

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

INTEGRACIÓN DE PBX ANALÓGICA/DIGITAL (NEC) CON PBX IP POR SOFTWARE (ASTERISK) DEL MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA CULTURA E INTERCONEXIÓN CON LA RED PSTN DE CANTV.

**Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. García, Ronald
Para optar al Título de
Ingeniero Electricista**

Caracas, 2008

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

INTEGRACIÓN DE PBX ANALÓGICA/DIGITAL (NEC) CON PBX IP POR SOFTWARE (ASTERISK) DEL MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA CULTURA E INTERCONEXIÓN CON LA RED PSTN DE CANTV.

**Prof. Guía: Ing. Bruzual, Zeldivar
Tutor Industrial: Ing. Suárez, Víctor**

**Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. García, Ronald
Para optar al Título de
Ingeniero Electricista**

Caracas, 2008



ΥΝΙϚΕΡΣΙΔΑΔ ΧΕΝΤΡΑΔ ΔΕ ϚΕΝΕΖΥΕΑΔ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
DEPARTAMENTO DE COMUNICACIONES



CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 02 de abril de 2008

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller García B. Ronald D., titulado:

**“INTEGRACIÓN DE PBX ANALÓGICA/ DIGITAL (NEC) CON PBX IP
POR SOFTWARE (ASTERISK) DEL MINISTERIO DEL PODER POPULAR
PARA LA CULTURA E INTERCONEXIÓN CON LA RED PSTN DE
CANTV”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

Prof. Luis Fernández
Jurado

Prof. Francisco Marchena
Jurado

Prof. Zeldivar Bruzual
Prof. Guía



Edificio Escuela de Ingeniería Eléctrica, piso 1, oficina 201, Ciudad Universitaria
Chaguaramos, Caracas 1051, D.F.
TELÉFONOS. (VOZ) +58 212 6053300 (FAX) +58 212 6053105
Mail: eie-com@elecisc.ing.ucv.ve

DEDICATORIA

Me preguntaba el por qué de la dedicatoria y agradecimientos de un trabajo, libro o cualquier logro, y a las 2am de una madrugada cualquiera encontré la respuesta, y no es más que transmitirle al lector que un pequeño o gran logro no es obra de una sola persona sino es una labor totalmente en conjunto, se puede decir que es como una simbiosis, por lo tanto, de alguna manera es un reconocimiento a todos aquellos que han sido parte esencial de nuestras vidas. Sin más que agregar comienzo.

Quiero dedicar este trabajo primeramente a Dios, el ser que hizo, hace y hará todo posible en este mundo, estoy seguro que sin su ayuda y sin tener la seguridad de que me espera en el cielo nada de lo que soy importaría.

A mi papá Ronald García, lamento desde el fondo de mi corazón que no estés conmigo en estos momentos. Ya han pasado 2 años de tu partida y todavía me parece mentira, has dejado una huella imborrable en mi vida, ya que de todas las formas posibles me enseñaste a ser un buen hombre, con principios inamovibles. Completa y abrumadora fuese mi felicidad si estuvieses aquí físicamente, pero confiado estoy que desde el cielo me miras y me dices: “estoy contigo hijo”. Se que estás junto a Dios y algún día nos encontraremos. Te amo.

Todo lo Puedo en Cristo que me Fortalece, Filipenses 4:13

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá Belinda Barradas, por su incondicional apoyo a lo largo de mi carrera, por su invaluable ejemplo de valentía y constancia en todo momento sobre todo en los más difíciles, y por su enorme amor hacia mí.

A mi abuela Dalia por las muestras de su ilimitado amor, sobran las palabras.

Mis hermanos Bryan y Andrés por ser un motivo más para desarrollarme como persona y ser un buen ejemplo para ellos.

En general a toda mi familia, tíos, primos y demás.

A mi Valen, por haber sido un bálsamo en momentos difíciles y por ser lo que me faltaba, una mujer con quien compartir el resto de mi vida.

A mi iglesia (ICC) por ser una familia que me llena de amor.

Al Profesor Zeldivar Bruzual, por su ayuda en el momento adecuado como tutor académico.

A todos mis amigos del Ministerio del Poder Popular para la Cultura, en especial a Pablo Romero por darme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de grado en esa institución, también a Alejandro Gómez por su gran ayuda durante mi pasantía.

A mis amigos y compañeros de estudio, Johnny Rinaldi, Andrés Landi, Edgar de Freitas, Fabricio Coffaro, Juan Carlos Contreras (Juanqui), Manuel Martínez, Ronnye Salas, Alfredo Páez y todos aquellos que Dios es testigo que los llevo en mi corazón, con quienes esta difícil carrera se hizo más llevadera, aprendiendo a pasarla bien sufriendo. Sin su ayuda todo esto no fuese posible.

García B., Ronald D.

INTEGRACIÓN DE PBX ANALÓGICA/DIGITAL (NEC) CON
PBX IP POR SOFTWARE (ASTERISK) DEL MINISTERIO DEL
PODER POPULAR PARA LA CULTURA E INTERCONEXIÓN
CON LA RED PSTN DE CANTV

Tutor Académico: Bruzual, Zeldivar. Tutor Industrial: Suárez, Victor. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: Ministerio del Poder Popular para la Cultura. 2006. Trabajo de Grado. 113h. + anexos.

Palabras Claves: Red Telefónica, Interfaz, VoIP (Voz sobre IP), PBX (Private Branco eXchange), Integración, Interconexión, PSTN (Red Pública de Telefonía Conmutada).

RESUMEN: A continuación se presenta el proyecto de la integración de las PBXs analógica/digital e IP por software pertenecientes al Ministerio del Poder Popular para la Cultura y la interconexión con la PSTN de CANTV. En primer lugar se realiza los estudios de las características más importantes de ambas PBXs, para luego proceder al análisis del tráfico generado por la red telefónica del ministerio y así iniciar el estudio de la posible conexión de la PBX Asterisk con la PSTN por medio de una interfaz E1. Seguidamente se realiza el levantamiento de la información del ambiente técnico existente para dar comienzo a la configuración de las PBXs bajo las características deseadas y así lograr la integración de éstas, proporcionando así un servicio telefónico adecuado a los usuarios del ministerio, beneficiando también al organismo público en materia económica y tecnológica. Por último, se capacita al personal encargado de la gestión de las PBXs y de la red interna telefónica.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN	3
1.1. Identificación de la Institución.....	3
1.1.1. Ministerio para el Poder Popular de la Cultura.....	3
1.1.2. Misión.....	3
1.1.3. Visión.....	3
1.1.4. Estructura Organizativa.....	4
1.1.5. Antecedente y Justificación.....	4
1.1.6. Objetivos General.....	6
1.1.7. Objetivos Específicos.....	6
1.1.8. Metodología.....	6
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	9
2.1 Red Pública de Telefonía Conmutada.....	9
2.1.1 Concepto de PSTN.....	9
2.1.2 Componentes de la PSTN.....	9
2.1.2.1 Conmutación.....	10
2.1.2.2 Señalización.....	10
2.1.2.3 Transmisión.....	10
2.1.2.4 Gestión.....	10
2.1.2.5 Datos.....	11
2.1.2.6 Equipos terminales.....	11
2.1.2.7 Servicios.....	11
2.1.3 MFC-R2.....	12
2.2 Voz sobre IP.....	12
2.2.1 Concepto de VoIP.....	12
2.2.2 Fundamentos de la VoIP.....	13
2.2.2.1 Problemas de una red de VoIP.....	13
2.2.2.2 Compresión de la Voz.....	15
2.2.2.3 Codificación de la Voz.....	15
2.2.2.4 Protocolo de Transporte.....	17
2.2.2.4.1 UDP.....	17
2.2.2.4.2 RTP.....	19
2.2.2.5 Calida de Servicio (QoS).....	21
2.2.2.6 Protocolos VoIP.....	22
2.2.2.6.1 H.323.....	22
2.2.2.6.1.2 Componentes.....	23
2.2.2.6.1.2.1 Terminal.....	23
2.2.2.6.1.2.2 Gateway.....	23
2.2.2.6.1.2.3 Gatekeeper.....	24

2.2.2.6.1.2.4	MCU.....	25	
2.2.2.6.1.2.5	Controlador Multipunto...	25	
2.2.2.6.1.2.6	Procesador Multipunto...	25	
2.2.2.6.1.2.7	Proxy H.323.....	26	
2.2.2.6.1.3	Pila de Protocolos para H.323.....	26	
2.2.2.6.1.4	Señalización.....	27	
2.2.2.6.2	SIP.....	28	
2.2.2.6.2.1	Componentes.....	28	
2.2.2.6.2.2	Mensajes SIP.....	30	
2.2.2.6.2.2.1	Métodos SIP.....	30	
2.2.2.6.2.2.2	Respuestas SIP.....	31	
2.2.2.6.2.3	Cabecera.....	31	
2.2.2.6.2.4	Direccionamiento.....	32	
2.2.2.6.3	IAX.....	33	
2.2.2.6.3.1	Tipos de Trama.....	34	
2.3	Asterisk.....	36	
2.3.1	Concepto de Asterisk.....	36	
2.3.2	Características.....	36	
2.3.3	Ventajas de Asterisk.....	37	
2.3.4	Arquitectura del Asterisk.....	39	
2.3.4.1	Módulos de la Arquitectura de Asterisk.....	40	
2.3.4.1.1	Núcleo de PBX.....	40	
2.3.4.1.2	Lanzador de Aplicaciones.....	40	
2.3.4.1.3	Codecs y Traductor de Codecs.....	40	
2.3.4.1.4	Gestor de Entradas/Salidas.....	41	
2.3.4.1.5	Cargador de Módulos API.....	41	
2.3.4.1.6	Canales.....	42	
2.3.4.1.7	Protocolos.....	44	
2.3.5	Esquema General.....	44	
CAPÍTULO III			
ANÁLISIS DEL AMBIENTE TÉCNICO EXISTENTE Y			
ESTUDIO DEL TRÁFICO GENERADO POR LA RED INTERNA			
TELEFÓNICA DEL MINISTERIO.....			45
3.1	Análisis Del Ambiente Técnico Existente del Ministerio.....	45	
3.1.1	Estado de las Comunicaciones del Ministerio.....	45	
3.1.1.2	Comunicación NEC con CANTV.....	45	
3.1.1.3	Comunicación NEC/Asterisk.....	45	
3.1.1.4	Comunicación Asterisk con CANTV.....	46	
3.2	Estudio Del Tráfico Generado Por La Red Interna Telefónica Del Ministerio.....	46	
3.2.1	Tráfico Generado por la PBX Asterisk.....	46	
3.2.2	Tráfico Generado por la PBX NEC.....	48	
CAPÍTULO IV			
CONEXIÓN ASTERISK CON CANTV A TRAVÉS DE UN E1.....			51

4.1 Selección de la Tarjeta para la Comunicación de Asterisk y CANTV a Través de un E1.....	51
4.2 Controlador (Driver) Unicall.....	52
4.3 Instalación y Compilación de Asterisk con Soporte Unicall.....	52
4.3.1 Características del Servidor.....	52
4.3.2 Sistema Operativo.....	53
4.3.3 Sistemas Básicos de la PBX.....	53
4.3.4 Compilación de Asterisk en Slackware-11.....	54
4.4 Configuración del Archivo Unicall.conf.....	56
4.5 Configuración del Archivo zaptel.conf.....	57
4.6 Pruebas de la Comunicación Asterisk-CANTV.....	59

CAPÍTULO V

INTEGRACIÓN DE LA PBX ANALÓGICA/DIGITAL (NEC) CON PBX IP POR SOFTWARE (ASTERISK) E INTERCONEXIÓN CON LA RED PSTN DE CANTV.....	62
5.1 Características de la Integración Asterisk-NEC.....	62
5.2 Levantamiento de la Información de las Oficinas Pertenecientes al Ministerio.....	63
5.3 Topología de la Integración NEC-Asterisk.....	64
5.4 Configuración del Sistema NEC.....	65
5.4.1 Componentes de la PBX NEC.....	65
5.4.2 Configuración de la Tarjeta PA-30DTS(DTI).....	65
5.4.3 Comandos en el MAT para la Integración entre PBXs Asterisk-NEC.....	68
5.5 Configuración para la Integración entre PBXs Asterisk-NEC en el Asterisk.....	88
5.5.1 Organización de los Archivos del Sistema.....	88
5.5.2 Cambio de Numeración de Teléfonos IP ya Existentes.....	88
5.5.3 Configuración de Nuevos Teléfonos IP.....	89
5.5.4 Configuración de Teléfonos NEC.....	89
5.5.5 Descripción de los Bloques para la Distintas Configuraciones..	89
5.5.5.1 SIP.conf.....	89
5.5.5.1.1 Sección General.....	90
5.5.5.1.2 Sección de clientes SIP.....	90
5.5.5.2 Extensions.conf.....	91
5.5.5.3 Redirecciones.conf.....	91
5.5.5.4 Entorno Web Polycom.....	92
5.5.5.5 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol).....	93
5.5.5.6 TFTPBOOT.....	93
5.5.6 Configuración de la PBX Asterisk del Ministerio.....	94
5.5.6.1 Configuración del Archivo sip.conf.....	95
5.5.6.2 Configuración del Archivo extensions.conf.....	96
5.5.6.2.1 Comunicación Asterisk/NEC.....	97
5.5.6.3 Configuración del Archivo redirecciones.conf.....	100
5.6 Configuración del Desborde desde la PBX NEC hacia la PBX Asterisk..	101
5.7 Funcionamiento de la Integración Asterisk-NEC.....	102

CAPÍTULO VI	
ESTUDIO FINAL DEL TRÁFICO GENERADO POR LA RED INTERNA TELEFÓNICA DEL MINISTERIO.....	104
6.1 Tráfico Final Generado por la PBX Asterisk.....	104
6.2 Tráfico Final Generado por Llamadas Entrantes sobre la PBX Asterisk..	106
CONCLUSIONES.....	108
RECOMENDACIONES.....	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
BIBLIOGRAFÍAS.....	112
ANEXOS.....	114
Anexo I Dimensionamiento Recomendado Del Sistema.....	115
Anexo II Impacto Del Codec Utilizado Sobre La Red Del Ministerio.....	118
Anexo III Ubicación De Extensiones Digitales Y Analógicas En El Cuarto De Servidores.....	121
Anexo IV Directorio Telefónico Del Ministerio Del Poder Popular Para La Cultura.....	124
Anexo V Imágenes De La Sala De Servidores Y Las PBXs NEC Y Asterisk	130
Anexo VI Códigos De Línea Y Señales De Registro De MFCR2.....	135
Anexo VII Plan De Numeración.....	139
Anexo VIII Módulos De La PBX NEC.....	143
Anexo IX PBX Asterisk.....	168

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
1. Tabla Comparativa de las Diferentes Codecs de Voz.....	17
2. Configuración del Archivo Unicall.conf	56
3. Configuración del Archivo zaptel.conf	58
4. Configuración de la Tarjeta PA-30DTS(DTI).....	66
5. Cambios de Asignación de CDN para la Integración NEC/Asterisk.....	77
6. Ruta y Troncales del E1 en la PBX NEC.....	79
7. Directorio de Archivos de Asterisk.....	88
8. Parámetros del Archivo de Configuración sip.conf.....	90
9. Cambios de Asignación de CDN para el Desborde de la PBX NEC hacia el Asterisk.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICAS

Figuras	Pág.
1. Cabecera del Protocolo UDP.....	18
2. Cabecera del Protocolo RTP.....	20
3. Trama F del Protocolo IAX2.....	34
4. Trama M del protocolo IAX2.....	36
5. Arquitectura Básica de Asterisk.....	39
6. Esquema General de Asterisk.....	44
7. Trafico Erlang B Generado por la PBX NEC.....	47
8. Tarjeta TE205P.....	51
9. Fragmento del Nuevo Plan de Numeración.....	63
10. Topología de la Integración NEC-Asterisk.....	64
11. Conexión de Tarjeta COAX TERM.....	67
12. Slots Apropriados para la Instalación de la PA-30DTS (DTI).....	68
13. Diagrama de la Configuración LCR.....	69
14. Ventana de Configuración del Comando ANPD.....	70
15. Ventana de Configuración del Comando ASPA con SRV:STN.....	72
16. Ventana de Configuración del Comando ASPA con SRV:LCR.....	73
17. Ventana de Configuración del Comando ASTN.....	74
18. Diagrama para la Configuración de Extensiones IP en la PBX NEC...	75
19. Ventana de Configuración del Comando ARTD para la Ruta por Software.....	76
20. Ventana de Configuración del Comando ARTD para la ruta NEC/Asterisk.....	78
21. Ventana de Configuración del Comando ATRK.....	78
22. Ventana de Configuración del Comando MBTK.....	80
23. Ventana de Configuración del Comando ARSC.....	81
24. Configuración del Comando ARSC.....	82
25. Ventana de Configuración del Comando AMND.....	83
26. Ventana de Configuración del Comando AFRS.....	85

27. Ventana de Configuración del Comando AOPR.....	86
28. Ventana de Configuración del Comando ARNP.....	87
29. Diagrama para el Cambio de Numeración de Teléfonos IP ya Existentes.....	88
30. Diagrama para la Configuración de Nuevos Teléfonos IP.....	89
31. Diagrama para la Configuración de Teléfonos NEC en el Asterisk.....	89
32. Ventana del Entorno Web Polycom.....	92
33. Diagrama para la Configuración del Desborde de la PBX NEC hacia el Asterisk.....	101
34. Tráfico Erlang B Generado por la PBX Asterisk.....	106
 Gráficas	
1. Número de Llamadas por Día Generadas por la PBX NEC.....	48
2. Porcentaje de Llamadas en Hora Pico Generadas por la PBX NEC.....	49
3. Número de Llamadas por Día Generadas por la PBX Asterisk.....	105
4. Número de Llamadas por Día Entrantes a la PBX Asterisk.....	107

ACRÓNIMOS

AGI:	<i>Asterisk Gateway Interface</i>
ANI:	<i>Automatic Identification Number</i>
API:	<i>Application Programming Interface</i>
ATM:	<i>Asynchronous Transfer Mode</i>
CPA:	<i>Conexión Privada de Acceso Telefónico</i>
DHCP:	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>
DNIS:	<i>Dialed number identification service</i>
DNS:	<i>Domain Name Service</i>
DTMF:	<i>Dual Tone Multi-Frecuency</i>
FXO:	<i>Foreign Exchange Office</i>
FXS:	<i>Foreign Exchange Station</i>
HTTP:	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
IETF:	<i>Internet Engineering Task Force</i>
IP:	<i>Internet Protocol</i>
ISDN:	<i>Integrated Service Digital Network</i>
ITU:	<i>International Telecommunication Union</i>
IVR:	<i>Interactive Voice Response</i>
LAN:	<i>Local Area Network</i>
MDF:	<i>Main distribution frame</i>
NAT:	<i>Network Address Translation</i>
PBX:	<i>Private Branch Exchange</i>
PCM:	<i>Pulse Code Mudulation</i>
PSTN:	<i>Public Switched Telephone Network</i>
QoS:	<i>Quality of Service</i>
RTCP:	<i>Real Time Control Protocol</i>
RTP:	<i>Real time Protocol</i>
SDP:	<i>Session Description Protocol</i>
SIP:	<i>Session Initiation Protocol</i>
TFTP:	<i>Trivial File Transfer Protocol</i>

TCP: *Transmission Control Protocol*
UDP: *User Datagram Protocol*
VoIP: *Voice over Internet Protocol*
WAN: *Wide Area Network*

INTRODUCCIÓN

Desde hace ya unos años, el Software Libre se ha convertido en una de las herramientas primordiales en la informática de hoy en día y por ende en las telecomunicaciones. Una de las aplicaciones en software libre más adaptada a las telecomunicaciones es una PBX(*Private Branch eXchange* o *Private Business eXchange*) Asterisk, creada por Digium, Inc. y una base de usuarios y desarrolladores en continuo crecimiento.

Por otro lado, los sistemas PBX propietarios o con licencia todavía están muy bien posicionados en el mercado y proporcionan gran cantidad de los servicios a las entidades gubernamentales, empresas, entre otros.

El ministerio cuenta con centrales telefónicas de ambas tecnologías, por lo tanto es de vital importancia la integración de ambas centrales telefónicas, y de esta manera permitir la comunicación efectiva entre todos los usuarios del ministerio.

El presente proyecto tiene el objetivo primordial de contribuir de manera directa con las comunicaciones a nivel telefónico del ministerio.

Para la realización de este proyecto de manera eficiente, y cumplir totalmente con los objetivos propuestos, fue necesario proceder de acuerdo con la metodología planteada, la cual permitió la consecución de este proyecto.

El capítulo I presenta la información acerca del Ministerio del Poder Popular para la Cultura, destacando su estructura organizativa, además de sus funciones y atribuciones.

El capítulo II describe los principales conceptos de la telefonía en sus distintas ramas como son la Red Pública Conmutada (PSTN) y la Voz sobre IP.

En el capítulo III se presenta el estudio del tráfico telefónico generado por el ministerio, haciendo referencia al dimensionamiento de la red telefónica de la institución.

El capítulo IV se realiza un estudio del ambiente técnico existente, para comprender el estado de las comunicaciones a nivel telefónico del ministerio.

El capítulo V explica con detalle como se realizó la conexión de la PBX Asterisk con la PSTN de CANTV, así como los criterios considerados para la configuración de la PBX.

El capítulo VI presenta la integración de las centrales telefónicas, explicando cada una de las etapas, como las características de dicha integración y el levantamiento de la información de los usuarios telefónicos del ministerio, para así continuar con la configuración de ambas centrales telefónicas para lograr la integración propuesta.

En el capítulo VII se realiza un estudio del tráfico final generado por la telefonía para la comprobación del dimensionamiento realizado en el capítulo III.

Por último se presentan las conclusiones acerca del proyecto, así como también las recomendaciones para el mantenimiento y resolución de problemas de la red telefónica del ministerio.

CAPITULO I

INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN.

1.1.- Identificación de la Institución.

1.1.1.- Ministerio para el Poder Popular de la Cultura

Es el órgano rector, en materia cultural, de las políticas que emanan del Ejecutivo Nacional con el fin de asegurar el desarrollo y crecimiento del patrimonio nacional.

