62	.0039	.0028	.0020	.0011	.0010	.0007	.0005	.0001	.0003	.0002	.0001	0.62
0.70	.0060	.0043	.0031	.0022	.0016	.0012	.0008	.0006	.0004	.0003	.0002	0.70
0.78	.0088	.0064	.0046	.0033	.0024	.0018	.0013	.0009	.0007	.0005	.0004	0.78
0.86	.0123	.0090	.0066	.0048	.0035	.0026	.0019	.0014	.0010	.0007	.0005	0.86
0.94	.0166	.0122	.0090	.0066	.0049	.0036	.0026	.0019	.0014	.0011	.0008	0.94
1.02	.0218	.0162	.0120	.0089	.0066	.0049	.0036	.0027	.0020	.0015	.0011	1.02
1.10	.0279	.0209	.0150	.0117	.0088	.0066	.0049	.0037	.0027	.0021	.0015	1.10
1.18	.0351	.0265	.0200	.0151	.0114	.0086	.0065	.0049	.0037	.0028	.0021	1.18
1.26	.0433	.0329	.0250	.0190	.0145	.0110	.0084	.0064	.0048	.0037	.0028	1.26
1.34	.0526	.0403	.0309	.0237	.0181	.0139	.0107	.0082	.0063	.0048	.0037	1.34
1.42	.0630	.0487	.0376	.0291	.0225	.0173	.0134	.0104	.0080	.0062	.0048	1.42
1.50	.0746	.0581	.0452	.0352	.0274	.0214	.0166	.0130	.0101	.0079	.0061	1.50
1.58	.0873	.0686	.0536	.0420	.0332	.0260	.0204	.0160	.0126	.0099	.0078	1.58
1.66	.1013	.0801	.0634	.0502	.0397	.0314	.0249	.0197	.0156	.0123	.0098	1.66
1.74	.1161	.0920	.0741	.0591	.0471	.0376	.0300	.0239	.0191	.0152	.0121	1.74
1.82	.1327	.1067	.0850	.0800	.0555	.0446	.0359	.0289	.0232	.0187	.0150	1.82
1.90	.1503	.1218	.0907	.0800	.0649	.0520	.0426	.0346	.0280	.0227	.0184	1.90
1.98	.1690	.1301	.1179	.0922	.0753	.0610	.0503	.0411	.0336	.0274	.0224	1.98
2.06	.1890	.1567	.1292	.1056	.0870	.0716	.0590	.0486	.0400	.0330	.0272	2.06
2.14	.2102	.1745	.1449	.1203	.0999	.0829	.0688	.0572	.0475	.0394	.0327	2.14
2.22	.2325	.1946	.1629	.1363	.1141	.0955	.0799	.0669	.0560	.0460	.0392	2.22
2.30	.2560	.2160	.1822	.1537	.1297	.1094	.0923	.0779	.0657	.0554	.0468	2.30

Note: Blanks indicate P(>t) < 0.00005

Erlang C Delay Loss Probabilities

(H = 5 Servers)

A	P(>0)	P(>t) for T1/T2 = 0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	A
0.60	.0001	.0003	.0002	.0001	.0001	.0001	.0001					0.60
0.70	.0008	.0005	.0003	.0002	.0001	.0002	.0001	.0001	.0001			0.70
0.80	.0015	.0010	.0006	.0001	.0003	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001		0.80
0.90	.0021	.0016	.0011	.0007	.0005	.0003	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001	0.90
1.00	.0038	.0026	.0017	.0012	.0008	.0006	.0003	.0003	.0002	.0001		1.00
1.10	.0057	.0039	.0026	.0018	.0012	.0008	.0006	.0004	.0003	.0002	.0001	1.10
1.20	.0082	.0056	.0038	.0026	.0018	.0012	.0008	.0006	.0004	.0003	.0002	1.20
1.30	.0111	.0079	.0054	.0036	.0026	.0018	.0012	.0009	.0006	.0004	.0003	1.30
1.40	.0153	.0107	.0075	.0052	.0036	.0025	.0018	.0012	.0009	.0006	.0004	1.40
1.50	.0201	.0142	.0100	.0070	.0050	.0035	.0025	.0017	.0012	.0009	.0006	1.50
1.60	.0259	.0184	.0131	.0094	.0066	.0047	.0034	.0024	.0017	.0012	.0009	1.60
1.70	.0326	.0235	.0169	.0121	.0087	.0063	.0045	.0032	.0023	.0017	.0012	1.70
1.80	.0405	.0294	.0214	.0155	.0113	.0082	.0059	.0043	.0031	.0023	.0017	1.80
1.90	.0495	.0363	.0266	.0195	.0143	.0105	.0077	.0057	.0041	.0030	.0022	1.90
2.00	.0597	.0442	.0328	.0241	.0180	.0133	.0099	.0073	.0054	.0040	.0030	2.00
2.10	.0712	.0532	.0398	.0298	.0223	.0167	.0125	.0093	.0070	.0052	.0039	2.10
2.20	.0839	.0631	.0479	.0362	.0274	.0207	.0156	.0118	.0089	.0066	.0051	2.20
2.30	.0980	.0748	.0571	.0436	.0333	.0254	.0194	.0148	.0113	.0086	.0066	2.30
2.40	.1135	.0875	.0675	.0520	.0401	.0309	.0239	.0184	.0142	.0109	.0084	2.40
2.50	.1301	.1015	.0791	.0616	.0480	.0374	.0291	.0227	.0176	.0137	.0107	2.50
2.60	.1487	.1169	.0920	.0724	.0569	.0448	.0352	.0277	.0218	.0171	.0135	2.60
2.70	.1681	.1338	.1063	.0844	.0671	.0533	.0424	.0337	.0267	.0212	.0169	2.70
2.80	.1895	.1521	.1221	.0980	.0786	.0631	.0506	.0406	.0326	.0262	.0210	2.80
2.90	.2121	.1719	.1391	.1130	.0916	.0742	.0602	.0488	.0395	.0320	.0260	2.90
3.00	.2362	.1933	.1581	.1290	.1061	.0869	.0711	.0582	.0477	.0390	.0320	3.00