1.1.2.- Misión

Garantizar con niveles óptimos el pleno ejercicio y disfrute de los derechos culturales a la ciudadanía y ejercer la rectoría en la formulación, adopción, seguimiento y evaluación de las políticas culturales del Ejecutivo Nacional. Regir la articulación y coordinación con los estados y municipios, los planes, programas y proyectos relativos al patrimonio, identidad y diversidad, desarrollo humano y fomento de la economía cultural, junto a la divulgación de la cultura en todas sus manifestaciones

1.1.3.- Visión

Ser un ministerio modelo para el proceso de transformación de la administración pública en materia cultural, coadyuvando en el cumplimiento de los deberes del Estado Venezolano en materia de preservación, enriquecimiento y restauración del patrimonio cultural tangible e intangible y la memoria histórica de la nación, con atención especial a las culturas populares constitutivas de la venezolanidad; así como ser garante de la emisión, recepción y circulación de la información cultural, con miras a la plena satisfacción de los derechos culturales de los venezolanos.

1.1.4.- Estructura Organizativa.

Para implementar sus políticas, logros, objetivos y metas, el Ministerio del Poder Popular para la Cultura realiza su gestión a través de una estructura organizativa mostrada a continuación.

- Direcciones Generales del Despacho.
- Plataformas Culturales.
- Cines y Medios Audiovisuales.
- Libro y la Lectura.
- Patrimonio.
- Artes Escénicas y Musicales.
- Artes de la Imagen y el Espacio.
- Red Cultural Comunitaria.

1.1.5.- Antecedente y Justificación

El Ministerio del Poder Popular para la Cultura actualmente cuenta con 35 entes adscritos, los cuales funcionan alrededor del Distrito Capital. El ministerio de la cultura como órgano principal, se ha dado a la tarea de buscar mejoras para la comunicación entre dicha estructura como algo prioritario.

En consonancia con los lineamientos del Gobierno Bolivariano, el Ministerio del Poder Popular para la Cultura acatando el Decreto Presidencial 3390, el cual orienta a todas las empresas gubernamentales a migrar sus plataformas tecnológicas al Software Libre, está encaminada y está dando grandes pasos hacia la independencia y al logro de la plena Soberanía Tecnológica. Con esto se fomenta la innovación tecnológica del país; al disponer del código fuente de la aplicación es posible realizar el desarrollo de mejoras, en vez de encargarlas a empresas de otros países que trabajan con sistemas de licencia propietaria. De este modo, se contribuye a la formación de profesionales en nuevas tecnologías y al desarrollo local bajo los

propios planes estratégicos de la nación.

En la actualidad dentro del ministerio, existen dos sistemas de comunicación en telefonía como son los enlaces IP y un sistema analógico. El sistema analógico es manejado a través de una central privada (NEC) y los enlaces IP a través de un software libre (Asterisk) el cual, fue implementado por la oficina de tecnología de la información ubicada dentro del ministerio.

En poco tiempo el Ministerio del Poder Popular para la Cultura ha sufrido un crecimiento considerable en la capital del país, lo que ha generado una necesidad inmediata de dar solución al inconveniente de la comunicación en el Distrito Capital. Aunado a esta situación se encuentra la problemática de la comunicación entre las extensiones conectadas a la PBX Asterisk y a la PBX NEC, que por no estar integradas e interconectadas deben utilizar la PSTN para lograr la conexión, produciéndose así un gasto innecesario de la inversión pública.

Cabe destacar que las extensiones conectadas a la PBX NEC están configuradas con 4 dígitos y las que están conectadas a la PBX Asterisk con 3 dígitos, por lo cual se produce la necesidad de una nueva configuración en el DialPlan de las PBX, que se quiere implementar con 6 dígitos (XX-XX-XX) en donde los dos primeros serán asignados a la entidad (implementación futura), los dos dígitos siguientes al departamento y los dos últimos a las extensiones, con esto se busca que la red telefónica interna del ministerio acabe siendo una red perfectamente estructurada.

Por lo expuesto anteriormente y combinado con la necesidad de hacer más eficiente la comunicación (específicamente voz) de los empleados del ministerio, se busca como solución la interconexión e integración de las dos PBX (NEC y Asterisk), logrando así una mejora no solo operativa sino también económica.

1.1.6.- Objetivos General:

Integrar la PBX Analógica/Digital (NEC) con PBX IP por software (ASTERISK) del Ministerio del Poder Popular para la Cultura e interconectar con la red PSTN de CANTV.

1.1.7.- Objetivos Específicos:

- Estudiar la posible conexión de Asterisk con la PSTN por medio de una interfaz E1.
- Determinar el tráfico generado por la red interna telefónica del ministerio hacia la PBX NEC y la posible adición de 50 líneas telefónicas más.
- Adecuar la planta interna del ministerio para cumplir los nuevos requerimientos del mismo (50 nuevas líneas telefónicas).
- Diseñar la topología del nuevo sistema integrado de las PBXs.
- Interconectar e integrar las PBXs NEC y Asterisk.
- Verificar la comunicación (voz) entre PBXs NEC, Asterisk y PSTN de CANTV
- Elaborar la documentación necesaria de las normas a seguir por los usuarios que intervengan en la gestión de las PBX y de la red interna telefónica del ministerio.

1.1.8.- Metodología:

FASE 1:

Estudio preliminar: En esta fase se realizarán todos los estudios necesarios de las características más importantes de las PBXs NEC y Asterisk a través de bibliografía recomendada, para dar comienzo a la interconexión e integración de las mismas.

FASE 2:

Estudio de la posible conexión de Asterisk con la PSTN por medio de una interfaz E1. Esta fase consistirá en el estudio y el análisis de la señalización con la cual interoperan la PSTN de CANTV y Asterisk mediante un analizador de protocolos y la adecuación de este último para lograr la conexión de Asterisk con la PSTN por medio de la interfaz E1.

FASE 3:

Estudio del tráfico generado por la red interna telefónica del ministerio: Esta fase se compone de un estudio exhaustivo del tráfico generado por la red interna telefónica del ministerio hacia la PBX NEC y la posible adición de nuevas líneas telefónicas a esta PBX.

FASE 4:

Adecuación de la Planta Interna: Esta fase consistirá en la instalación de una Conexión Privada de Acceso Telefónico (CPA) en la sala de servidores del ministerio que proporcionará 50 líneas telefónicas adicionales.

FASE 5:

Integración de PBX Analógica/Digital (NEC) con PBX IP por software (Asterisk) interconexión con la red PSTN de CANTV: Esta fase se implementará en la sala de servidores de la sede principal del ministerio, configurando ambas PBXs para asegurar el perfecto funcionamiento de todas las comunicaciones (voz) generadas por el ministerio, sean salientes o entrantes al mismo.

FASE 6:

Elaboración de documentación final: En esta última fase se elaborara la documentación de las normas a seguir por los usuarios que intervengan en la gestión

de las PBX y de la red interna telefónica del ministerio. Por último se realizará el informe final de resultados del proyecto realizado.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Red Pública de Telefonía Conmutada

2.1.1 Concepto de PSTN [1]

PSTN es el acrónimo de “Public Switched Telephone Network”, en español Red Pública de Telefonía Conmutada. Esta red es pública porque cualquier abonado podría suscribirse al operador de la red, y éste a su vez debería completar las llamadas del abonado. La red es telefónica porque sólo está diseñada para conectar circuito de voz entre dos aparatos telefónicos. Es conmutada porque los circuitos de voz se establecen mediante centrales telefónicas que conmutan los recursos de la red para establecer conexiones temporales para los usuarios.

2.1.2 Componentes de la PSTN [1]

La PSTN está compuesta fundamentalmente por los siguientes elementos:

- Conmutación
- Señalización
- Transmisión
- Gestión
- Datos
- Equipos terminales
- Servicios

2.1.2.1 Conmutación

Los elementos de conmutación cumplen la función de establecer una trayectoria de comunicación entre dos abonados. Las centrales telefónicas frecuentemente recurren a equipos periféricos que agregan inteligencia o servicios a la red básica. Algunas de las posibles áreas de desarrollo son:

1. Análisis y dimensionamiento de capacidad de procesamiento.
2. Análisis de enrutamiento y congestiónamiento de ruta.
3. Detección, diagnóstico y resolución de fallas.

2.1.2.2 Señalización

La señalización es el lenguaje que las centrales telefónicas utilizan para comunicarse entre sí y con los equipos terminales de los abonados.

Es importante destacar que en Venezuela, CANTV maneja la señalización 7 (SS7) para la comunicación entre centrales, y para la comunicación con los equipos terminales utiliza la señalización MFCR2, la cual se describirá más adelante.

2.1.2.3 Transmisión

La transmisión se entiende como el medio físico que conduce las señales portadoras de voz o datos por la red. El medio físico de transmisión puede ser aire, cable coaxial, fibra óptica, satélite, etc.

2.1.2.4 Gestión

Los elementos de gestión mantienen vigilancia ininterrumpida sobre los elementos de la red: proporcionan mecanismos automatizados, centralizados y amigables para

configurar los elementos de red; optimizan la administración los recursos de conmutación y transmisión, y hacen eficiente el mantenimiento preventivo y reactivo de la red.

2.1.2.5 Datos

Los datos (como elemento de telecomunicación, no como servicio) proporcionan visibilidad a los equipos y la fibra óptica instalados en la red desde un punto centralizado, el centro de control, el cual el poder de comando sobre los equipos electrónicos; recolecta información de comportamiento de equipos de red; transfiere los registros de cada llamada telefónica, de las centrales telefónicas a las plataformas de facturación y procesamiento.

2.1.2.6 Equipos terminales

Los equipos terminales son propiedad de los abonados: desde los aparatos telefónicos, los equipos de fax, conmutadores residenciales, hasta los sistemas de telefonía privada PBX (Private Branch Exchange).

2.1.2.7 Servicios

Los servicios son dirigidos a segmentos de mercado específicos, para resolver necesidades de comunicación específicas. Los servicios de telecomunicaciones típicos prestados por las operadoras son:

- Larga distancia nacional e internacional.
- Asistencias por operadora.
- Tarjeta telefónicas de pre-pago
- Internet

2.1.3 MFC-R2 [2]-[3]

Este sistema de señalización se utiliza fundamentalmente para el uso de un medio transmisión digital como los enlaces E1, los cuales proporcionan 32 canales de los cuales son 30 de voz y 2 de control y señalización. El sistema de señalización R2 digital consta de señales de registro y señales de línea.

El direccionamiento telefónico es encaminado a través de un conjunto de tonos, entretanto la señalización del canal es enviada en el intervalo de tiempo 16. En este intervalo de tiempo son transferidos los bits ABCD de canal de voz a través de los cuales es realizado el control de la llamada.

Los bits C y D raramente son utilizados. En una conversación normal se tiene dos lados operando, el lado de origen de la llamada, referido como señalización hacia adelante y el lado receptor de la llamada nombrado señalización para atrás. Los bits de hacia delante son llamados Af y Bf , y los de hacia atrás At y Bt.

En el Anexo VI se muestran los códigos de señalización de línea así como los registros de MFCR2.

2.2 Voz sobre IP

2.2.1 Concepto de VoIP

VoIP es el acrónimo de “Voice Over Internet Protocol”, que tal y como el término dice, hace referencia a la transmisión de voz en paquetes IP sobre redes de datos como puede ser Internet. Llegados a este punto se logra la convergencia de la transmisión de voz y la de datos.

La tecnología VoIP permite el transporte la voz, previamente procesada, encapsulándola en paquetes para luego poder ser transmitidas sobre redes de datos sin necesidad de disponer de una infraestructura telefónica convencional. Con lo que se consigue desarrollar una única red homogénea en la que se envía todo tipo de información ya sea voz, video o datos.

2.2.2 Fundamentos de la VoIP

2.2.2.1 Problemas de una red de VoIP

- **Jitter:** [4]

El jitter (fluctuación de fase) técnicamente se define como la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino. Este efecto se presenta en redes de datos no orientadas a conexión y basadas en conmutación de paquetes.

La Voz sobre IP es sensible a este efecto, generalmente cuando son enlaces lentos o congestionados. Como valor recomendado, el jitter debería ubicarse por debajo de 100 ms entre el punto inicial y final de la comunicación.

- **Latencia:** [4]

La latencia también conocida como retardo, es un problema general de las redes de telecomunicación, no se presenta únicamente en la redes de VoIP.

La latencia en VoIP se define técnicamente como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente al destino. Este problema al igual que el jitter es un problema

presente frecuentemente en enlaces lentos o congestionados.

La latencia o retardo entre el punto inicial y final de la comunicación debiera ser inferior a 150 ms. El oído humano es capaz de detectar latencias de unos 250 ms, 200 ms en el caso de personas bastante sensibles. Si se supera ese umbral la comunicación se vuelve molesta.

- **Eco:** [4]

El eco también se suele conocer como reverberación y se produce por la conversión de 2 a 4 hilos de los sistemas telefónicos o por un retorno de la señal que se escucha por los altavoces y se cuela de nuevo por el micrófono.

El eco se define como una reflexión retardada de la señal acústica original.

El oído humano es capaz de detectar el eco cuando su retardo con la señal original es igual o superior a 10 ms. Pero otro factor importante es la intensidad del eco ya que normalmente la señal de vuelta tiene menor potencia que la original. Es tolerable que llegue a 65 ms y una atenuación de 25 a 30 dB.

- **Pérdidas de Paquetes:** [4]

Las comunicaciones en tiempo real utilizan el protocolo UDP, el cual no está orientado a conexión y si se produce una pérdida de paquetes no se reenvían. Además la pérdida de paquetes también se produce por descartes de paquetes que no llegan a tiempo al receptor. A pesar de esto, la voz es bastante predecible y si se produce la pérdida de paquetes aislados se puede recomponer la voz de una manera bastante óptima. El problema es mayor cuando se producen pérdidas de paquetes en ráfagas.

Los valores recomendados de pérdidas de paquetes para que no se distorsione perjudicialmente la voz debe ser inferior al 1 %. Este factor es directamente dependiente del códec utilizado. Cuanto mayor sea la compresión del códec mucho más dañino es el efecto de la pérdida de paquetes. Una pérdida del 1% degrada más la comunicación si se usa el códec G.729 en vez del G.711.

2.2.2.2 Compresión de la Voz [3]-[4]-[5]

El modo más simple de trabajar con la voz digital es aplicar un algoritmo de compresión a la voz PCM generada a 64 Kbps. Es importante aclarar que la voz no es la que se comprime sino la trama.

La calidad de la voz es función de una cantidad de factores que incluyen los algoritmos de compresión, errores y pérdida de paquetes, cancelación de eco y retardo.

La señal analógica del teléfono es digitalizada a una señal PCM por el codec. Luego las muestras PCM son manejadas por el algoritmo de compresión, el cual comprime la voz en un formato de paquete para su posterior transmisión por la WAN. En el otro extremo de la WAN se realiza el procedimiento inverso.

2.2.2.3 Codificación de la Voz [3]- [4]-[5]

La voz debe codificarse para poder ser transmitida por la red IP. Para ello se hace uso de Codecs, los cuales son algoritmos que garantizan la codificación y compresión del audio para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido utilizable. Según el Codec utilizado en la transmisión, se utilizará más o menos ancho de banda. La cantidad de ancho de banda suele ser directamente proporcional a la calidad de los datos transmitidos.

La UIT normaliza los esquemas de codificación CELP, MP-MLQ PCM y ADPCM. Estas técnicas están estandarizadas por la ITU-T en las Recomendaciones de la Serie G.

- **G.711:** describe la técnica de compresión de voz, PCM de 64 Kbps. En G.711, la voz codificada se encuentra en el formato adecuado para su transmisión digital sobre la PSTN o PBX.

Existen dos subgrupos de codecs G.711:

- a) Ley U: utilizada en las redes telefónicas de Norte América y Japón.
- b) Ley A: utilizada en Europa, América del Sur y el resto de los países del mundo.

Ambas leyes, utilizan compresión a muestras de 8 bits muestreando a 8 Khz.

- **G.723.1:** describe la técnica de compresión que puede ser utilizada para comprimir voz, o componentes de señales de audio a tasa de bits bajas, como parte de la familia estándares H.324. Hay dos variantes de este estándar, G.723.1 G.723.1A. Este codec tiene dos tasas de bits asociados: 5,3 y 6,3 Kbps. El flujo de bits de 6,3 Kbps se logra utilizando la tecnología MP-MLQ y el de 5,3 Kbps con ACELP.
- **G.726:** describe la codificación ADPCM a 40, 32, 24 y 16 Kbps. La voz codificada ADPCM puede ser intercambiada entre la red de paquetes de voz, la PSTN y redes de PBXs siempre y cuando estas estén configuradas para soportar ADPCM.
- **G.728:** describe una variante de la compresión LD-CELP de bajo retardo de 16 Kbps. La codificación LD-CELP debe convertirse a formato de telefonía pública

para su transporte hacia o sobre la PSTN.

- **G.729:** describe la compresión CS-ACELP donde la voz es codificada a 8 Kbps.

Hay cuatro variantes de este estándar, G.729, G.729A, G.729B y G.729AB, las cuales difieren principalmente en la complejidad del algoritmo.

En la siguiente tabla se puede observar las características más resaltantes de los codecs antes mencionados:

Tabla 1. Tabla Comparativa de las Diferentes Codecs de Voz

Compresión	Velocidad (Kbps)	Segmento (bits)	Segmentos por segundo	Muestras por Segmento	Retardo (mseg)
G.711 (PCM)	64	8	8000	1	0,125
G.721 (ADPCM)	32	4	8000	1	0,125
G.723 (ADPCM)	24 – 40	3 – 5	8000	1	0,125
G.726 (ADPCM)	16 – 40	2 – 5	8000	1	0,125
G.727 (ADPCM)	16 – 64	2 – 8	8000	1	0,125
G.728 (LD-CELP)	16	10	1600	5	0,625
G.729 (CS-ACELP)	8	80	100	80	15
G.723.1	6,3	189	33,33	240	37,5
G.723.1	5,3	159	33,33	240	37,5

2.2.2.4 Protocolo de Transporte

2.2.2.4.1 UDP (User Datagram Protocol, protocolo de datagrama de usuario) [6]

Es un tipo de datagramas utilizado para la comunicación por intercambio de paquetes entre ordenadores en el entorno de un conjunto interconectado de redes de computadoras.

Este protocolo aporta un procedimiento para que los programas de aplicación puedan enviar mensajes a otros programas con un mínimo de mecanismo de protocolo.

El protocolo UDP es:

- No orientado a la conexión: no se establece una conexión previa con el otro extremo para transmitir un mensaje UDP. Los mensajes se envían sin más y éstos pueden duplicarse o llegar desordenados al destino.
- No fiable: Los mensajes UDP se pueden perder o llegar dañados.

UDP utiliza el protocolo IP para transportar sus mensajes. No añade mejora alguna en la calidad de la transferencia, aunque si incorpora los puertos de origen y destino en su formato de mensaje, el cual se muestra a continuación,

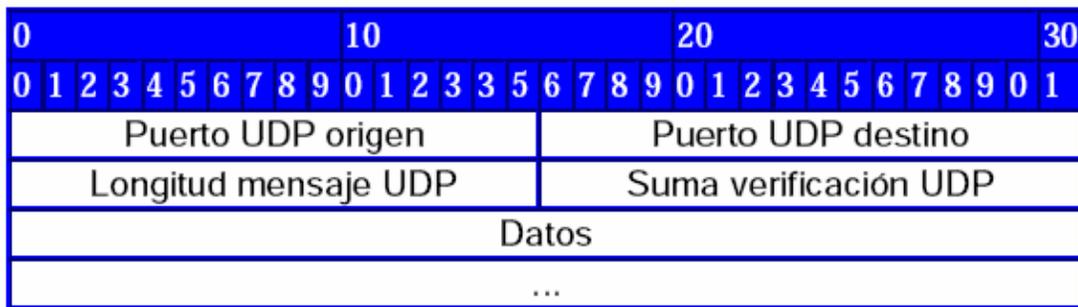


Figura 1. Cabecera del Protocolo UDP

El significado de cada uno de los campos es el siguiente:

- Puerto UDP de origen (16 bits, opcional): número de puerto de la máquina de origen.
- Puerto UDP de destino (16 bits): número de puerto de la máquina destino.
- Longitud del mensaje UDP (16 bits): especifica la longitud medida en bytes del mensaje UDP incluyendo la cabecera. La longitud mínima es de 8 bytes.
- Suma de verificación UDP (16 bits, opcional): suma de comprobación de errores del mensaje. Para su cálculo se utiliza una pseudo cabecera que también incluye las direcciones IP origen y destino. Para conocer estos datos, el protocolo UDP debe interactuar con el protocolo IP.
- Datos: aquí viajan los datos que se envían las aplicaciones. Los mismos datos que envía la aplicación origen son recibidos por la aplicación destino después de

atravesar toda la Red de redes.

Las aplicaciones estándares que utilizan UDP son:

- Protocolo de Transferencia de Ficheros Trivial (TFTP)
- Sistema de Nombres de Dominio (DNS) servidor de nombres
- Llamada a Procedimiento Remoto (RPC), usado por el Sistema de Ficheros en Red (NFS)
- Sistema de Computación de Redes (NCS)
- Protocolo de Gestión Simple de Redes (SNMP)

2.2.2.4.2 RTP (Real Time Protocol, protocolo de tiempo real)

[7] *Escribe Ricardo Marcelín y Miguel A. Rodríguez:*

El Protocolo de Transporte de Tiempo Real (RTP) proporciona servicios de entrega punto a punto de datos con características de tiempo real como audio y video interactivos. La principal tarea de RTP es el monitoreo de la tasa de entrega de datos. La mayoría de las aplicaciones utilizan RTP sobre UDP con el fin de aprovechar los servicios de multiplexión y verificación de datos (checksum). Es importante destacar que RTP no ofrece garantías sobre la calidad del servicio ni sobre el retraso de la entrega de datos, estos deben ser proporcionados por la red subyacente.

RTP utiliza los servicios del Protocolo de Control de Tiempo Real (RTCP), que se encarga de monitorear la calidad del servicio y de proporcionar información acerca de los participantes en una sesión de intercambio de datos. RTCP no está diseñado para soportar todas las necesidades de comunicación de una aplicación, solo las más básicas. RTP se encarga de transmitir periódicamente paquetes de control a todos los participantes de una sesión usando el mismo mecanismo de distribución de RTP. La

principal función de RTCP es proporcionar una retroalimentación útil para mantener una calidad de distribución adecuada, por ejemplo, se puede usar para controlar un mecanismo adaptativo de codificación que responda a las condiciones de la red. Los paquetes de RTCP se envían de modo que el tráfico en la red no aumente linealmente con el número de agentes participantes en la sesión, es decir el intervalo de envío se ajusta de acuerdo al tráfico.

La especificación completa de RTP para una aplicación debe contener los siguientes elementos:

- Una especificación del Perfil, que defina los tipos de datos a transportar y su correspondiente mapeo a códigos (codificación).
- Una especificación de Formatos, que defina como un cierto tipo de dato se transportará en RTP.

[8] *Escribe Oscar Agudelo:*

La siguiente figura muestra la cabecera (header) utilizada por el protocolo RTP

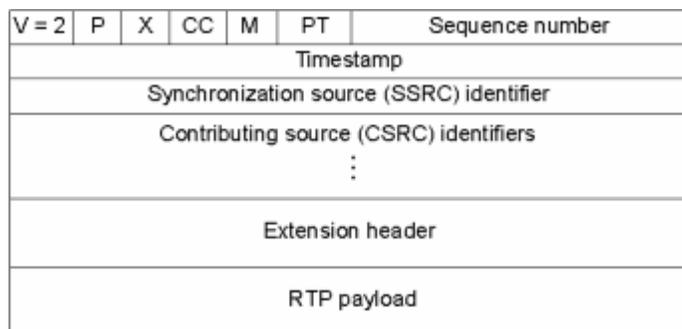


Figura 2. Cabecera del Protocolo RTP

- **V (versión), 2 bits:** Los primeros dos bits identifican la versión del protocolo.
- **P (padding), 1 bit:** El siguiente bit identifica el padding. Informa que los datos de RTP llevan un "relleno" para completar un bloque de cierto tamaño. El último byte en el mensaje UDP dice de qué tamaño es el padding

- **X (extension), 1 bit:** El bit de extensión es utilizado para indicar la presencia de un header de extensión que puede ser definido para una aplicación específica y sigue al header principal.
- **CC (CSRC count), 4 bits:** El bit X es seguido por 4 bits (CC) que cuentan el número de "fuentes contribuyentes"(nodos que generan información al mismo tiempo) incluidas en el header de RTP (en caso de que existan dichas fuentes).
- **M (marker), 1 bit:** Este bit es utilizado para indicar el frame. Por ejemplo, puede indicar el inicio de una conversación en RTP: el primer frame.
- **PT (payload type), 7 bits:** Los siguientes 7 bits indican qué tipo de dato multimedial se está transportando (payload type).
- **Sequence number, 16 bits:** El número de secuencia es utilizado para permitir al receptor de un stream RTP detectar paquetes perdidos o que lleguen en desorden.
- **Timestamp, 32 bits:** El campo de timestamp permite al receptor reproducir las muestras en los intervalos de tiempo apropiados y permite que diferentes media streams se puedan sincronizar.
- **SSRC, 32 bits:** El identificador de fuente de sincronización (SSRC) es un número de 32 bits que identifica de manera única una sola fuente en un stream RTP.
- **Lista CSRC, de 0 a 15 elementos, cada uno de 32 bits:** El identificador de fuente contribuyente (CSRC) es utilizado sólo cuando varios streams RTP pasan a través de un mezclador.

2.2.2.5 Calidad de Servicio (QoS) [9]

Calidad de servicio (QoS, "Quality of Service") es un conjunto de requisitos de servicio que la red debe cumplir para asegurar un nivel de servicio adecuado para la transmisión de los datos. Estos requisitos de servicio se basan en estándares de funcionalidad QoS.

QoS permite que los programas en tiempo real optimicen el uso del ancho de banda

de la red. La calidad de servicio asegura cierto nivel de garantía de recursos de red suficientes, ofrece a una red compartida un nivel de servicio similar al de una red dedicada.

Una garantía de QoS indica un nivel de servicio que permite que un programa transmita datos a una velocidad especificada y los entregue en un periodo de tiempo dado.

El objetivo de QoS es conseguir un sistema de entrega garantizada del tráfico de la red y métodos de diferenciación de tráfico particulares para otorgar preferencia a estos datos sensibles.

2.2.2.6 Protocolos VoIP [4]

2.2.2.6.1 H.323

H.323 fue diseñado con un objetivo principal: Proveer a los usuarios con teleconferencias que tienen capacidades de voz, video y datos sobre redes de conmutación de paquetes.

Las continuas investigaciones y desarrollos de H.323 siguen con la misma finalidad y, como resultado, H.323 se convierte en el estándar óptimo para cubrir esta clase de aspectos. Además, H.323 y la convergencia de voz, video y datos permiten a los proveedores de servicios prestar esta clase de facilidades para los usuarios de tal forma que se reducen costos mientras mejora el desempeño para el usuario.

El estándar fue diseñado específicamente con los siguientes objetivos:

- Basarse en los estándares existentes, incluyendo H.320, RTP y Q.931

- Incorporar algunas de las ventajas que las redes de conmutación de paquetes ofrecen para transportar datos en tiempo real.
- Solucionar la problemática que plantea el envío de datos en tiempo real sobre redes de conmutación de paquetes.

2.2.2.6.1.2 Componentes

H.323 establece los estándares para la compresión y descompresión de audio y vídeo, asegurando que los equipos de distintos fabricantes se intercomuniquen.

El H.323 define los siguientes componentes más relevantes:

2.2.2.6.1.2.1 Terminal

Un terminal H.323 es un extremo de la red que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real con otro terminal H.323, gateway o unidad de control multipunto (MCU). Esta comunicación consta de señales de control, indicaciones, audio, imagen en color en movimiento y /o datos entre los dos terminales. Conforme a la especificación, un terminal H.323 puede proporcionar sólo voz, voz y datos, voz y vídeo, o voz, datos y vídeo.

Un terminal H.323 consta de las interfaces del equipo de usuario, el códec de video, el códec de audio, el equipo telemático, la capa H.225, las funciones de control del sistema y la interfaz con la red por paquetes.

2.2.2.6.1.2.2 Gateway

Un gateway H.323 es un extremo que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real entre terminales H.323 en la red IP y otros terminales o gateways en una

red conmutada. En general, el propósito del gateway es reflejar transparentemente las características de un extremo en la red IP a otro en una red conmutada y viceversa.

2.2.2.6.1.2.3 Gatekeeper

El gatekeeper es una entidad que proporciona la traducción de direcciones y el control de acceso a la red de los terminales H.323, gateways y MCUs. El gatekeeper puede también ofrecer otros servicios a los terminales, gateways y MCUs, tales como gestión del ancho de banda y localización de los gateways.

El Gatekeeper realiza dos funciones de control de llamadas que preservan la integridad de la red corporativa de datos. La primera es la traslación de direcciones de los terminales de la LAN a las correspondientes IP o IPX, tal y como se describe en la especificación RAS. La segunda es la gestión del ancho de banda, fijando el número de conferencias que pueden estar dándose simultáneamente en la LAN y rechazando las nuevas peticiones por encima del nivel establecido, de manera tal que se garantice ancho de banda suficiente para las aplicaciones de datos sobre la LAN.

El Gatekeeper proporciona todas las funciones anteriores para los terminales, Gateways y MCUs, que están registrados dentro de la denominada Zona de control H.323. Además de las funciones anteriores, el Gatekeeper realiza los siguientes servicios de control:

- **Control de admisiones:** El gatekeeper puede rechazar aquellas llamadas procedentes de un terminal por ausencia de autorización a terminales o gateways particulares de acceso restringido o en determinadas franjas horarias.
- **Control y gestión de ancho de banda:** Para controlar el número de terminales H.323 a los que se permite el acceso simultáneo a la red, así como el rechazo de

llamadas tanto entrantes como salientes para las que no se disponga de suficiente ancho de banda.

- **Gestión de la zona:** Lleva a cabo el registro y la admisión de los terminales y gateways de su zona. Conoce en cada momento la situación de los gateways existentes en su zona que encaminan las conexiones hacia terminales RCC.

2.2.2.6.1.2.4 MCU

La Unidad de Control Multipunto está diseñada para soportar la conferencia entre tres o más puntos, bajo el estándar H.323, llevando la negociación entre terminales para determinar las capacidades comunes para el proceso de audio y vídeo y controlar la multidifusión.

2.2.2.6.1.2.5 Controlador Multipunto

Un controlador multipunto es un componente de H.323 que provee capacidad de negociación con todos los terminales para llevar a cabo niveles de comunicaciones. También puede controlar recursos de conferencia tales como multicasting de vídeo. El Controlador Multipunto no ejecuta mezcla o conmutación de audio, vídeo o datos.

2.2.2.6.1.2.6 Procesador Multipunto

Un procesador multipunto es un componente de H.323 de hardware y software especializado, mezcla, conmuta y procesa audio, vídeo y / o flujo de datos para los participantes de una conferencia multipunto de tal forma que los procesadores del terminal no sean pesadamente utilizados. El procesador multipunto puede procesar un flujo medio único o flujos medio múltiples dependiendo de la conferencia soportada.

2.2.2.6.1.2.7 Proxy H.323

Un proxy H.323 es un servidor que provee a los usuarios acceso a redes seguras de unas a otras confiando en la información que conforma la recomendación H.323. El Proxy H.323 se comporta como dos puntos remotos H.323 que envían mensajes call – set up, e información en tiempo real a un destino del lado seguro del firewall.

2.2.2.6.1.3 Pila de Protocolos para H.323

A continuación se explican los protocolos más significativos para H.323:

- **RTP/RTCP (Real-Time Transport Protocol / Real-Time Transport Control Protocol)**

Protocolos de transporte en tiempo real que proporcionan servicios de entrega punto a punto de datos.

- **RAS (Registration, Admission and Status)**

Sirve para registrar, control de admisión, control del ancho de banda, estado y desconexión de los participantes.

- **H225.0**

Protocolo de control de llamada que permite establecer una conexión y una desconexión.

- **H.245**

Protocolo de control utilizado en el establecimiento y control de una llamada.

En concreto presenta las siguientes funcionalidades:

1) Intercambio de capacidades: Los terminales definen los códecs de los que disponen y se lo comunican al otro extremo de la comunicación.

2) Apertura y cierre de canales lógicos: Los canales de audio y video H.323 son punto a punto y unidireccionales. Por lo tanto, en función de las capacidades negociadas, se tendrán que crear como mínimo dos de estos canales. Esto es responsabilidad de H.245.

3) Control de flujo cuando ocurre algún tipo de problema.

4) Multitud de otras pequeñas funciones.

- **Q.931: (Digital Subscriber Signalling)**

Este protocolo se define para la señalización de accesos RDSI básico.

- **RSVP (Resource ReSerVation Protocol)**

Protocolo de reserva de recursos en la red para cada flujo de información de usuario

- **T.120**

La recomendación T.120 define un conjunto de protocolos para conferencia de datos

2.2.2.6.1.4 Señalización

La función de señalización está basada en la recomendación H.225, que especifica el uso y soporte de mensajes de señalización Q.931/Q932. Las llamadas son enviadas sobre TCP por el puerto 1720. Sobre este puerto se inician los mensajes de control de llamada Q.931 entre dos terminales para la conexión, mantenimiento y desconexión de llamadas.

2.2.2.6.2 SIP

El protocolo SIP (Session Initiation Protocol) fue desarrollado por el grupo MMUSIC (Multimedia Session Control) del IETF, definiendo una arquitectura de señalización y control para VoIP.

El propósito de SIP es la comunicación entre dispositivos multimedia. SIP hace posible esta comunicación gracias a dos protocolos que son RTP/RTCP y SDP.

El protocolo RTP se usa para transportar los datos de voz en tiempo real (igual que para el protocolo H.323), mientras que el protocolo SDP se usa para la negociación de las capacidades de los participantes, tipo de codificación, etc.

SIP fue diseñado de acuerdo al modelo de Internet. Es un protocolo de señalización extremo a extremo que implica que toda la lógica es almacenada en los dispositivos finales. El estado de la conexión es también almacenado en los dispositivos finales. Esta capacidad de distribución y su gran escalabilidad genera una sobrecarga en la cabecera de los mensajes producto de tener que enviar toda la información entre los dispositivos finales.

SIP es un protocolo de señalización a nivel de aplicación para establecimiento y gestión de sesiones con múltiples participantes. Se basa en mensajes de petición y respuesta y reutiliza muchos conceptos de estándares anteriores como HTTP y SMTP.

2.2.2.6.2.1 Componentes

SIP soporta funcionalidades para el establecimiento y finalización de las sesiones multimedia: localización, disponibilidad, utilización de recursos, y características de

negociación.

Para implementar estas funcionalidades, existen varios componentes distintos en SIP. Existen dos elementos fundamentales, los agentes de usuario (UA) y los servidores.

1) User Agent (UA): consisten en dos partes distintas, el User Agent Client (UAC) y el User Agent Server (UAS). Un UAC es una entidad lógica que genera peticiones SIP y recibe respuestas a esas peticiones. Un UAS es una entidad lógica que genera respuestas a las peticiones SIP.

Ambos se encuentran en todos los agentes de usuario, así permiten la comunicación entre diferentes agentes de usuario mediante comunicaciones de tipo cliente-servidor.

2) Los servidores SIP pueden ser de tres tipos:

a) Proxy Server: retransmiten solicitudes y deciden a qué otro servidor deben remitir, alterando los campos de la solicitud en caso necesario. Es una entidad intermedia que actúa como cliente y servidor con el propósito de establecer llamadas entre los usuarios. Existen dos tipos de Proxy Servers: Statefull Proxy y Stateless Proxy.

- Statefull Proxy: mantienen el estado de las transacciones durante el procesamiento de las peticiones.
- Stateless Proxy: no mantienen el estado de las transacciones durante el procesamiento de las peticiones, únicamente reenvían mensajes.

b) Registrar Server: es un servidor que acepta peticiones de registro de los usuarios y guarda la información de estas peticiones para suministrar un servicio de localización y traducción de direcciones en el dominio que controla.

c) **Redirect Server:** es un servidor que genera respuestas de redirección a las peticiones que recibe. Este servidor reencamina las peticiones hacia el próximo servidor.

2.2.2.6.2.2 Mensajes SIP

SIP es un protocolo textual que usa una semántica semejante a la del protocolo HTTP. Los UAC realizan las peticiones y los UAS retornan respuestas a las peticiones de los clientes. SIP define la comunicación a través de dos tipos de mensajes. Las solicitudes (métodos) y las respuestas (códigos de estado) emplean el formato de mensaje genérico establecido en el RFC 2822 , que consiste en una línea inicial seguida de uno o más campos de cabecera (headers), una línea vacía que indica el final de las cabeceras, y por último, el cuerpo del mensaje que es opcional.

2.2.2.6.2.2.1 Métodos SIP

Las peticiones SIP son caracterizadas por la línea inicial del mensaje, llamada Request-Line, que contiene el nombre del método, el identificador del destinatario de la petición (Request-URI) y la versión del protocolo SIP. Existen seis métodos básicos SIP (definidos en RFC 254) que describen las peticiones de los clientes:

- **INVITE:** Permite invitar un usuario o servicio para participar en una sesión o para modificar parámetros en una sesión ya existente.
- **ACK:** Confirma el establecimiento de una sesión.
- **OPTION:** Solicita información sobre las capacidades de un servidor.
- **BYE:** Indica la terminación de una sesión.
- **CANCEL:** Cancela una petición pendiente.
- **REGISTER:** Registrar al User Agent.

Sin embargo, existen otros métodos adicionales que pueden ser utilizados, publicados en otros RFCs como los métodos INFO, SUBSCRIBER.

2.2.2.6.2.2.2 Respuestas (Códigos de estado) SIP

Después de la recepción e interpretación del mensaje de solicitud SIP, el receptor del mismo responde con un mensaje. Este mensaje, es similar al anterior, difiriendo en la línea inicial, llamada Status-Line, que contiene la versión de SIP, el código de la respuesta (Status-Code) y una pequeña descripción (Reason-Phrase). El código de la respuesta está compuesto por tres dígitos que permiten clasificar los diferentes tipos existentes. El primer dígito define la clase de la respuesta.

Código Clases

1xx - Mensajes provisionales.

2xx - Respuestas de éxito.

3xx - Respuestas de redirección.

4xx - Respuestas de fallo de método.

5xx - Respuestas de fallos de servidor.

6xx - Respuestas de fallos globales.

2.2.2.6.2.3 Cabecera

Las cabeceras se utilizan para transportar información necesaria a las entidades SIP. A continuación, se detallan los campos:

- **Via:** Indica el transporte usado para el envío e identifica la ruta del request, por ello cada proxy añade una línea a este campo.
- **From:** Indica la dirección del origen de la petición.
- **To:** Indica la dirección del destinatario de la petición.

- **Call-Id:** Identificador único para cada llamada y contiene la dirección del host. Debe ser igual para todos los mensajes dentro de una transacción.
- **Cseq:** Se inicia con un número aleatorio e identifica de forma secuencial cada petición.
- **Contact:** Contiene una (o más) dirección que pueden ser usada para contactar con el usuario.
- **User Agent:** Contiene el cliente agente que realiza la comunicación.

2.2.2.6.2.4 Direccionamiento

Una de las funciones de los servidores SIP es la localización de los usuarios y resolución de nombres. Normalmente, el agente de usuario no conoce la dirección IP del destinatario de la llamada, sino su e-mail.

Las entidades SIP identifican a un usuario con las SIP URI (Uniform Resource Identifiers) definido en el RFC 2396. Una SIP URI tiene un formato similar al del e-mail, consta de un usuario y un dominio delimitado por una @, como muestra los siguientes casos:

usuario@dominio, donde dominio es un nombre de dominio completo.

usuario@equipo, donde equipo es el nombre de la máquina.

usuario@dirección_ip, donde dirección_ip es la dirección IP del dispositivo.

número_teléfono@gateway, donde el gateway permite acceder al número de teléfono a través de la red telefónica pública.

La solución de identificación de SIP, también puede ser basada en el DNS descrito en el RFC 3263, donde se describen los procedimientos DNS utilizados por los clientes para traducir una SIP URI en una dirección IP, puerta y protocolo de transporte utilizado, o por los servidores para retornar una respuesta al cliente en caso de que la

petición falle.

2.2.2.6.3 IAX

El protocolo IAX se corresponde con Inter-Asterisk eXchange protocol. Como indica su nombre fue diseñado como un protocolo de conexiones VoIP entre servidores Asterisk aunque hoy en día también sirve para conexiones entre clientes y servidores que soporten el protocolo.

La versión actual es IAX2 ya que la primera versión de IAX ha quedado obsoleta Es un protocolo diseñado y pensado para su uso en conexiones de VoIP aunque puede soportar otro tipo de conexiones (por ejemplo video)

Los objetivos de IAX son:

- Minimizar el ancho de banda usado en las transmisiones de control y multimedia de VoIP
- Evitar problemas de NAT (Network Address Translation)
- Soporte para transmitir planes de marcación

Entre las medidas para reducir el ancho de banda cabe destacar que IAX o IAX2 es un protocolo binario en lugar de ser un protocolo de texto como SIP y que hace que los mensajes usen menos ancho de banda.

Para evitar los problemas de NAT el protocolo IAX o IAX2 usa como protocolo de transporte UDP, normalmente sobre el puerto 4569,(el IAX1 usaba el puerto 5036), y tanto la información de señalización como los datos viajan conjuntamente (a diferencia de SIP) y por tanto lo hace menos proclive a problemas de NAT y le permite pasar los routers y firewalls de manera más sencilla.

2.2.2.6.3.1 Tipos de Trama

Los mensajes o tramas que se envían en IAX2 son binarios y por tanto cada bit o conjunto de bits tiene un significado. Existen dos tipos de mensajes principalmente:

A) Tramas F o Full Frames

La particularidad de las tramas o mensajes F es que deben ser respondidas explícitamente. Es decir cuando un usuario manda a otro una trama F (full frame) el receptor debe contestar confirmando que ha recibido ese mensaje. Estas tramas son las únicas que deben ser respondidas explícitamente.

A continuación se muestra el formato de una trama F o full frame de IAX2.

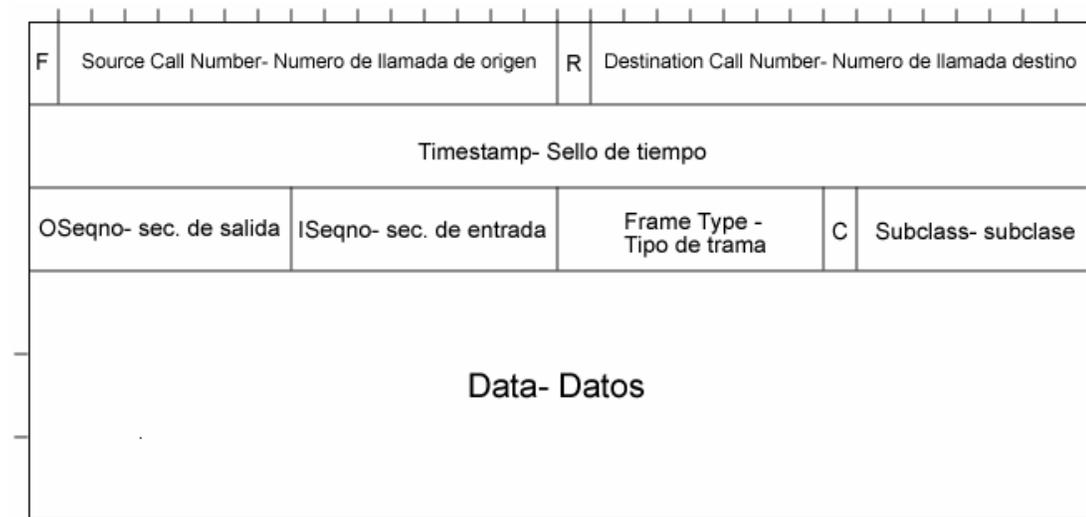


Figura 3. Trama F del Protocolo IAX2

El significado de cada uno de los campos es el siguiente:

- **F:** Un bit que indica si la trama es F (full frame) o no. Para que sea F o full frame

debe estar puesta a 1.