Note: Blanks indicate P(>t) < 0.00005

Erlang C Delay Loss Probabilities

(H = 2 Servers)

A	P(>0)	P(>t) = T/H = 0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	A
0.02	.0002	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001					0.02
0.04	.0008	.0004	.0003	.0001	.0004	.0003	.0002	.0002	.0002	.0001	.0001	0.04
0.06	.0017	.0014	.0012	.0010	.0008	.0007	.0005	.0004	.0003	.0002	.0001	0.06
0.08	.0031	.0025	.0021	.0017	.0014	.0012	.0010	.0008	.0007	.0005	.0005	0.08
0.10	.0040	.0039	.0031	.0027	.0022	.0018	.0015	.0013	.0010	.0009	.0007	0.10
0.12	.0060	.0056	.0047	.0039	.0032	.0027	.0022	.0018	.0015	.0013	.0010	0.12
0.14	.0092	.0076	.0063	.0052	.0044	.0036	.0030	.0025	.0021	.0017	.0014	0.14
0.16	.0119	.0098	.0082	.0068	.0057	.0047	.0039	.0033	.0027	.0023	.0019	0.16
0.18	.0149	.0124	.0101	.0086	.0072	.0060	.0050	.0042	.0035	.0029	.0024	0.18
0.20	.0182	.0152	.0127	.0106	.0089	.0074	.0062	.0052	.0043	.0036	.0030	0.20
0.22	.0218	.0182	.0153	.0128	.0107	.0090	.0075	.0063	.0052	.0044	.0037	0.22
0.24	.0257	.0216	.0181	.0152	.0127	.0107	.0089	.0075	.0063	.0053	.0044	0.24
0.26	.0299	.0251	.0211	.0177	.0149	.0125	.0105	.0088	.0074	.0062	.0053	0.26
0.28	.0344	.0290	.0244	.0205	.0173	.0146	.0123	.0103	.0087	.0073	.0062	0.28
0.30	.0391	.0330	.0279	.0235	.0198	.0167	.0141	.0119	.0100	.0085	.0071	0.30
0.32	.0441	.0375	.0315	.0267	.0225	.0191	.0161	.0136	.0115	.0097	.0082	0.32
0.34	.0491	.0418	.0354	.0300	.0254	.0215	.0182	.0155	.0131	.0111	.0094	0.34
0.36	.0549	.0466	.0396	.0336	.0285	.0242	.0205	.0174	.0148	.0126	.0107	0.36
0.38	.0607	.0515	.0439	.0373	.0270	.0230	.0195	.0166	.0141	.0141	.0120	0.38
0.40	.0667	.0510	.0484	.0413	.0352	.0300	.0256	.0218	.0185	.0158	.0135	0.40
0.42	.0729	.0622	.0531	.0454	.0387	.0331	.0282	.0241	.0206	.0176	.0150	0.42
0.44	.0793	.0676	.0581	.0497	.0425	.0361	.0311	.0266	.0228	.0195	.0167	0.44
0.46	.0860	.0732	.0632	.0542	.0465	.0398	.0341	.0294	.0251	.0215	.0184	0.46
0.48	.0929	.0790	.0685	.0589	.0506	.0434	.0373	.0321	.0275	.0237	.0203	0.48
0.50	.1000	.0851	.0741	.0638	.0549	.0472	.0407	.0350	.0301	.0259	.0224	0.50

Note: Blanks indicate P(>t) < 0.00005

Erlang C Delay Loss Probabilities

(H = 3 Servers)

A	P(>0)	P(>t) = T/H = 0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	A
0.10	.0002	.0001	.0001	.0001								0.10
0.15	.0005	.0001	.0001	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001	.0001			0.15
0.20	.0012	.0001	.0001	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	0.20
0.25	.0022	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	0.25
0.30	.0037	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001	.0001	0.30
0.35	.0057	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001	0.35
0.40	.0082	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0001	.0001	0.40
0.45	.0114	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0001	0.45
0.50	.0152	.0001	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	0.50
0.55	.0196	.0001	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	0.55
0.60	.0247	.0001	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	0.60
0.65	.0304	.0001	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	0.65
0.70	.0369	.0001	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	0.70
0.75	.0441	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	0.75
0.80	.0520	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	0.80
0.85	.0607	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	0.85
0.90	.0700	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	0.90
0.95	.0801	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	0.95
1.00	.0909	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	1.00
1.05	.1024	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	1.05
1.10	.1146	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	1.10
1.15	.1276	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	1.15
1.20	.1412	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	1.20
1.25	.1555	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	1.25
1.30	.1704	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	1.30

Note: Blanks indicate P(>t) < 0.00005