- **Source Call Number - Número de llamada de origen:** 15 bits que identifican la conversación de origen ya que puede haber varias comunicaciones multiplexadas por la misma línea.
- **R:** Bit de retransmisión. Se pone a uno cuando la trama es retransmitida.
- **Destination Call Number - Número de llamada destino:** lo mismo que el de origen pero para identificar el destino.
- **Timestamp o sello de tiempo:** para marcar el tiempo en cada paquete
- **OSeqno - secuencia de salida:** Número de secuencia de salida con 8 bits. Comienza en 0 y se va incrementándose cada mensaje.
- **ISeqno - secuencia de entrada:** Lo mismo para la entrada.
- **Frame Type - tipo de trama:** Indica la clase de trama de que se trata
- **C:** Puesto a 0 indica que el campo subclase debe tomarse como 7 bits (un solo mensaje): Puesto a 1 indica que el campo subclase se obtiene con 14 bits (dos mensajes consecutivos).
- **Subclase:** Subclase del mensaje.
- **Data:** datos que se envían en formato binario.

B) Tramas M o Mini Frames

Las tramas M o mini frames para mandar la información con la menor información posible en la cabecera. Estas tramas no tienen que ser respondidas y si alguna de ellas se pierde se descarta sin más.

El formato binario de las tramas M o mini frames es el siguiente:

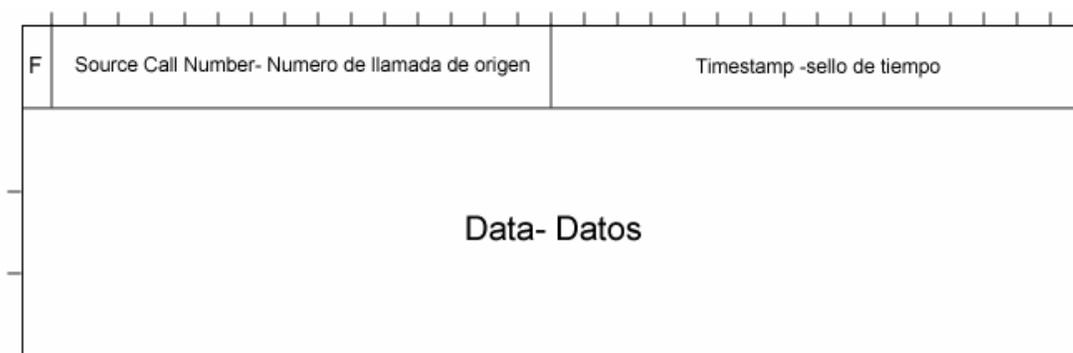


Figura 4. Trama M del protocolo IAX2

El significado de los campos es similar al de las tramas F o full frame. En este caso el bit F está puesto a 0 y el sello de tiempo o Timestamp está truncado y solo tiene 16 bits para aligerar la cabecera. Son los clientes los que deben encargarse de llevar un timestamp de 32 bits si lo desean y para sincronizarlo mandar una trama F.

2.3 Asterisk

2.3.1 Concepto de Asterisk [3]

Asterisk es una central telefónica IP por software (PBX) basado en el concepto de software libre. Es promovido por la empresa Digium Inc. la cual invierte en el desarrollo del código fuente y en hardware de telefonía de bajo costo compatible con Asterisk. El Asterisk permite conectividad en tiempo real entre las redes PSTN y redes VoIp, además funciona en plataforma Linux y otras plataformas Unix.

2.3.2 Características [3]

El Asterisk ofrece un variado y flexible paquete de características. Asterisk ofrece funcionalidades básicas PBX y características más avanzadas, así como también interopera con sistemas básicos de telefonía estándares y sistemas VoIP, además provee otras características como conferencias, llamada en espera y grabación de

llamadas.

Se pueden crear distintas funcionalidades mediante el propio lenguaje de Asterisk o módulos escritos en lenguaje de programación C o mediante scripts AGI (Interfaz de gateway para Asterisk) escritos en Perl o en otros lenguajes.

Algunas de las funciones o características del Asterisk son las siguientes:

- Receptor de alarma
- Asistente Automatizado
- Autenticación
- Listas negras
- Grabación de llamadas
- Monitoreo de llamadas
- Llamadas en espera
- Recuperación de llamadas
- Guía de llamadas
- Transferencia de llamadas
- Identificación de usuarios
- Conferencias
- Integración de base de datos
- Marcado por nombre
- Lógica flexible de la extensión
- Lista de directorio interactivo
- Respuesta de voz interactivo
- Mensajes SMS
- Detección de conversaciones

2.3.3 Ventajas de Asterisk [3]- [10]

Proporciona todas las funcionalidades de las grandes centrales telefónicas propietarias como buzones de voz, IVR (unidad de respuesta automática), etc, y ofrece algunas posibilidades y servicios no disponibles en la mayoría de ellos (grabación de llamadas, extensiones remotas, entre otros).

Asterisk ofrece una gran cantidad de ventajas tales como,

- **Reducción de costos**

No solo por ser un sistema de código abierto (Open Source) sino a gracias a su arquitectura hardware: utiliza plataforma servidor estándar (de propósito no específico) y tarjetas PCI para las interfaces de telefonía, que por la competencia del mercado han disminuido sus precios progresivamente.

- **Funcionalidad**

Asterisk dispone de todas las funcionalidades de las grandes centrales propietarias (Cisco, Avaya, Alcatel, NEC, Siemens, etc). Desde las más básicas (desvíos, captura de llamada, transferencia de llamada, multi-conferencias) hasta las más avanzadas (Buzones de voz, IVR).

- **Escalabilidad**

El sistema puede dar servicio a un grupo pequeño de usuarios en una sede de una pequeña empresa, como a una gran cantidad de usuarios de una multinacional repartidos en múltiples sedes, gracias a la conexión directa de varias PBX Asterisk.

- **Interoperabilidad y Flexibilidad**

Asterisk ha incorporado la mayoría de estándares de telefonía del mercado, tanto los tradicionales (TDM) con el soporte de puertos de interfaz analógicos (FXS y FXO), como los de telefonía IP (SIP, H.323, MGCP, SCCP/Skinny). Esto permite conectarse a las redes públicas de telefonía tradicional e integrarse fácilmente con centrales tradicionales (no IP) y otras centrales IP.

- **Control del Sistema de Telefonía**

Permite la independencia de configuración de la PBX, total libertad e interfaces estándares, gracias a la plataforma Linux que a fin de cuentas es totalmente libre.

2.3.4 Arquitectura del Asterisk [3]

Asterisk está cuidadosamente desarrollado para máxima flexibilidad. APIs (Interfaz de Programación de Aplicaciones) específicos son definidos en un sistema central PBX. Este centro avanzado maneja interconexión interna del PBX, por protocolos específicos, codecs en interfaces de hardware de aplicaciones de telefonía. Esto le permite al Asterisk utilizar cualquier hardware conveniente y tecnología disponible, ahora o en el futuro para realizar sus funciones esenciales, conectando hardware y aplicaciones.

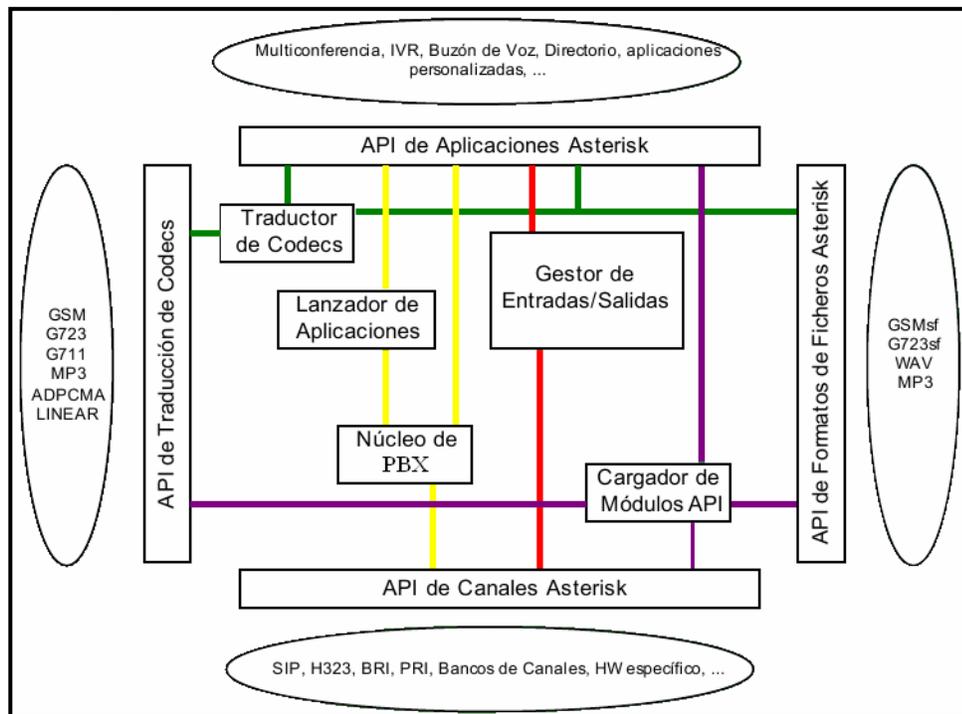


Figura 5. Arquitectura Básica de Asterisk

La figura 5 muestra la arquitectura básica de Asterisk. A continuación se explicarán los conceptos relacionados de la arquitectura de la PBX Asterisk.

2.3.4.1 Módulos de la Arquitectura de Asterisk

El Asterisk maneja los siguientes módulos:

2.3.4.1.1 Núcleo de PBX

La esencia del Asterisk, por supuesto es un sistema de conmutación de intercambio de rama privada (PBX), conectando llamadas entre varios usuarios y tareas automatizadas. La base de la conmutación conecta a los usuarios llegando a varios softwares y hardware de interfaz.

2.3.4.1.2 Lanzador de Aplicaciones

Ejecuta aplicaciones que mejoran servicios para usos tales como voicemail (llamada en mail) y lista de directorio. Más allá de las aplicaciones en la versión central existen aplicaciones que pueden ser agregadas a partir de archivos asterisk-addons (adiciones de Asterisk).

2.3.4.1.3 Codecs y Traductor de Codecs

Usa módulos de codecs para codificar y decodificar varios formatos de compresión de audio usados en la industria de la telefonía. Logrando así un menor uso de ancho de banda.

Asterisk soporta los siguientes codecs:

- a) G.711 ley u (usado en EUA)
- b) G.711 ley a (usado en Europa)
- c) G.723.1
- d) G.726
- e) G.729
- f) GSM
- g) iLBC
- h) LPC10
- i) Speex

2.3.4.1.4 Gestor de Entradas/Salidas

Maneja organización de tareas de bajo nivel y sistemas de operación para un óptimo rendimiento bajo cualquier condición de carga.

2.3.4.1.5 Cargador de Módulos API

Cuatro APIs están definidos por módulos cargables, facilitando el hardware y la utilización del protocolo. Usando este sistema API, la base del Asterisk no tiene que preocuparse de detalles como por ejemplo: que llamada está entrando o que codecs está usando actualmente.

- **Canal API:** el canal API maneja el tipo de conexión al cual el cliente está llegando, sea una conexión VoIP, ISDN, o algún otro tipo de tecnología. Módulos dinámicos son cargados para manejar los detalles más bajos de la capa de estas conexiones.

- **Aplicación API:** esta aplicación permite a varios módulos de tareas cumplir varias funciones, conferencias, lista de directorios, voicemail en la línea de transmisión de datos, y cualquier otra tarea..
- **Traductor del Codec API:** su función es cargar módulos de codecs para apoyar varios tipos de audio, codificando y decodificando formatos tales como gsm, ley u, ley a e incluso mp3.
- **Formato de Archivo API:** maneja la lectura y escritura de varios formatos de archivos para el almacenaje de datos en el sistema de archivos.

La fórmula modular es lo que le permite al Asterisk integrar hardware de telefonía existentes y tecnología de paquetes de voz emergentes hoy en día.

Los módulos API permiten el uso flexible de aplicaciones modulares para realizar cualquier acción en demanda, también provee la posibilidad de desarrollo de nuevas aplicaciones para satisfacer necesidades específicas.

2.3.4.1.6 Canales

Un canal es equivalente a una línea telefónica en la forma de un circuito de voz digital. Este generalmente consiste de un señal analógica en sistema PSTN o alguna combinación de CODEC y protocolos de señalización (GSM con SIP, Ley u con IAX). En un principio las conexiones de telefonía eran siempre analógicas y por ende más susceptibles a ruidos y a ecos. Más recientemente, buena parte de la telefonía evolucionó al sistema digital, donde la señal analógica es codificada en forma digital usando generalmente PCM. Esto permite que un canal de voz sea codificado en 64 Kbps sin ser compactado.

- **Canales para la Red pública de Telefonía**

Digium zaptel. **chan_zap:**

- TE410P - 4xE1/T1 (PCI-X 3,3V)
- TE412P - 4xE1/T1 (PCI-X 3,3V) con supresión de eco
- T405P - 4xE1/T1 (PCI-X 5V)
- TE407P - 4xE1/T1 (PCI-X 5V) con supresión de eco
- TE205P - 2xE1/T1 (PCI-X 5V)
- TE207P - 4xE1/T1 (PCI-X 5V) con supresión de eco
- TE210P - 4xE1/T1 (PCI-X 3,3V)
- TE212P - 4xE1/T1 (PCI-X 3,3V) con supresión de eco
- TE110P - 1xE1/T1 (PCI-X 3,3-5V)
- B410P - 4x ISDN BRI
- TDM400P - 4 puertas analógicas FXS o FXO
- TDM800P - 8 puertas analógicas FXS o FXO
- TDM2400 - 24 puertas analógicas FXS o FXO

Otros canales para la red pública:

chan_phone: Tarjetas quicknet phonejack y linejack.

chan-misdn, chan_visdn, chan_capi: Tarjetas ISDN (Eicon, Beronet, Junghanns).

chan_unicall: Tarjetas Digium con señalización MFC/R2.

chan_ss7: Tarjetas Digium con señalización 7 (ISUP).

chan_bluetooth: Permite el uso de dispositivos Bluetooth.

Canales para Voz sobre IP:

chan_sip: Session Initiation Protocol.

chan_iax: Inter-Asterisk Exchange Protocol 2.

chan_h323: ITU H.323.

chan_mgcp: IETF MGCP.

chan_sccp: Cisco SCCP.

Canales internos para Asterisk:

chan_agent: Un canal de agente DAC. Dial String (Agent/agentnumber).

chan_console: Cliente de consola de Linux, driver para placas de sonido (OSS o

ALSA). Dial string: console/dsp.

chan_local: Pseudo canal. Hace un “loop” en el plan de discado. Dial string: local/extension@context

2.3.4.1.7 Protocolos

Es preciso un protocolo de señalización para establecer conexiones, determinar el punto de destino, además de aspectos relacionados con la telefonía como el tono y tiempo de repique, identificador de llamadas, desconexión, etc. Asterisk soporta:

- SIP
- H323
- IAX v1 y v2
- MGCP
- SCCP (Cisco Skinny)

2.3.5 Esquema General

Asterisk es una PBX híbrido que integra tecnologías como TDM y telefonía IP con funcionalidad de unidades de respuesta y distribución automática de llamadas. En la figura 6 se puede observar que Asterisk se puede interconectar con operadoras de telecomunicaciones o una PBX con el uso de interfaces analógicas o digitales.

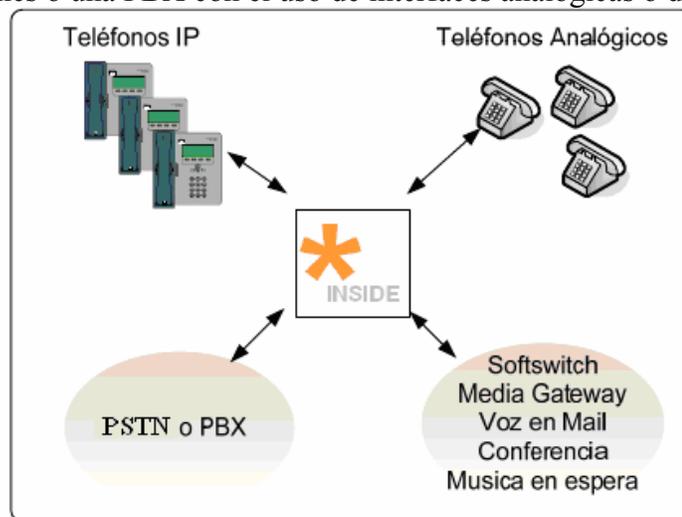


Figura 6. Esquema General de Asterisk

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DEL AMBIENTE TÉCNICO EXISTENTE Y ESTUDIO DEL TRÁFICO GENERADO POR LA RED INTERNA TELEFÓNICA DEL MINISTERIO

3.1 Análisis Del Ambiente Técnico Existente del Ministerio

El ministerio cuenta con 2 centrales telefónicas, una de ellas Analógica/Digital y otra IP, las cuales trabajan sin integración alguna.

Las extensiones conectadas a la PBX Analógica/Digital están configuradas con 4 dígitos y las extensiones de la PBX IP con 3 dígitos.

Ambas centrales tienen configurado el número 9 para la comunicación con la PSTN de CANTV marcando luego el número telefónico deseado. Esta configuración se debe mantener, en beneficio de los usuarios del ministerio, además de la facilidad y rapidez del enrutamiento de las llamadas.

3.1.1 Estado de las Comunicaciones del Ministerio

3.1.1.2 Comunicación NEC con CANTV

La comunicación con la PSTN se realiza a través de 27 líneas telefónicas, las cuales llegan al MDF del ministerio y de allí se conectan con la PBX NEC.

3.1.1.3 Comunicación NEC/Asterisk

Esta comunicación se lleva a cabo utilizando como intermediador la PSTN de CANTV, lo que representa un gasto innecesario para el ministerio. No posee

integración alguna.

3.1.1.4 Comunicación Asterisk con CANTV

Se utiliza 1 tarjeta que provee 4 interfaces FXS (permite la comunicación con la red pública) y 4 FXO (utilizada para conectar dispositivos como teléfonos, faxes, etc.), la cual es una interfaz adecuada para la interconexión del Asterisk con líneas troncales analógicas. Igualmente llegan al MDF del ministerio y son conectadas luego a la PBX IP.

La comunicación entre Asterisk y CANTV se pretende realizarla con un E1. El estudio de la factibilidad de esta conexión se explicará a continuación.

3.2 Estudio Del Tráfico Generado Por La Red Interna Telefónica Del Ministerio

Este estudio se dividirá en 2 fases, las cuales consistirán en el estudio del tráfico generado por las PBXs NEC y Asterisk por separados.

3.2.1 Tráfico Generado por la PBX Asterisk

Actualmente la cantidad de líneas telefónicas IP que posee el ministerio son 35 y se estima que al finalizar el proyecto aumente a 60 líneas IP, por lo tanto el estudio del tráfico generado por la PBX Asterisk se realizará bajo las siguientes estimaciones, las cuales fueron acordadas en un plan de trabajo por parte de la Oficina de Tecnologías de la Información.

Números de usuarios IP: 60

Número de llamadas por hora: 3

Duración en segundos de cada llamada: 180

Utilizando la unidad de tráfico internacional denominada Erlang, la cual se calcula con la siguiente fórmula,

$$A = \frac{N^{\circ} \text{ Usuarios} \times N^{\circ} \text{ llamadas por hora} \times \text{duración de llamada (seg)}}{3600}$$

$$A = \frac{60 \times 3 \times 180}{3600} = 9 \text{ Erlangs}$$

Una vez calculado los erlangs, se procede a buscar en la tabla de tráfico de Erlang B, con su respectivo grado de servicio, la cantidad de líneas telefónicas necesarias:

N/B	Maximum Offered Load Versus B and N											
	B is in %											
	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.596
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514	8.191
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856	9.800
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213	11.42
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58	13.05
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.685	11.95	14.68
11	2.722	3.329	3.651	4.610	5.160	5.842	7.076	8.487	9.691	10.86	13.33	16.31
12	3.207	3.878	4.231	5.279	5.876	6.615	7.950	9.474	10.78	12.04	14.72	17.95
13	3.713	4.447	4.831	5.964	6.607	7.402	8.835	10.47	11.87	13.22	16.11	19.60
14	4.239	5.032	5.446	6.663	7.352	8.200	9.730	11.47	12.97	14.41	17.50	21.24
15	4.781	5.634	6.077	7.376	8.108	9.010	10.63	12.48	14.07	15.61	18.90	22.89

Figura 7. Trafico Erlang B Generado por la PBX NEC
Fuente: http://www. Ittc.ku.edu/EECS/EECS_863.frost/erlang-table.pdf

Para un grado de servicio de 5 %, es decir, 95 % de llamadas libres de bloqueo (eficaces) serán necesarios 14 canales telefónicos.

Para un grado de servicio de 10 %, serán necesarios 12 canales telefónicos.

Según la Recomendación E.426, un nivel elevado de intentos de llamada eficaces está por encima del 60%. Por lo tanto los grados de servicios con los cuales se dimensionó el sistema cumplen a cabalidad dicha recomendación.

La PBX Asterisk se pretende que cuente con una troncal E1 para su conexión con la PSTN de CANTV, la cual proporcionará 15 canales entrantes y 15 salientes, por lo cual para el tráfico generado por la PBX Asterisk dichos canales son más que suficientes para soportar la carga telefónica generada por los teléfonos IP.

3.2.2 Tráfico Generado por la PBX NEC

La cantidad de usuarios (líneas telefónicas analógicas o digitales) que posee el ministerio es de 89.

La fórmula de Erlang se puede calcular también de la siguiente manera, una vez que se está en capacidad de determinar las llamadas realizadas por los usuarios y sus características, como duración y tráfico generado por día,

$$A = \frac{N^{\circ} \text{ llamadas en hora pico} \times \text{duración de llamada (seg)}}{3600}$$

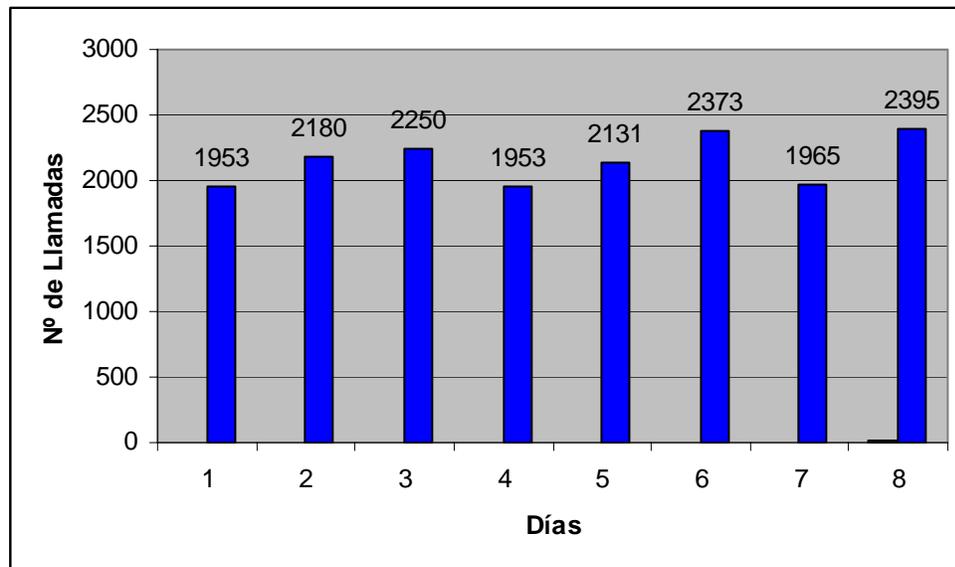


Gráfico 1. Número de Llamadas por Día Generadas por la PBX NEC

Las estadísticas promediaron un total de 2150 llamadas por día con una duración promedio de cada llamada de 200 segundos (3:20 min).

En los días 1, 2 y 3 también se observó que la hora donde se realizaban más llamadas resultó ser las 11am, la siguiente grafica corresponde a este estudio.

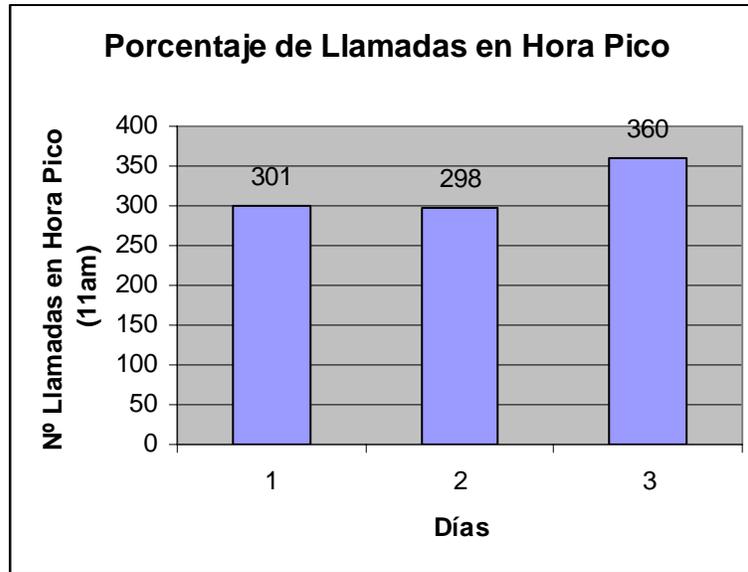


Gráfico 2. Porcentaje de Llamadas en Hora Pico Generadas por la PBX NEC

En el 1er día hubo en total 1953, a las 11am 301 llamadas, lo cual representa un 15,41%.

En el 2do día, 2180 llamadas en total, 298 llamadas a las 11am, lo que es igual a un 13,66%.

En el 3er día, 2250 llamadas en total, 360 llamadas a las 11am, arrojando un 16%.

Asumiendo que las llamadas en hora pico son el 15% de las llamadas diarias totales, se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{Nº llamadas en hora pico} &= 2150 \times 0,15 = 322,5 \\ \text{Nº llamadas en hora pico} &= 322 \end{aligned}$$

Con estos datos se procede a calcular el tráfico telefónico en Erlangs:

$$A = \frac{322 \times 200}{3600} = 17,89 \text{ Erlangs}$$

Una vez calculado los erlangs, se procede a buscar en la tabla de tráfico de Erlang B, con su respectivo grado de servicio, la cantidad de líneas telefónicas necesarias:

Para un grado de servicio de 5 % serán necesarios 23 canales telefónicos.

Para un grado de servicio de 10 %, serán necesarios 20 canales telefónicos.

La PBX NEC cuenta con 27 líneas telefónicas las cuales se pretende que sean utilizadas únicamente para las llamadas salientes. Por lo tanto, para ofrecer un buen servicio telefónico a los usuarios del ministerio, estas 27 líneas son más que suficientes.

Basados en los resultados anteriores, se concluye que es innecesario la adición de las 50 líneas telefónicas que se pretendían instalar a la PBX NEC, ya que sería una inversión no factible y poco o nada eficiente desde el punto de vista técnico y económico.

CAPÍTULO IV

CONEXIÓN ASTERISK CON CANTV A TRAVÉS DE UN E1

CANTV maneja como señalización entre sus centrales SS7 (Señalización # 7) y para el usuario final la señalización utilizada es MFCR2, por lo tanto el Asterisk debe soportar esta señalización.

La tarjeta utilizada para la señalización MFCR2 es la misma que para la señalización ISDN. Esta tarjeta posee dentro del código del canal zapata (canal destinado para la comunicación con la red pública) señalización MFR2, pero de acuerdo con Mark Spencer (creador de Asterisk) está lejos de ser implementado. Para que Asterisk soporte MFCR2 se debe usar el **driver Unicall**.

4.1 Selección de la Tarjeta para la Comunicación de Asterisk y CANTV a Través de un E1

Se adquirió la tarjeta TE205P, debido a que utiliza un bus PCI común de 5 voltios, la cual es compatible con el servidor donde será instalada y proporciona 2 interfaces para la conexión de 2 E1.

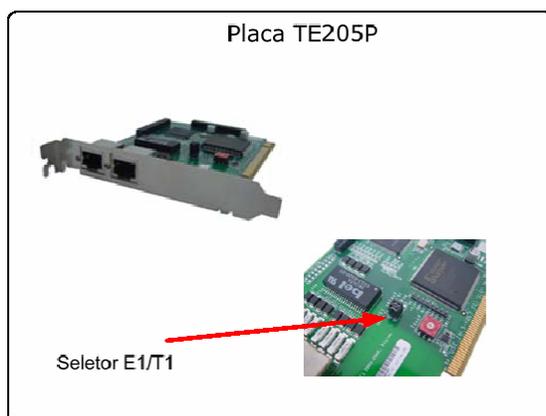


Figura 8. Tarjeta TE205P

4.2 Controlador (Driver) Unicall

El controlador **Unicall** fue desarrollado por Steve Underwood y es distribuido gratuitamente, no es parte de Asterisk y no es soportado por Digium Inc. Fue desarrollado en base al canal zaptel (chan_zap). Este driver da soporte de MFCR2 a Asterisk.

La cadena de comunicaciones de Zaptel usualmente funciona así:

PSTN- tarjeta zaptel- driver zaptel- libpri- chan-zap- Asterisk,

pero con MFC/R2 es utilizada una nueva librería de abstracción llamada libunicall, que provee de una nueva interfaz unificada de manejo de llamadas (unified call handling interface, unicall). La secuencia de comunicación es ligeramente diferente:

PSTN- tarjeta zaptel- driver zaptel- libmfc2- libunicall- chan-unicall- Asterisk

4.3 Instalación y Compilación de Asterisk con Soporte Unicall

4.3.1 Características del Servidor

El Asterisk será instalado en un servidor cuyas características se presentarán a continuación:

- Servidor HP Compaq Proliant 380DL
- 2 procesadores Intel Xeon 3,6 Ghz
- 2 Gb de memoria RAM
- 2 Discos SCSI en arreglo RAID 1

4.3.2 Sistema Operativo

El sistema operativo utilizado para este proyecto fue la siguiente distribución de GNU/Linux:

- GNU/Linux Slackware 11, esta distribución aprovecha mucho más el procesamiento del servidor que ninguna otra
- Kernell (núcleo) 2.6.21.3 SMP (Symetric Multi Process)

4.3.3 Sistemas Básicos de la PBX

Para la instalación y correcto funcionamiento de Asterisk se deben descargar los siguientes paquetes, los cuales serán descritos a continuación:

- **Asterisk 1.4.2:** es el paquete básico del asterisk, incluye creación de extensiones, envío de mensajes de voz a e-mail, llamadas en conferencia, menus de voz interactivos y distribución automática de llamadas.
- **Asterisk Sound 1.2.1:** este paquete aporta sonidos y frases en diferentes idiomas.
- **Libpri 1.4.1:** librería delegada a dar soporte para conexiones digitales.
- **Zaptel 1.4.3:** es el paquete que brinda soporte para hardware. Contiene los módulos para las tarjetas Digium, encargadas de interconectar sistemas tradicionales de la telefonía con la tecnología Voz sobre IP.
- **Asterisk-addon 1.4.2:** son complementos y añadidos del paquete Asterisk.
- **SpanDsp 0.0.3:** paquete que contiene las herramientas que permite capturar un Fax y convertirlo en un archivo .TIF
- **Libsupertone 0.0.2:** librería encargada de la generación y detección de tonos de supervisión (tono de ocupado, de desconexión, etc.). Esta acción se puede realizar por medio de indications.conf, siendo esta menos completa que libsupertone
- **Libunicall 0.0.3:** contiene las librerías de Unicall que proveen una interfaz

codificada para el manejo de llamadas.

- **Libmfer 0.0.3:** contiene las librerías que dan soporte al protocolo de señalización MF2R

4.3.4 Compilación de Asterisk en Slackware-11

- **ZAPTEL**

- Descomprimir el paquete ZAPTEL:

```
root@asterisk:/usr/src#tar -zxvf zaptel-1.2.6.tar.gz
```

- Entrar en el directorio creado luego de la descompresión del paquete ZAPTEL:

```
root@asterisk:/usr/src#cd zaptel-1.2.6/
```

- Preparar el paquete para la distribución Slackware:

```
root@asterisk:/usr/src#zaptel-1.2.6#./configure --prefix=/usr
```

- Limpiar el código fuente y luego proceder a la compilación:

```
root@asterisk:/usr/src#zaptel-1.2.6#make clean && make
```

- Enviar el código compilado a un directorio vacío:

```
root@asterisk:/usr/src#zaptel-1.2.6#make DESTDIR= /mnt/hd/ install
```

- Crear del paquete .tgz para Slackware:

```
root@asterisk:/usr/src/zaptel-1.2.6#cd /mnt/hd/
```

```
root@asterisk:/mnt/hd#makepkg zaptel-1.2.6.tgz
```

- Instalar el paquete .tgz creado:

```
root@asterisk:/mnt/hd#installpkg zaptel-1.2.6.tgz
```

- Guardar el paquete creado a un lugar seguro y limpiar el directorio temporal:

```
root@asterisk:/mnt/hd#mv zaptel-1.2.6.tgz /root/ && rm * -R
```

- Volver al directorio de desarrollo:

```
root@asterisk:/mnt/hd#cd /usr/src/
```

Para los siguientes paquetes se procede de la misma forma que con el paquete zaptel (obviamente utilizando el nombre de cada paquete para cada uno de los comandos a ejecutar),

- **LIBPRI**
- **SpanDSP**
- **LIBSUPERTONE**
- **LIBUNICALL**
- **LIBMFCR2**
- **ASTERISK-ADDON**
- **ASTERISK-SOUNDS**

Para la integración del Unicall al Asterisk es necesario descargar los archivos referentes al chan_unicall como lo son:

- chan_unicall.c
- channels_Makefile.patch
- unicall.conf.sample

Se debe copiar los archivos para la estructura donde el Asterisk será compilado

```
#cp channel_unicall.c channels_Makefile.patch /usr/src/asterisk/channels
```

Además se debe aplicar el patch del canal de Asterisk

```
#cd /usr/src/asterisk/channels  
#patch < channels_makefile.patch
```

Ahora se procede a la compilación del Asterisk,

- **ASTERISK**, igualmente que los paquetes anteriores

4.4 Configuración del Archivo Unicall.conf

Para la utilización de los canales R2 se debe editar el archivo unicall.conf. Este archivo se encuentra en etc/asterisk/unicall.conf

A continuación se muestra la configuración del archivo antes mencionado con la descripción de cada parámetro,

Tabla 2. Configuración del Archivo Unicall.conf

[channels]	
usecallerid=yes	Habilita el envío de identificación de llamada.
hidecallerid=no	No oculta la identificación de llamada
callwaitingcallerid=yes	Habilita el recibimiento del identificador de llamadas durante una indicación de llamada en espera.
threewaycalling=yes	Habilita la conferencia tripartita.
transfer=yes	Permite la transferencia de llamadas. Para el uso de esta opción threewaycalling debe estar configurado para yes
Cancallforward=yes	Permite que una llamada sea enrutada a otra extensión.
callreturn=yes	Permite el retorno de llamada con *69
echocancel=yes	Habilita la supresión de eco
echocancelwhenbridged=yes	Habilita la supresión de eco durante una llamada netamente TDM. En principio estas llamadas no requieren supresión de eco, pero el desempeño del audio es mejorado.
echotraining=yes	Permite que el Asterisk coloque en silencio un canal, envíe un impulso y utilice éste para pre-configurar el cancelador de eco.
rxgain=0.0	Utilizado para aumentar o disminuir el volumen de recepción en dB.
txgain=0.0	Utilizado para aumentar o disminuir el volumen de transmisión en dB
callgroup=1	Permite el rescate de llamadas marcando *8
pickupgroup=1	
language=es	Configura el lenguaje en que los mensajes del sistema son mostrados.
immediate=yes	Específica que el canal debe ser contestado inmediatamente
musiconhold=default	Selecciona la música en espera

callerid=asreceived	Configura una cadena de Caller ID para un canal dado. Habilita el envío de Caller Id en interfaces de troncales telefónicas.
protocolclass=mfcr2	Habilita la señalización MF2
Protocolvariant=ve,10,12	Este punto se describirá en el siguiente párrafo
protocolend=co	Trabaja en conjunto con protocolclass. Al ser MF2 un protocolo peer to peer se debe colocar este parámetro.
group=1	Permite que un número de canales sea tratado como uno sólo.
faxdetect=yes	Habilita la recepción de fax
loglevel=255	Permite el almacenamiento de 255 mensajes Unicall
context=entrantes	Define el contexto para el canal Unicall
channel => 1-15	Define el banco de canales. Cada canal heredará todas las opciones configuradas en el archivo unicall.conf. Importante es destacar que el canal 16 y 47 no son configurados porque son destinados a señalización
channel => 17-31	
channel => 32-46	
channel => 48-62	

El siguiente parámetro funciona de la siguiente forma,

protocolvariant= país,dígitos-ANI,dígitos-DNIS, en donde,

país: es el código del país, en este caso Venezuela (ve)

ANI (Automatic Number Identification): es el número de la persona que está originando la llamada.

DNIS (Diales Number Identification Service): es el número discado por el origen de la llamada.

4.5 Configuración del Archivo zaptel.conf

Para configurar la placa E1 se debe definir el span (pin) y después los canales. Los spans son enumerados a partir de la secuencia de reconocimiento de las placas en el hardware. El archivo zaptel.conf debe ser configurado de la siguiente forma,

Tabla 3. Configuración del Archivo zaptel.conf

span=1,1,0,cas,hdb3
cas=1-15:1101
cas=17-31:1101
span=2,1,0,cas,hdb3
cas=32-46:1101
cas=48-62:1101
loadzone=us
defaultzone=us

span=1,1,0,cas,hdb3: define un banco de canal, como se va utilizar MFCR2 es preciso configurar con CAS (señalización por canal asociado), para enviar las señalización de cada canal por el canal 16. Además con código HDB3.

cas=1-15:1101: agrupa con CAS los canales del 1 al 15 con 1101 que significa "Regresar: Blocked", es decir, lo que debe pasar es que la tarjeta debe regresar el modo blocked (bloqueado) en todos los canales siempre que no se este usando, en otras palabras, si Asterisk esta apagado. Pero cuando Asterisk se enciende debe desbloquear y poner en Idle (libre) los canales para esperar llamadas.

Un punto importante es que en esta configuración se dejan libres los canales 16 y 47, los cuales son destinados para la señalización.

loadzone=us: significa que tus tarjetas de interfaz serán cargadas con tonos de la indicación de los E.E.U.U

defaultzone=us: los medios utilizan los tonos para esta zona por defecto

A continuación se cargan el módulo zaptel y el módulo correspondiente a la tarjeta instalada, de la siguiente forma.

```
#modprobe zaptel  
#modprobe wct4xxp
```

Luego de cargar los módulos, se debe configurar los canales usando el utilitario ztcfg (zaptel configuration), esto se realiza para configurar la señalización utilizada por la interfaz física.

4.6 Pruebas de la Comunicación Asterisk-CANTV

Para llevar a cabo estas pruebas, primeramente se adquirió el enlace E1 provisto por CANTV, con 15 canales de entrada y 15 de salida, el cual llegaba al MDF del ministerio y se conectaba a una CPA que proporcionaba 400 números directos (extensiones), que a su vez era conectado con el Asterisk utilizando un Balum, el cual proporcionaba una interfaz que adaptaba los cables micro-coaxiales procedentes de la CPA a un RJ-45, debido a que la tarjeta E1 del Asterisk posee entrada de cable de red. La prueba de comunicación simplemente se dividió en dos etapas bastantes evidentes (Todas las pruebas se realizaron entre las 11am-1pm, donde según las estadísticas de la PBX NEC se genera el mayor tráfico siendo las 11am la hora pico):

- **Llamadas entrantes:**

Se procedió a realizar llamadas desde un teléfono celular y local hacia un teléfono perteneciente al Asterisk, esta llamada se conectó de manera satisfactoria presentando una calidad de audio bastante aceptable, donde no se presentaba eco ni saltos en la conversación (pérdida de paquetes de voz), comparable a la calidad de comunicación cuando se llamaba a un teléfono perteneciente a la PBX NEC.

- **Llamadas salientes:**

Se procedió a realizar llamadas desde un teléfono perteneciente al Asterisk a celulares, teléfonos locales y nacionales, en estas llamadas el Asterisk enviaba la información del número de destino a CANTV y el teléfono de destino repicaba normalmente, pero cuando la llamada era contestada no se escuchaba voz alguna.

Al presentar este problema, se presumió que había ocurrido un error en la instalación y configuración del Asterisk, por lo que se decidió realizar de nuevo el procedimiento, pero los resultados de las pruebas fueron los mismos.

Aprovechando una de las ventajas de software libre, como es la herramienta de los foros, se buscó información acerca de este problema, no encontrando solución alguna.

Como último recurso se procedió a solicitar a CANTV el asesoramiento de un técnico para la verificación de la comunicación durante las llamadas entre Asterisk y CANTV por medio de un analizador de protocolos, el cual por políticas de la empresa fue manejado totalmente por el técnico de CANTV.

La conclusión de esta visita y de la utilización del analizador de protocolos resultó que la señalización para las llamadas entrantes y salientes eran diferentes. Al contar con estos resultados, se contactó al enlace de CANTV con el ministerio para solicitar información acerca de cómo era la señalización de las llamadas entrantes y salientes a través de un E1. Esta información fue de vital importancia para lograr los objetivos planteados, ya que las llamadas entrantes CANTV la manejaba con MFCR2 y las salientes con DTMF, por lo cual y basándonos en que Asterisk con soporte Unicall opera las llamadas con MFCR2, se solicitó a CANTV que tanto los canales entrantes como salientes se configuraran con MFCR2.

Al cumplir con nuestro requerimiento, se procedió nuevamente a realizar las pruebas de comunicación entre Asterisk y CANTV, completándose de manera satisfactoria y con calidad de audio aceptable, sin eco y sin supresión de voz, tanto las llamadas entrantes como las salientes, comparable a la calidad de comunicación proporcionada por la PBX NEC, al punto de que un usuario del ministerio no notó diferencia alguna entre las llamadas manejadas por la PBX NEC y la PBX Asterisk.

CAPÍTULO V

INTEGRACIÓN DE LA PBX ANALÓGICA/DIGITAL (NEC) CON PBX IP POR SOFTWARE (ASTERISK) E INTERCONEXIÓN CON LA RED PSTN DE CANTV.

Luego de la conexión del Asterisk con CANTV a través de un E1, se planteó que la conexión entre Asterisk y NEC también se llevara a cabo igualmente a través de un E1.

5.1 Características de la Integración Asterisk-NEC

La integración de ambas PBXs se debe realizar bajo la premisa de transparencia para los usuarios, es decir, que para ellos sea indiferente e indetectable la comunicación entre un teléfono IP y uno Analógico o Digital. A continuación se presentarán las características que debe tener la integración Asterisk-NEC:

- Las extensiones deben ser configuradas a 4 dígitos (XX-XX), en donde los dos primeros dígitos corresponderán al departamento u oficina, por ejemplo: las extensiones de la oficina de tecnologías de la información (OTI) serán 18-00, 18-01, 18-02, etc., por ende cada oficina tendrá un rango de crecimiento a nivel extensiones de 100 números, desde el 00 hasta 99, indicados por los 2 últimos dígitos. Lográndose así un plan de numeración perfectamente estructurado.
- Para la comunicación con la PSTN de CANTV, es decir, la comunicación fuera del ministerio, el usuario deberá teclear 9 antes de ingresar el número de destino.
- La integración deberá poseer un desborde desde la PBX NEC hacia el Asterisk, cuando la primera tenga todas las líneas salientes ocupadas.
- Todas las llamadas entrantes al ministerio deben ser recibidas por el Asterisk y este a su vez enviarla a la extensión correspondiente.

5.2 Levantamiento de la Información de las Oficinas Pertenecientes al Ministerio.

Para la configuración de las extensiones de la forma que anteriormente se explicó, es necesario realizar un estudio de todas las oficinas que pertenecen al ministerio con sus respectivos teléfonos, para elaborar así el plan de numeración. Para ello se visitaron todas las oficinas para la recaudación de la información necesaria.

A continuación se muestra una parte de como se estructuró el Plan de Numeración, en el anexo VI se muestra el Plan de Numeración completo.

Usuario	Oficina	Ext. Presentes	Ext. Futuras
Yudith Landaeta	Recursos Humanos	5091	10 01
Elibeth Salazar	Recursos Humanos	5097	10 02
Franyeli Uscaris	Recursos Humanos	5071	10 03
Einstein Parejo	Recursos Humanos	5090	10 04
Elsa Sivira	Recursos Humanos	5107	10 05
José Morales	Administración y Servicios	5080	11 00
Dayana Silva	Administración y Servicios	5092	11 01
Margareth Quintero	Administración y Servicios	5081	11 02
Fren Sánchez	Administración y Servicios	5076	11 03
Magda Silva	Administración y Servicios	5075	11 04
Orlando Vásquez	Administración y Servicios	650	11 05
Jhonny Castillo	Administración y Servicios	5013	11 06
Edwin Navarro	Administración y Servicios	5072	11 07
Egle Peña	Administración y Servicios	5078	11 08
Luini Martínez	Administración y Servicios	5083	11 09
María Alejandra	Dirección del Despacho	5094	12 00
Gerson Gómez	Dirección del Despacho	5096	12 01
Mercedes Vivas	Dirección del Despacho	570	12 02
Arlenis Córdova	Dirección del Despacho	571	12 03
	Dirección del Despacho		12 04
	Dirección del Despacho		12 05
	Dirección del Despacho		12 06

Figura 9. Fragmento del Nuevo Plan de Numeración

En la figura 9 se puede apreciar lo siguiente:

- las extensiones presentes (en funcionamiento antes de la realización de este proyecto) que están configuradas a 4 dígitos pertenecen a la NEC y las de 3 dígitos al Asterisk
- los 2 últimos dígitos de los faxes serán configurados con 99.

- en el campo de Ext. (Extensiones) Presentes hay algunos recuadros sin número, es decir, no poseen teléfono, por lo tanto se le colocará a cada uno de esos usuarios teléfonos IP, ya que el crecimiento de ahora en adelante de la telefonía del ministerio será únicamente IP.

5.3 Topología de la Integración NEC-Asterisk

En la siguiente imagen se puede observar la nueva topología de la telefonía del ministerio.

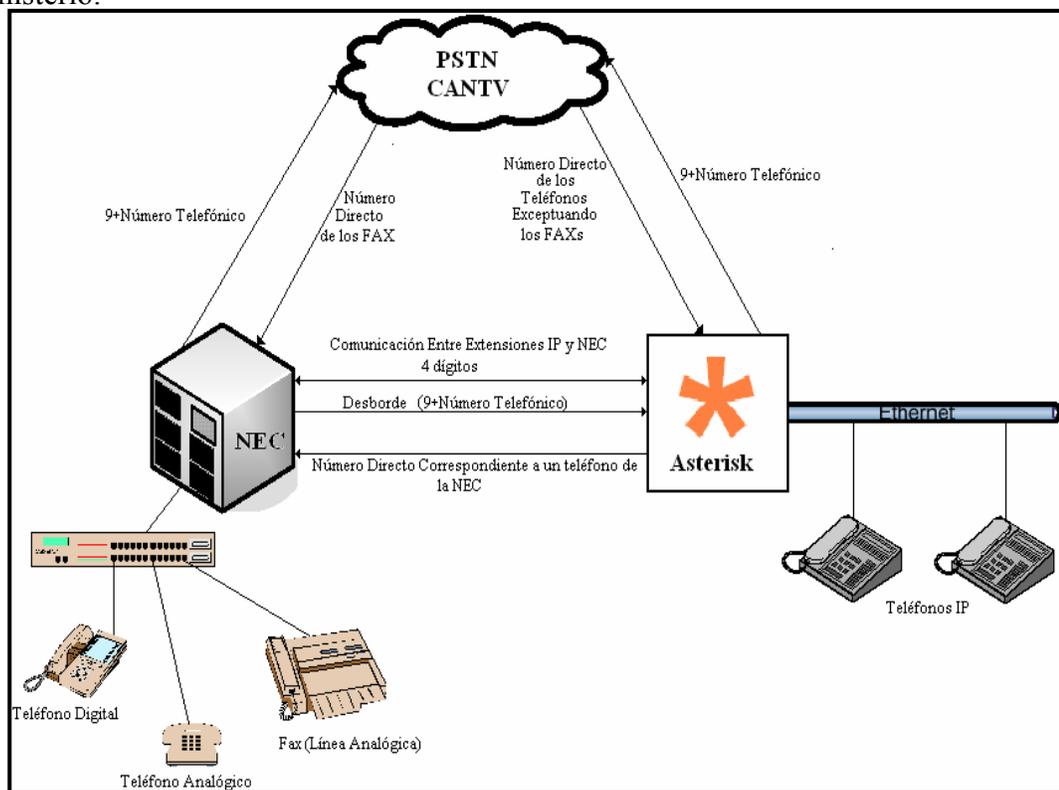


Figura 10. Topología de la Integración NEC-Asterisk

En la figura 10 se puede observar que los números directos de los faxes no llegan a través del Asterisk, debido a que se realizaron pruebas de transmisión y recepción de documentos utilizando los faxes a través del Asterisk y estos documentos llegaban a su destino pero presentaban problemas como el solapamiento de las imágenes, por lo

cual se decidió dejar los faxes con números directos entrantes por la PBX NEC como funcionaban anterior a este proyecto.

5.4 Configuración del Sistema NEC

5.4.1 Componentes de la PBX NEC

La PBX NEC se compone de módulos, los cuales serán descritos a continuación,

- LPRJ – Módulo Procesamiento
- PIMU – Módulo de Interfaz de Puerto
- Módulo TDSW
- Tarjetas de Línea/Troncal
- Software del Sistema
- Módulos de Software para capacidad de puertos L/T del sistema
- Módulos de Software de Aplicaciones

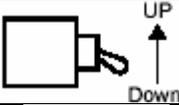
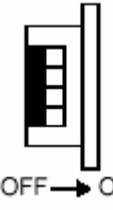
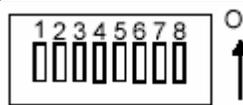
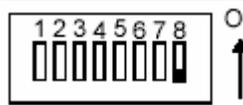
En el anexo VIII se explica con detalle cada uno de estos componentes.

5.4.2 Configuración de la Tarjeta PA-30DTS(DTI)

El circuito PA-30DTS (30DTI) provee una interfaz entre 30 troncales digitales y el sistema de 2048 Mbps, es decir, un E1. Esta tarjeta puede ser usada como una interfaz para la PSTN o una red ISDN.

En vista de la posibilidad de la conexión del Asterisk con CANTV a través de un E1, surgió la idea de integrar el Asterisk con la NEC a través de un enlace E1, por lo cual se adquirió una tarjeta PA-30DTS (DTI), y se configuró de la siguiente forma,

Tabla 4. Configuración de la Tarjeta PA-30DTS(DTI)

Módulo	Nº de Slot	Nombre del Switch	Switch	Configuración						
PIM 1	12	MB		Down: de esta forma está en funcionamiento la tarjeta						
		LBSW		<table border="1"> <tr> <td>0=OFF</td> <td rowspan="3">Loopback tanto interno como externo está cancelados</td> </tr> <tr> <td>1=OFF</td> </tr> <tr> <td>2=OFF</td> </tr> <tr> <td>3=OFF</td> <td>Recomendado colocar en OFF</td> </tr> </table>	0=OFF	Loopback tanto interno como externo está cancelados	1=OFF	2=OFF	3=OFF	Recomendado colocar en OFF
		0=OFF	Loopback tanto interno como externo está cancelados							
		1=OFF								
		2=OFF								
		3=OFF	Recomendado colocar en OFF							
		SW3		1=OFF	Activa la máscara ROM, que especifica las ganancias Tx y Rx					
				2=OFF	Recomendado para control					
				3=OFF	Configura para impedancia de cable coaxial 75 Ω					
				4=OFF	Recomendado para control					
		SW4		1=OFF	Recomendado colocar en OFF					
				2=OFF						
				3=OFF						
				4=OFF						
				5=OFF	Canal 16 utilizado para señalización					
				6=OFF	Recomendado					
				7=ON	Modo de operación ITU-T					
				8=ON						
		SW5		1=ON	Operación ITU-T					
				2=ON	Tiempo de liberación de alarma 2 seg					
3=OFF	Configuración de la ruta a través de ARTD									
4=OFF										
5=ON	Patrón de ganancias A-LAW: GTx=2dB, GRx=2dB									
6=ON										
7=ON										
8=OFF	Configuración recomendada									

Para la conexión del servidor Asterisk y la PBX NEC, se utilizó una interfaz RJ45, que se conectaba al Asterisk, luego a un Ballum, el cual proveía ahora interfaz de cable coaxial que a su vez se conectaba a la PBX NEC por medio de una tarjeta llamada COAX TERM.

Usando cable coaxial se reduce el espacio disponible en los slots de la PBX, La tarjeta COAX TERM, la cual está equipada con puentes interruptores (jumper switches) debe ser instalada para la conexión de los cables coaxiales al sistema. Antes de instalar la tarjeta se debe establecer los puentes en la posición correcta dependiendo del slot utilizado para la PA-30DTS (DTI), es decir, la COAX TERM debe estar conectada en el LT correspondiente al slot donde se colocó la PA-30DTS (DTI)

En la figura 11 se puede observar como se debe proceder para las conexiones de la tarjeta COAX TERM.

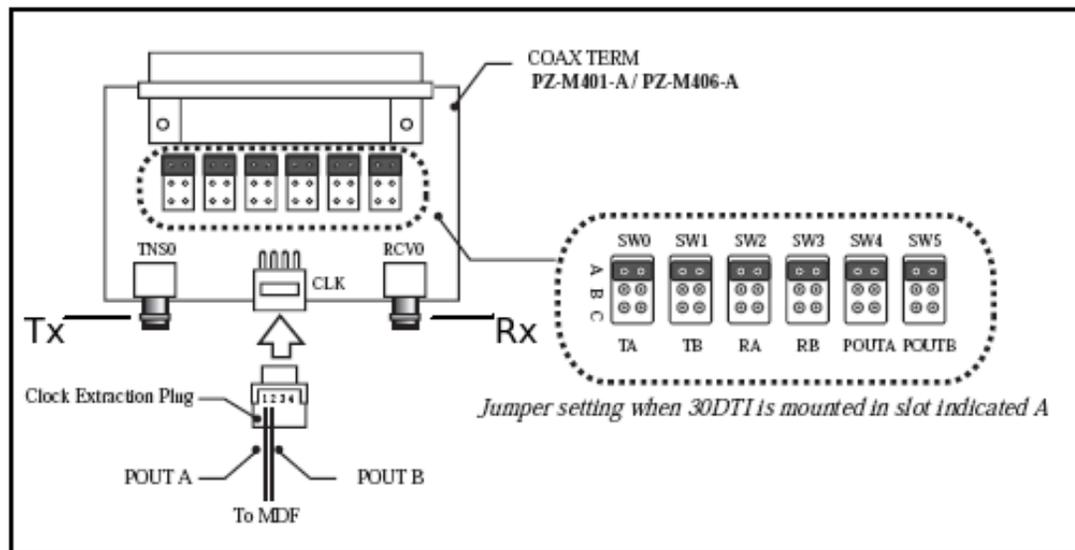


Figura 11. Conexión de Tarjeta COAX TERM
Fuente: NEAX 2400 IPX Circuit Card Manual

Los slots (ranura) para el montaje de la PA-30DTS (DTI) deben ser aquellos que proporcionan 32 puertos -se muestran en la figura a continuación-, para el correcto aprovechamiento de los 30 troncales digitales que provee dicha tarjeta.

0	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
			01	03	05	07	09	11	15	19	23			01	03	05	07	09	11	15	19	23
									14	18	22								14	18	22	
			00	02	04	06	08	10	13	17	21			00	02	04	06	08	10	13	17	21
									12	16	20								12	16	20	

Slots apropiados para la PA- 30DTS (DTI)
 Slots apropiados para la PA- 30DTS (DTI)

Figura 12. Slots Apropriados para la Instalación de la PA-30DTS (DTI)

5.4.3 Comandos en el MAT para la Integración entre PBXs Asterisk-NEC

El MAT es la herramienta para realizar:

- Diagnósticos
- Mover, Agregar, Cambiar datos de una extensión
- Mediciones de Tráfico
- Chequeo de Fallas
- Reprogramación del Sistema

Esta herramienta se utilizó para la realización de la integración entre las PBXs Asterisk y NEC, utilizando los comandos apropiados para dicha acción, estos comandos serán descritos a continuación.

Luego, de la configuración de la PA-30DTS se procederá a describir los comandos utilizados en el MAT para lograr la integración.

Para la PBX NEC la comunicación tanto con el Asterisk y con CANTV se maneja de la misma forma, es decir, su configuración sigue el mismo diagrama de flujo y se utiliza la herramienta RUTEO DE MENOR COSTO (LCR), siendo el diagrama de flujo el que se muestra en la figura 13, tanto para las extensiones IP como NEC,

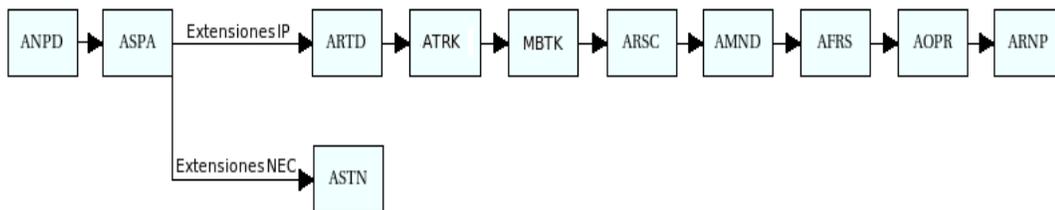


Figura 13. Diagrama de la Configuración LCR

- **ANPD (Asignación de datos del Plan de Numeración):** comando utilizado para la asignación de la cantidad mínima de dígitos necesarios para determinar el servicio para el primer dígito recibido por el sistema (pre-traduccion). Los campos de este comando son los siguientes:

TN: Número de Tenant (Tenant: grupo de teléfonos)

1st DC: Código de Primer Dígito [0-9,*,#], es simplemente el primer dígito del código de acceso que se está programando.

CI: Índice de Conexión (N/H/B)

N: Normal, es cuando el teléfono está libre o con tono de discado.

H: Horquilleando (Hooking) es cuando el teléfono requiere de un flash de horquilla para realizar una función o iniciar un servicio (por ejemplo transferir).

B: Ocupado (Busy) es cuando el teléfono está en una condición de ocupado (por ejemplo, rellamada)

NND: Número de Dígitos Necesarios (máximo 6 dígitos), asignación del número mínimo de dígitos necesarios para cada código de acceso a ser usado en el sistema.

BLF: Busy Lamp Field (Campo de Ocupación de la Consola de Operadora) [0/1], 0 =

NO 1 = SI.

La figura 14 muestra la ventana para la configuración del comando ANPD,

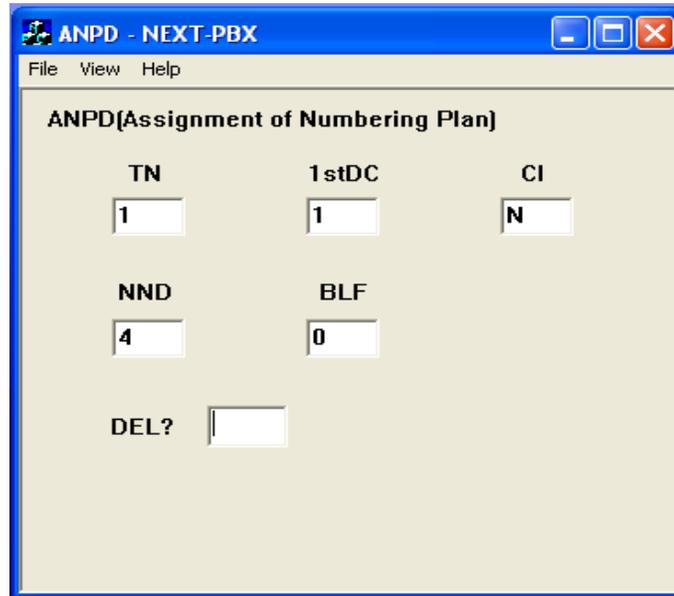


Figura 14. Ventana de Configuración del Comando ANPD

En los campos:

TN= 1, de esta forma la configuración queda establecida para los demás Tenant

1st DC= 1, es el primer dígito de las futuras extensiones.

CI= Se debe realizar la configuración con el ANPD para N (Normal), H (Hooking) y B (Busy).

NND= 4, significa que serán necesarios 4 dígitos.

BLF= 0, ya que no es necesario en esta configuración el Campo de Ocupación de la Consola de Operadora.

La configuración con el comando ANPD se debe repetir para 1st DC= 1,2,3,...8, ya que será el rango de los primeros dígitos de las futuras las extensiones.

- **ASPA (Assignment of Special Access Code):** este comando determina el tipo de servicio el código de acceso a ejecutar. Los campos de este comando son los siguientes:

TN: Número de Tenant

ACC: Código de Acceso [Máximo 6 dígitos (0-9,*,#)]

CI: Índice de Conexión (N/H/B)

SRV: Tipo de Servicio

STN: Número de Extensión

SSC: Código de Facilidad

SSCA: Apéndice de Código de Facilidad

LCR: Ruteo de Menor Costo

LCRS: Register Sender LCR

Si se coloca **SRV:** STN, la cual se usa para las extensiones NEC, el campo siguiente será,

NND: asignación de la cantidad de dígitos para el número de extensión (1-5 dígitos)

Si se coloca **SRV:** LCR, opción para las extensiones IP, los próximos campos serán,

RT: Número de Ruta, se asigna la ruta “dummy” (ruta virtual), utilizada por el sistema, puede 31 ó 63.

2nd DT: Segundo tono de discado cuando el usuario disca un código de acceso LCR determinado.

 0= Segundo tono es enviado

 1= Segundo tono no es enviado

AH: Determina si es necesario ingresar un código de autorización antes de completar la llamada

 0= No requiere código de autorización

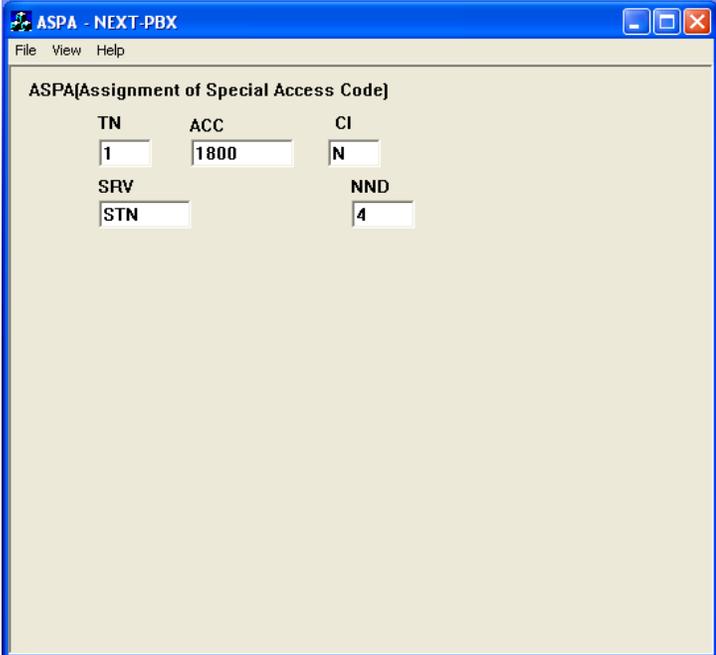
 1= Requiere código de autorización

SUB: Discado de Subdirección, utilizado para ISDN

0= Fuera de Servicio

1= En Servicio

Colocando **SRV:STN**, la ventana para la configuración será la mostrada en la figura 15



TN	ACC	CI
1	1800	N
SRV	NND	
STN	4	

Figura 15. Ventana de Configuración del Comando ASPA con SRV:STN

En los campos,

TN= 1, de esta forma la configuración queda establecida para los demás Tenant

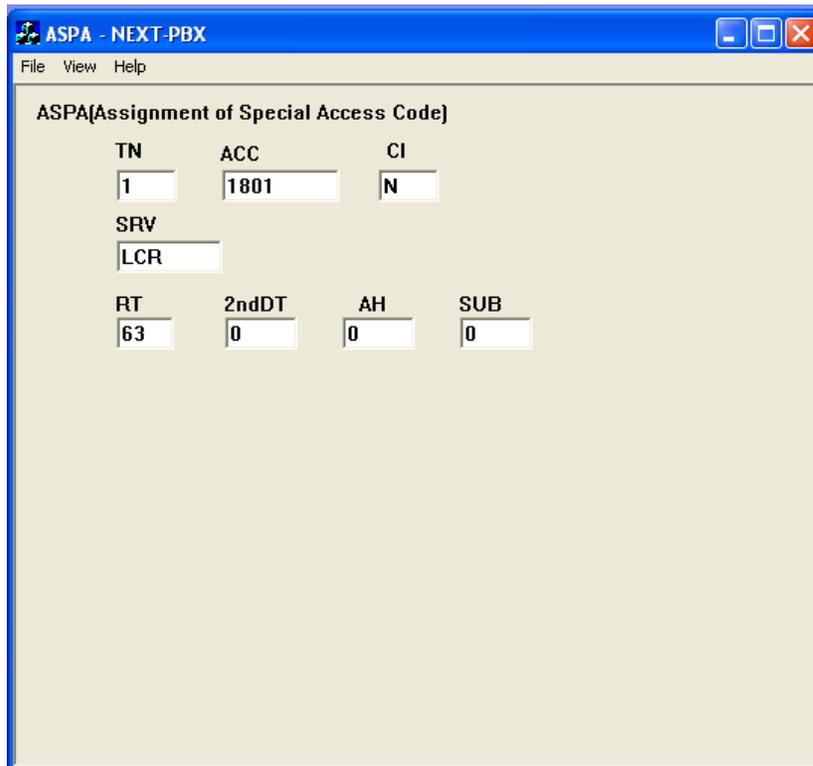
ACC= XXXX, el número de la extensión

CI= Se debe realizar la configuración con el ANPD para N (Normal), H (Hooking) y B (Busy)

SRV= STN, definiendo así el número como extensión NEC

NND= 4, significa que la extensión es configurada a 4 dígitos.

Colocando **SRV**: LCR, en la ventana mostrada en la figura 16 se debe configurar,



TN	ACC	CI
1	1801	N

SRV

LCR

RT	2ndDT	AH	SUB
63	0	0	0

Figura 16. Ventana de Configuración del Comando ASPA con SRV:LCR

TN= 1, de esta forma la configuración queda establecida para los demás Tenant

ACC= XXXX, el número de la extensión

CI= Se debe realizar la configuración con el ANPD para N (Normal) y H (Hooking)

SRV= LCR, definiendo así el número como extensión IP

RT= 63, es la ruta virtual que va a utilizar el sistema

2ndDT= 0, se coloca esta opción para que luego de marcado el ACC no se oiga un segundo tono de discado

AH= 0, no será necesario la introducción de un código de autorización para realizar la llamada

SUB= 0, no es una red ISDN, por lo tanto se coloca fuera de servicio.

Luego del comando ASPA, dependiendo del tipo de extensiones (NEC o IP), se utilizan diferentes comandos.

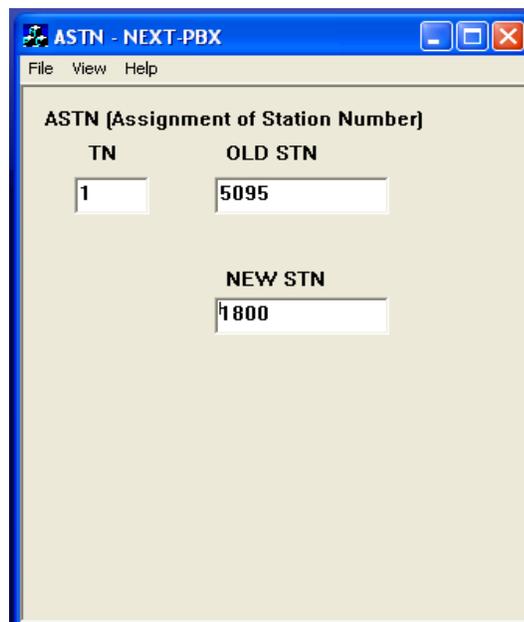
En el caso de las extensiones NEC, el próximo comando a configurar es,

- **ASTN (Assignment of Station Number):** este comando es utilizado para cambiar el número de extensión asignado a un LEN en particular.

TN: Número de Tenant

OLD STN: Número de Extensión Vieja

NEW STN: Nuevo Número de Extensión -este número debe ser creado en el comando ASPA-.



TN	OLD STN	NEW STN
1	5095	1800

Figura 17. Ventana de Configuración del Comando ASTN

Este comando, cuya ventana de configuración se muestra en la figura 17, se utilizó ya que, las extensiones NEC ya existían con una anterior numeración y no se pretende agregar nuevas extensiones de este tipo por la simple razón de que el crecimiento a nivel telefónico del ministerio se llevará a cabo con extensiones IP, por lo tanto, ya habiendo hecho el levantamiento de la información, la cual fue presentada en el punto

5.2, la modificación de numeración de las extensiones NEC simplemente se realizará cambiando la extensión antigua por la nueva.

En la figura 17, se muestra un claro ejemplo con una de las extensiones NEC pertenecientes a la Oficina de Tecnologías de la Información (OTI)

TN= 1, es el Tenant a la cual pertenece la extensión

OLD STN= 5095, antiguo número de extensión

NEW STN= 1800, número de extensión ajustada al nuevo plan de numeración.

Como se puede observar en el diagrama de flujo mostrado en la figura 13, con la configuración del comando ASTN se llega al final de la adecuación al nuevo plan de numeración de las extensiones NEC.

Ahora bien, en el caso de las extensiones IP, luego de la configuración del comando ASPA, el diagrama de flujo continúa de la siguiente forma,



Figura 18. Diagrama para la Configuración de Extensiones IP en la PBX NEC

- **ARTD (Assignment of Route Class Data):** es el comando utilizado para la asignación de los datos de clase de ruta.

En este comando se asigna las características de la ruta “dummy” (ruta por software) usada por el sistema para enrutar las llamadas, la cual en la configuración en el comando ASPA fue colocada la ruta 63. También se configura la ruta por donde se integrarán la NEC y el Asterisk.

Ruta por Software

Siguiendo los parámetros designados por el manual de instalación y configuración de la NEAX 2400 IPXi, los campos a configurar son:

CDN(Campo de Configuración)-6: TCL= 4

CDN-7: LT= 1

CDN-13: AC= 1

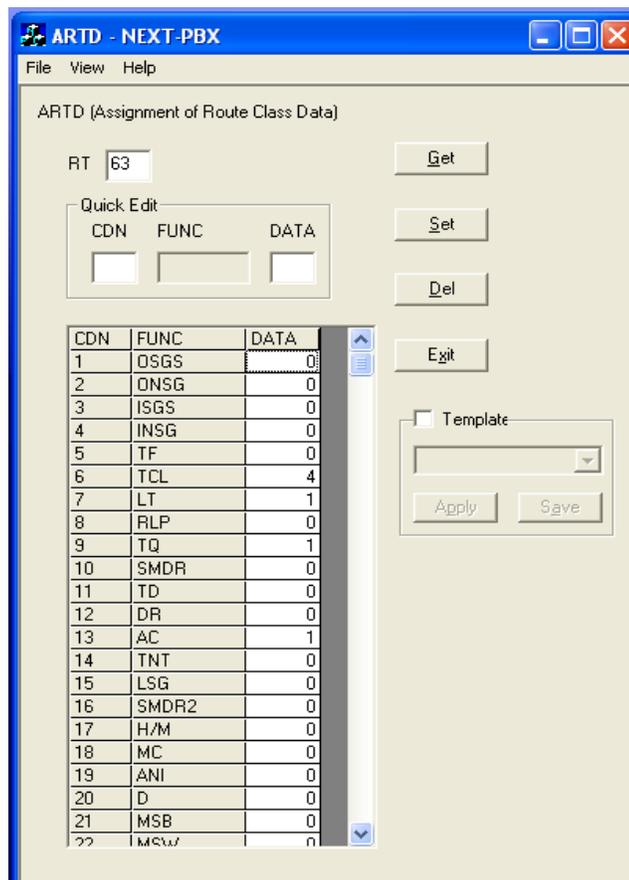


Figura 19. Ventana de Configuración del Comando ARTD para la Ruta por Software

Ruta NEC/Asterisk

Al igual que para la Ruta por Software, se siguen los parámetros por el manual, los campos a configurar son:

Todos los CDN por defecto están configurados en “0”

CDN-3: ISGS= 7

CDN-4: INSG= 3

CDN-5: TF= 2

CDN-6: TCL= 5

CDN-7: LT= 1

CDN-8: RLP= 2

CDN-15: LSG= 8

CDN-28: ANS= 1

El número de ruta elegido fue la ruta 5 -esta elección fue hecha arbitrariamente, ya que no afecta la configuración de la integración, siempre y cuando ese número de ruta no haya sido asignada para otra ruta-.

Para la correcta integración de las PBXs se realizaron algunos cambios que eran pertinentes, los cuales se describen a continuación,

Tabla 5. Cambios de Asignación de CDN para la Integración NEC/Asterisk

CDNs Asignadas por Manual	CDNs Asignadas para la Integración	Justificación de los Cambios
CDN-2: ONSG= 0	CDN-2: ONSG=10	Con ONSG= 10 la ruta opera con señalización MFC, la cual es la utilizada por Asterisk en este proyecto.
CDN-4:INSG= 0	CDN-4:INSG= 10	Con INSG= 10 la ruta opera con señalización MFC, la cual es la utilizada por Asterisk en este proyecto.
CDN-5: TF= 2	CDN-TF= 3	Con TF= 3 la ruta se configura para que la comunicación sea bidireccional, es decir, NEC/Asterisk y Asterisk/NEC
CDN-19: ANI= 0	CDN-19: ANI= 1	Con ANI= 1 la PBX NEC envía la información del número de origen y de destino hacia el Asterisk con lo cual este último establecerá la conexión con el destino correspondiente.

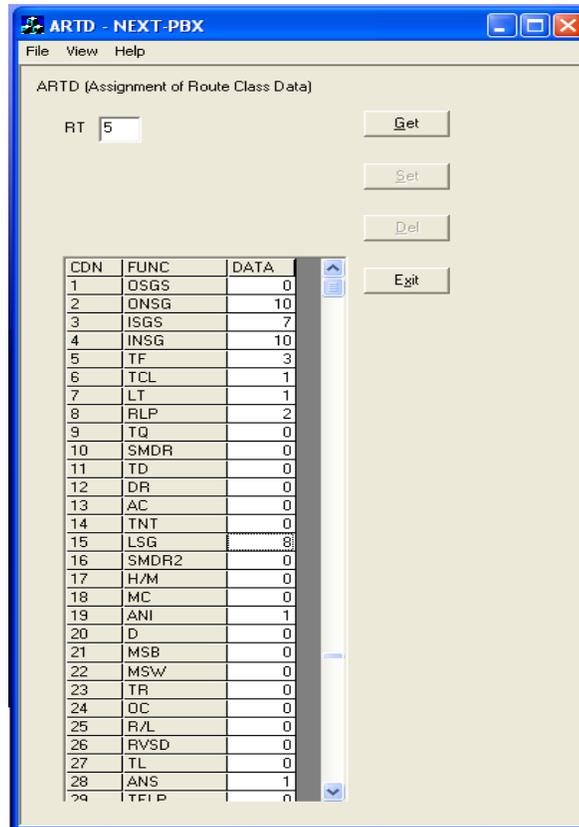


Figura 20. Ventana de Configuración del Comando ARTD para la Ruta NEC/Asterisk

- **ATRK (Assignment of Trunk Data):** comando para asignar un número de ruta (RT) y un número de troncal (TK) a un LEN, correspondiente a LEN donde se colocó la tarjeta proveedora del E1.



Figura 21. Ventana de Configuración del Comando ATRK

En la figura 21 se puede observar que la Ruta 5, Troncal 3 fue asignado al LEN 000203 y al TN=1 -el campo del Tenant siempre se coloca en 1 y la configuración se toma para los demás-.

La ruta y los troncales asociados para el E1 se muestran en la siguiente tabla,

Tabla 6. Ruta y Troncales del E1 en la PBX NEC

Ruta (RT)	Troncal (TK)	LENS
5	3	000203
	4	000204
	5	000205
	6	000206
	7	000207
	8	000210
	9	000211
	10	000212
	11	000213
	12	000214
	13	000215
	14	000216
	15	000217
	16	000221
	17	000222
	18	000223
	19	000224
	20	000225
	21	000226
	22	000227
	23	000230
	24	000231
	25	000232
	26	000233
	27	000234
	28	000235
	29	000236
	30	000237

Los LENS 000200 y 000220 no son asignados como troncales (canales de voz), debido a que son los canales 1 y 16 del E1 son utilizados para señalización.

La Ruta 5, Troncales 1 y 2 no aparecen en esta tabla, ya que fueron utilizadas para la realización de un desborde de la NEC hacia el Asterisk, punto que será descrito más adelante.

- **MBTK (Make Busy of Trunk):** coloca en estado ocupado/desocupado troncales individuales por ruta. Luego de creadas las rutas y troncales, estas por defecto están en ocupado, por lo tanto hay que ponerla en desocupado con este comando para poder utilizarlas.

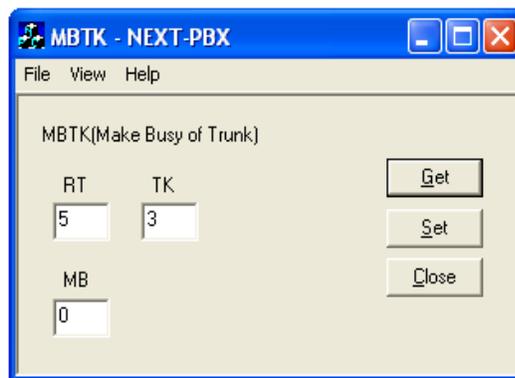


Figura 22. Ventana de Configuración del Comando MBTK

RT, TK: se coloca la ruta y troncal a ser desocupada.

MB: campo de ocupado/desocupado

1= ocupado

0= desocupado

- **ARSC (Assignment of Route Restriction Class):** comando utilizado para la asignación de la información de las restricciones de la ruta de acuerdo con la RSC.

RSC (Clase de Restricción de Ruta), característica de los teléfonos NEC previamente configurado donde están definidos los tipos de llamadas que pueden realizar.

D/N: Modo Día/Noche, en la PBX NEC es indiferente este campo, ya que la configuración está hecha para ambos modos,

D= Modo Día

N= Modo Noche

TN: Número de Tenant al cual afectará la tabla de restricción

RT: Número de ruta (creada en el comando ARTD)

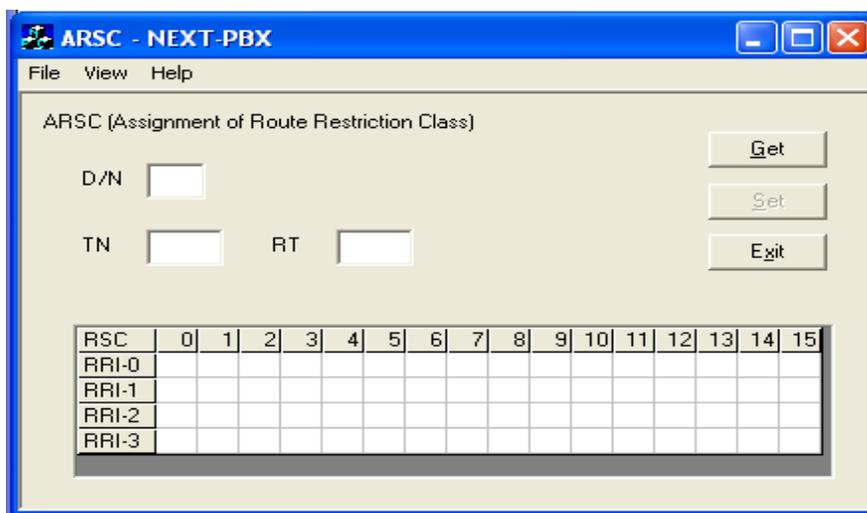


Figura 23. Ventana de Configuración del Comando ARSC

RRI: RouteRestrictionIndex(0-3)

0: Restricción de llamada entrante via Attendant (Consola)

1: Restricción de llamada entrante Directamente

2: Restricción de llamada saliente viaAttendant (Consola)

3: Restricción de llamada saliente Directamente

RSC 0: reservado para la Consola (Attendant Console).

RSC 1-15: para la designación de extensiones.

RES: Tipo de restricción (0-2)

0: Restringido

1: Conexión permitida

2: Verificar la herramienta de restricciones

Para la integración NEC/Asterisk este comando es configurado de la siguiente manera, tal y como se muestra en la figura 24

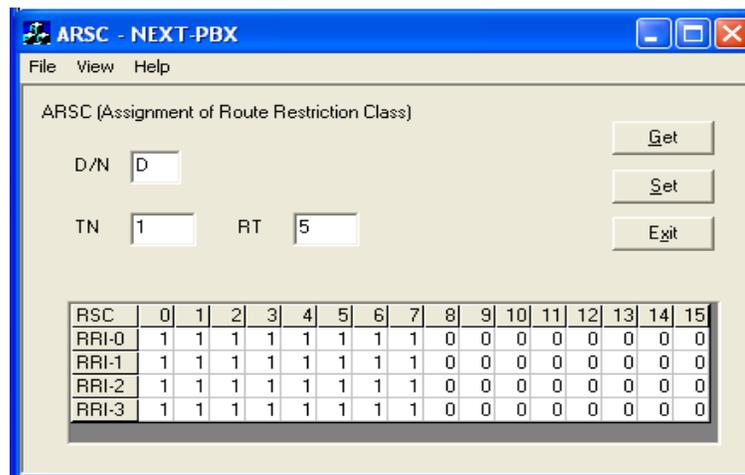


Figura 24. Configuración del Comando ARSC

Todos los RES están en 1 para permitir así la comunicación entre los teléfonos SIP y los NEC, incluso la consola.

Esta configuración se debe repetir para los distintos Tenant existentes, es decir, del Tenant 1 al 9.

- **AMND (Assignment of Maximum Necessary Digits Data):** este comando controla los temporizadores de liberación de registros, es decir, el tiempo que se mantendrán los registros los dígitos discados.

TN: Número de Tenant

DC: Código de Dígito permitido a ser discado incluyendo el código de acceso LCR

MND: Dígitos Máximos Necesarios (1-24). Número de dígitos que el registro acumula antes de enviárselo a la CPU

TOLL: Identificación de código de tasación

0= Código local

1= código de tasación

AN: Número de cuenta

0= Fuera de servicio

1= Necesario código de cuenta

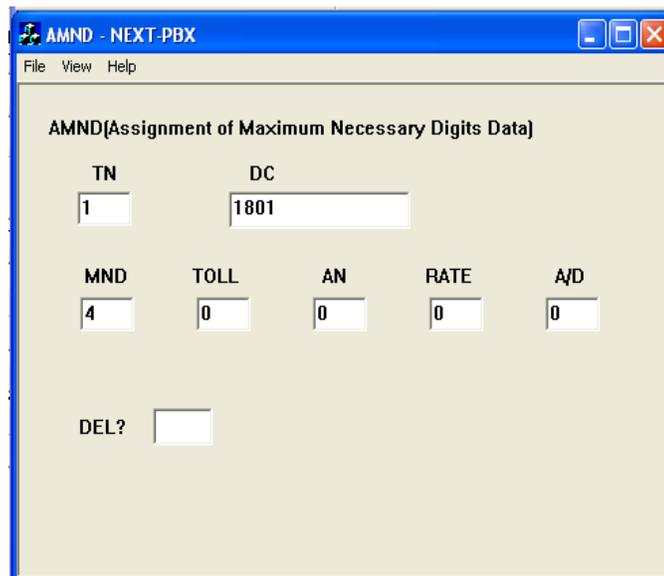
RATE: Dato de opción de servicio (asignar siempre “0”), sólo usado en Japón

A/D: Dato de Línea Analógica/Digital

0= Analógica

1= Digital (ISDN/CCIS)

Para agregar una extensión IP en este comando, la configuración será la siguiente,



TN	DC	MND	TOLL	AN	RATE	A/D	DEL?
1	1801	4	0	0	0	0	

Figura 25. Ventana de Configuración del Comando AMND

TN= 1

DC= número de extensión IP, en este ejemplo 1801

MND= 4, debido a que las extensiones IP son de 4 dígitos

TOLL= 0

AN= 0

RATE= 0

A/D=0

Con esta configuración todos los teléfonos NEC que pertenecen al tenant 1 podrán efectuar llamadas al número 1801, por lo tanto esta configuración debe ser realizada para todos los tenant (1-9).

- **AFRS (Assignment of Flexible Route Selection Data) y AOPR (Assignment of Outgoing Pattern Routing Data):** estos comandos trabajan juntos para enrutar las llamadas LCR fuera del sistema, a los dígitos discados ingresados en AFRS se le asignan para salir un OPR (Patrón de Ruta Saliente). En AOPR el OPR es asociado con la ruta física por la que saldrá la llamada.

AFRS:

TN: Número de Tenant

RT: Número de ruta LCR asignado en ARTD, en AFRS solamente se programa la Ruta Flag, debe ser la misma que en ASPA

NPC: Código de Patrón Numérico

OPR: Patrón Numérico de Selección de Ruta Saliente (1-4000). El OPR apuntará los dígitos ingresados en NPC a la ruta física

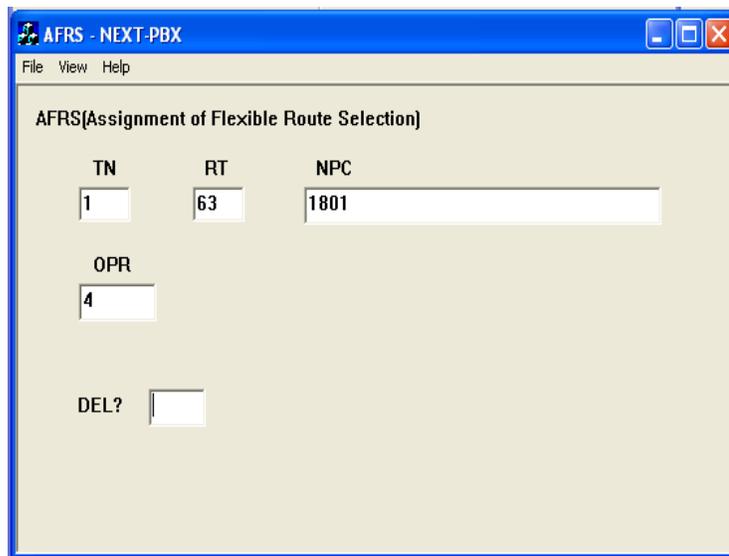


Figura 26. Ventana de Configuración del Comando AFRS

Para la extensión IP 1801, se debe configurar este comando para todos los Tenant (1-8).

RT= 63

NPC= número de extensión IP, 1801 en este ejemplo

OPR= 4, número elegido arbitrariamente

AOPR:

TDPTN: Patrón Time of Day (0-7)

OPR: Patrón Numérico de selección de ruta saliente 1-4000

RA: Avance de Ruta,

E: Indicación de final de Avance de Ruta, cuando la asignación original de grupo de troncal está ocupada, se desviará la llamada por otra ruta, sí o no.

1= permite continuar el Avance de Ruta

0= finaliza el avance de Ruta

RT: ruta física o conexión por donde se envían los dígitos discados.

SKIP: números de dígitos a ser borrados del número discado antes de ser enviados fuera del sistema.

PNL: números de dígitos adicionales a una llamada antes de ser enviados fuera del

sistema.

OVFT: Oír tono de desborde cuando una llamada sea desviada a otra ruta.

0= Sin Tono

1= Con Tono

PRSC: Clase de restricción prioritaria. Usar siempre "0".

TDPTN	OPR	RA
0	4	0
E	RT	SKIP
0	5	0
PNL	OVFT	PRSC
0	0	0

DEL?

Figura 27. Ventana de Configuración del Comando AOPR

Para la integración NEC/Asterisk los valores para la configuración del AOPR son los siguientes,

TDPTN= 0, todas las configuraciones se hicieron con esta característica

OPR= 4, ya que para la comunicación NEC/Asterisk fue el patrón de rutas salientes elegido y configurado en el comando AFRS

RA= 0, ya que es la 1era ruta por donde los dígitos serán enviados. Para la configuración de un desborde este parámetro debe ser 1, 2 o cuantos desbordes estén configurados.

E= 0, indicando así el final de Avance de Ruta, debido a que la comunicación NEC/Asterisk se llevará a cabo a través de una única ruta.

RT= 5, ruta elegida para la integración

SKIP= 0, de esta forma no se borra ningún dígito, por ejemplo si un usuario con teléfono NEC discara el número 1801, la PBX NEC enviará al Asterisk el número completo.

PNL= 0, debido a que no se necesita la adición de números a los dígitos discados.

OVFT= 0, este campo realmente es indiferente para la integración, por la razón de que la comunicación NEC/Asterisk se logra a través de sola ruta, por lo tanto nunca existirá un desborde.

PRSC= 0

- **ARNP(Assignment of Reverse Numbering Plan Data)**: este comando asigna el Código de acceso para cada ruta individualmente en concordancia con el comando ARTD.

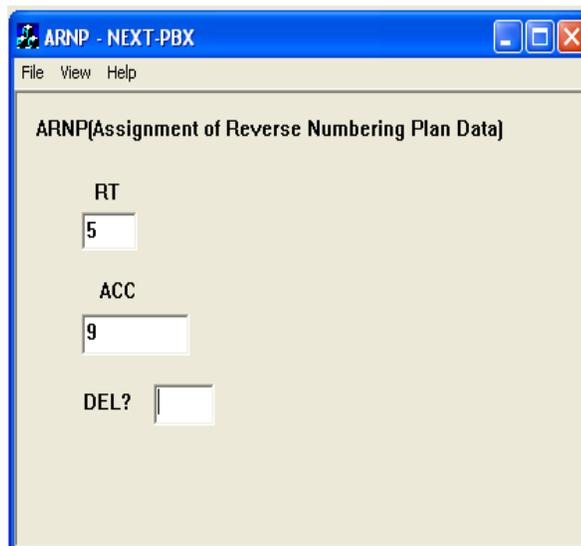


Figura 28. Ventana de Configuración del Comando ARNP

Se debe asignar ACC=9 para la ruta designada para la comunicación NEC/Asterisk y para la ruta por software, 5 y 63 respectivamente.

5.5 Configuración para la Integración entre PBXs Asterisk-NEC en el Asterisk

5.5.1 Organización de los Archivos del Sistema

Los directorios más importantes y más utilizados de Asterisk son los siguientes,

Tabla 7. Directorio de Archivos de Asterisk

Directorio	Función
/etc/asterisk	Contiene todos los archivos de configuración (sip.conf, extensions.conf, etc.)
/usr/sbin	Contiene todos los archivos ejecutables.
/usr/lib/asterisk	Contiene los objetos binarios relacionados con Asterisk.
/usr/lib/asterisk/modules	Contiene los módulos de aplicación, drivers de los canales, codecs, etc.
/usr/include/asterisk	Contiene los archivos de encabezamiento requeridos para las aplicaciones de Asterisk, drivers de los canales y otros módulos cargables.
/var/lib/asterisk	Contiene los datos utilizados de Asterisk.
/var/lib/asterisk/mohmp3	Almacena los archivos mp3 disponibles para la música en espera.
/var/lib/asterisk/sounds	Almacena los archivos de audio utilizados por las aplicaciones de Asterisk

5.5.2 Cambio de Numeración de Teléfonos IP ya Existentes

Anteriormente existían teléfonos IP ya configurados en el ministerio, pero con la numeración pasada. Con la entrada en vigencia del Nuevo Plan de Numeración esas extensiones se debían adaptar a esta numeración, para lo cual se debía seguir el siguiente diagrama de flujo.



Figura 29. Diagrama para el Cambio de Numeración de Teléfonos IP ya Existentes

5.5.3 Configuración de Nuevos Teléfonos IP

Como se ha dicho anteriormente el crecimiento de la red telefónica se realizará con telefonía IP, por lo tanto para la configuración de los teléfonos IP se debe seguir ciertos pasos los cuales son mostrados a continuación. Para la configuración de los teléfonos se debe configurar estos dispositivos para recibir información de configuración con el protocolo TFTP.



Figura 30. Diagrama para la Configuración de Nuevos Teléfonos IP

5.5.4 Configuración de Teléfonos NEC

Para lograr la comunicación de teléfonos IP con analógicos o digitales simplemente se debe configurar una ruta y ciertos permisos en el Asterisk, en los archivos mostrados a continuación,

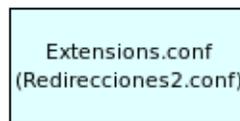


Figura 31. Diagrama para la Configuración de Teléfonos NEC en el Asterisk

5.5.5 Descripción de los Bloques para la Distintas Configuraciones

5.5.5.1 SIP.conf

El archivo sip.conf sirve para configurar todo lo relacionado con el protocolo SIP y añadir nuevos usuarios o conectar con proveedores SIP. Es el protocolo elegido para la telefonía IP por ser soportado por los teléfonos IP Polycom. Este archivo se encuentra en /etc/asterisk/sip.conf

5.5.5.1.1 Sección General

El archivo sip.conf comienza con una sección [general] que contiene la configuración por defecto de todos los usuarios SIP.

Los parámetros más comunes en la sección general son mostrados a continuación,

Tabla 8. Parámetros del Archivo de Configuración sip.conf

Parámetro	Función
bindaddr	Controlan el puerto y la interfaz IP donde Asterisk recibirá sus conexiones.
bindport	El puerto por defecto de Asterisk es 5060 (bindport=5060)
srvlookup	Con “yes” se habilita el acceso a servidores por el nombre de dominio.

5.5.5.1.2 Sección de clientes SIP

Cada cliente SIP es identificado por un bloque de texto, el cual sigue el siguiente formato,

[XXX]

type: friend,user o peer

parámetro1= valor

parámetro2= valor

En el anterior formato XXX corresponde al cliente SIP, típicamente es asociado al número de extensión del cliente. Por ejemplo, si la extensión del teléfono SIP es 555, entonces, [XXX]= [555]. También puede ser un nombre arbitrario utilizado por otros archivos de configuración para referirse al dispositivo SIP.

5.5.5.2 Extensions.conf

El archivo `extensions.conf` es sumamente importante en Asterisk, ya que tiene como misión principal definir el plan de discado o plan de numeración que seguirá la central para cada contexto y por tanto para cada usuario. El `extensions.conf` se encuentra en `/etc/asterisk/extesnions.conf`

El archivo `extensions.conf` está compuesto de secciones y contextos.

Hay dos secciones especiales que deben estar siempre presentes:

- `[general]`
- `[globals]`

Estas dos secciones son primordiales para el funcionamiento del Asterisk, las restantes son denominadas contextos y también están definidos con corchetes `[]`.

En el Anexo VIII se explica con detalle cada uno de los aspectos del archivo `extensions.conf`

5.5.5.3 Redirecciones.conf

Es el archivo encargado de proporcionar números telefónicos directos a cada una de las extensiones y es ejecutado por el archivo `extensions.conf`. Es decir, es el archivo donde el Asterisk reedirecciona las llamadas entrantes provenientes de CANTV hacia la extensión correspondiente.

Este archivo se halla en `/etc/asterisk/redirecciones.conf`

5.5.5.4 Entorno Web Polycom

Como su nombre lo indica es un entorno web de Polycom, el cual permite realizar la configuración del teléfono IP.

A este entorno web se ingresa por medio de la dirección IP del teléfono,

POLYCOM SoundPoint IP Configuration

Home General Network SIP Lines

Welcome to the SoundPoint IP Configuration Utility.

Select an area to configure from the menu above.

Line Parameters:

Line 1 Line 2

Line 1

Identification

Display Name	Pablo Romero
Address	1803
Auth User ID	1803
Auth Password	••••
Label	Pablo
Type	<input type="radio"/> Private <input type="radio"/> Shared
Third Party Name	
Num Line Keys	
Calls Per Line Key	
ACD Login Logout	0
ACD Agent Available	0
Ring Type	2

Server 1

Address	172.16.1.5
Port	
Transport	DNSnaptr
Expires	
Register	
Retry Time Out	
Retry Max Count	
Line Seize Time Out	

Información que aparece en la pantalla del teléfono

Dirección IP donde se encuentra el Asterisk

Figura 32. Ventana del Entorno Web Polycom

5.5.5.5 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

Asigna una dirección IP de forma permanente al teléfono la primera vez que hace la solicitud al servidor DHCP, de esta forma cada teléfono IP posee una dirección IP privada única. Además le indica donde buscar los archivos de configuración del teléfono IP.

Se coloca la dirección MAC del teléfono y se le asigna una dirección IP.

```
host Nombre-Usuario-Extensión {  
    option host-name " Nombre-Usuario-Extensión";  
    hardware ethernet XX:XX:XX:XX:XX:XX;  
    fixed-address 170.11.4.10;  
}
```

5.5.5.6 TFTPBOOT

Este archivo se encuentra en `var/lib/tftpboot` y es el encargado de proveer los parámetros iniciales de configuración del teléfono IP, vía protocolo TFTP. Trabaja en conjunto con el Entorno Web Polycom.

En este directorio se deben encontrar los siguientes archivos,

Dirección-MAC.cfg

Dirección-MAC.0001, donde están presentes los archivos,

Dirección-MAC.0001.phone.cfg

Dirección-MAC.0001 sip.cfg

en donde se encuentra toda la configuración inicial del teléfono.

5.5.6 Configuración de la PBX Asterisk del Ministerio

Primeramente se deben configurar los archivos `zaptel.conf` y `unicall.conf`, de los cuales su configuración fue debidamente descrita anteriormente.

`zaptel.conf`

```
span=1,1,0,cas,hdb3
cas=1-15:1101
cas=17-31:1101
span=2,1,0,cas,hdb3
cas=32-46:1101
cas=48-62:1101
loadzone=us
defaultzone=us
```

`unicall.conf`

```
[channels]
usecallerid=yes
hidecallerid=no
callwaitingcallerid=yes
threewaycalling=yes
transfer=yes
cancallforward=yes
callreturn=yes
echocancel=yes
echocancelwhenbridged=yes
echotraining=yes
rxgain=0.0
txgain=0.0
callgroup=1
language=es
pickupgroup=1
immediate=yes
musiconhold=default
callerid=asreceived
protocolclass=mfc2
protocolvariant=ve,10,12
protocolend=co
group=1
faxdetect=yes
loglevel=255
context=entrantes
channel => 1-15
channel => 17-31
channel => 32-46
channel => 48-62
```

Luego se debe configurar los parámetros generales en el archivo `sip.conf` y `extensions.conf`

5.5.6.1 Configuración del Archivo sip.conf

En el archivo sip.conf la configuración es la siguiente,

```
[general]
bindport=5060
bindaddr=0.0.0.0
srvlookup=yes
externip=200.7.102.101
localnet=172.16.0.0/255.255.0.0
nat=yes
```

Todos los usuarios SIP tendrán los siguientes parámetros,

```
[1802]
;ELEAZAR TOVAR
callerid="Redes y Servidores"<1802>
username=Redes y Servidores
type=friend
context=Ext-Loc-Cel-P1
secret=xxxxx
host=dynamic
dtmfmode=rfc2833
careinvite=yes
allow=ulaw
progressinband=no
qualify=2000
callgroup=1
pickupgroup=1
```

[1802] => número de la extensión

callerid="Redes y Servidores"<1802> => "Nombre del usuario"<Nº extensión>

username= Redes y Servidores => Nombre del usuario

type=friend => significa que es posible recibir y realizar llamadas

context=Ext-Loc-Cel-P1 =>este contexto permite realizar llamadas a extensiones, teléfonos locales, nacionales e internacionales -el funcionamiento de este contexto se explicará más adelante-.

secret=xxxx => es la contraseña de validación del teléfono, debe ser la misma que la del entorno web Polycom

host=dynamic => permite cualquier IP pero necesita de la contraseña de validación para el registro del teléfono

dtmfmode=rfc2833=> permite que los tonos DTMF sean transmitidos de parte a parte usando el protocolo RTP.

careinvite=yes => permite la transferencia de información RTP de teléfono a teléfono.

allow=ulaw =>habilita el codec G.711 ley u

progressinband=no =>permite siempre el timbrado del teléfono

qualify=2000=> espera 2000ms para esperar la respuesta del teléfono si no es así el teléfono se considera fuera de alcance.

callgroup=1 => el teléfono pertenece al grupo 1

pickupgroup=1 => el teléfono puede capturar las llamadas del grupo 1

5.5.6.2 Configuración del Archivo extensions.conf

En el archivo extensions.conf la configuración necesaria es la siguiente,

```

[general]
static = yes
writeprotect = no
#include <redirecciones.conf>; hace referencia y ejecuta el archivo
redirecciones.conf

[globals]
CONSOLE => Console/dsp; Cliente de consola de Linux, driver para placas de
sonido (OSS o ALSA).
TRUNK => Zap/g2
PRIO => 0
CANAL => 16
CANALR => 34

[entrantes]; contexto configurado en el archivo unicall.conf para la recepción de
llamadas provenientes de CANTV
include => redirec; contexto dentro del archivo redirecciones.conf

```

CANAL => 16; Indica que la variable CANAL=16(canal 16 al 31 son para la comunicación con la PSTN)

CANALR => 34; Indica que la variable CANAL=34 (canal 34 al 63 son para la comunicación con la NEC, los canales 33 y 34 los utiliza la PBX NEC para el desborde hacia el Asterisk.)

5.5.6.2.1 Comunicación Asterisk/NEC

Esta comunicación se logra con la creación de un contexto –dentro del archivo extensions.conf- el cual permite realizar llamadas desde un teléfono IP conectado al Asterisk hacia la PBX NEC. Este contexto fue llamado [NEC-Extensiones], y se muestra a continuación,

```

[NEC-Extensiones]
exten => _XXXX,3,Set(CANALR=${${CANALR} + 1})
exten => _XXXX,4,Dial(Unicall/${CANALR}/${EXTEN})
exten => _XXXX,5,GotoIf("${CANALR}" = "63"?6:3)

```

Este contexto se encuentra dentro de otros contextos los cuales serán mostrados más adelante, este algoritmo funciona de la siguiente forma, recibe 4 dígitos, define ahora

a CANALR=CANALR+1, luego crea un canal Unicall en el canal CANALR+1 y envía la información a la PBX NEC. La tercera línea de comando es utilizada para realizar un barrido de canales hasta conseguir un canal libre, hasta llegar al canal 63, si se llega hasta este canal automáticamente el Asterisk cuelga la llamada, es decir todos los canales dirigidos a la PBX NEC se encuentran ocupados.

La única diferencia que presentarán los usuarios SIP es en el contexto, en el ministerio existen 3 diferentes contextos para las llamadas salientes, los cuales son,

- **Ext-Loc-Cel-P1:** este contexto permite realizar llamadas a extensiones tanto IP como analógica o digital, teléfonos locales y nacionales.

```
[Ext-Loc-Cel-P1]
PRIO => 1
exten => _XXXX,1,Dial(SIP/${EXTEN},40,tTr)
exten => _XXXX,2,Dial(IAX2/${EXTEN},40,tTr)
include => NEC-Extensiones
exten => _XXXX,6,hangup()
exten => _XXX,1,Dial(SIP/${EXTEN},40,tTr)
exten => _XXX,2,Dial(IAX2/${EXTEN},40,tTr)
exten => _XXX,3,hangup()
include => llamar
```

A continuación serán mostrados los contextos [llamar] y [NEC-Extensiones], donde el primero de ellos permite la llamada hacia celulares, locales y nacionales y el segundo contexto permite las llamadas hacia los teléfonos de la PBX NEC. Este contexto es primordial para la comunicación entre Asterisk y NEC.

```

[llamar]
exten => _9.,1,GotoIf(["${EXTEN:1:3}" = "041"]?200) ;Celular
exten => _9.,2,GotoIf(["${LEN(${EXTEN:1})}" = "7"]?200) ;Local
exten => _9.,3,GotoIf(["${LEN(${EXTEN:1})}" = "3"]?100) ;Extension
exten => _9.,4,GotoIf(["${LEN(${EXTEN:1})}" = "11"]?200)
exten => _9.,200,Set(CANAL=${CANAL} + 1)
exten => _9.,201,Dial(Unicall/${CANAL}/${EXTEN:1}) ;Barre todos los canales
exten => _9.,202,GotoIf(["${CANAL}" = "31"]?206) ;Si llega al 31 cualega la llamada
exten => _9.,203,GotoIf(["${PRIO}" != "1"]?205:204) ;Si la prioridad no es uno solo
barre hasta el 27
exten => _9.,204,Goto(200) ;dejando 7 canales libres para los de prioridad 1
exten => _9.,205,GotoIf(["${CANAL}" = "27"]?206:200)
exten => _9.,206,hangup()

```

```

[NEC-Extensiones]
exten => _XXXX,3,Set(CANALR=${CANALR} + 1)
exten => _XXXX,4,Dial(Unicall/${CANALR}/${EXTEN})
exten => _XXXX,5,GotoIf(["${CANALR}" = "63"]?6:3)

```

- **Ext-Loc-Cel-intnac-P1:** permite llamadas hacia cualquier tipo de extensiones, local, nacional, celular e internacional,

```

[Ext-Loc-Cel-intnac-P1]
PRIO => 1
exten => _XXXX,1,Dial(SIP/${EXTEN},40,tTr)
exten => _XXXX,2,Dial(IAX2/${EXTEN},40,tTr)
include => NEC-Extensiones
exten => _XXXX,6,hangup()
exten => _XXX,1,Dial(SIP/${EXTEN},40,tTr)
exten => _XXX,2,Dial(IAX2/${EXTEN},40,tTr)
exten => _XXX,3,hangup()
include => internacional
include => nacional
include => llamar

```

Los contextos NEC-Extensiones y llamar presentes en este contexto son los mismos que los mostrados anteriormente.

El `include=>internacional` permite las llamadas internacionales y el `include => nacional` las nacionales,

```
[internacional]
exten => _900.,1,Dial(Unicall/29/${EXTEN:1})
[nacional]
exten => _90.,1,Dial(Unicall/30/${EXTEN:1})
```

- **Ext:** permite únicamente llamadas hacia teléfonos IP,

```
[Ext]
PRIO => 1
exten => _XXXX,1,Dial(SIP/${EXTEN},40,tTr)
exten => _XXXX,2,hangup()
```

5.5.6.3 Configuración del Archivo `redirecciones.conf`

Este archivo comienza con,

```
[redirec]; para que el extensions.conf sepa que es el contexto que va ejecutar
```

Para que un teléfono posea un número directo se debe configurar el archivo `redirecciones.conf` de la siguiente manera,

```
exten => _596,3,Dial(Unicall/${CANALR}/1801), si es digital o analógico
exten => _597,2,Dial(SIP/1802,40,tTr), si el teléfono es IP
```

De esta forma cuando llamen al 5095596 Asterisk buscará un canal libre y hará repicar al teléfono perteneciente a la PBX NEC 1801, y si llaman al 5095597 repicará a la extensión IP 1802.

5.6 Configuración del Desborde desde la PBX NEC hacia la PBX Asterisk

Para la configuración del desborde es necesaria la utilización de los siguientes comandos,

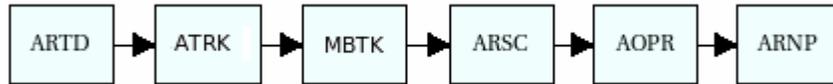


Figura 33. Diagrama para la Configuración del Desborde de la PBX NEC hacia el Asterisk

La función de estos comandos ya fueron descritos anteriormente, y la configuración de estos es muy similar a la realizada previamente, por lo tanto sólo se hará referencia a los parámetros que cambian.

La ruta 3 fue escogida para el desborde y cuenta con dos troncales

- **ARTD**

Tabla 9. Cambios de Asignación de CDN para el Desborde de la PBX NEC hacia el Asterisk

CDNs	Justificación de los Cambios
CDN-1: ONSG=2	Con ONSG= 2 la ruta provee segundo tono luego de marcar el 9, para luego discar el número al cual se quiere llamar
CDN5-TF= 1	Con TF= 1 la ruta se configura para que la comunicación sea saliente de la PBX NEC

- **ATRK**

Las dos troncales pertenecientes a la ruta 3 fueron configuradas en los LENS 000202 y 000201.

- **MBTK**

Se desocuparon las dos troncales.

- **ARSC**

Se configuró el RRI 3: Restricción de llamada saliente con el valor 2, con esta

configuración se verifica las restricciones del teléfono. Se realizó de esta manera para que los teléfonos que deban introducir una clave para llamar hacia la PSTN, aún cuando utilicen el desborde igualmente le solicite la clave.

- **AOPR**

Para el Patrón Numérico de selección de ruta saliente (OPR) correspondiente para las llamadas hacia la PSTN, se configuró el parámetro SKIP de la siguiente forma,

SKIP= 0, de esta forma no se borra ningún dígito. Envía el 9+número telefónico hacia el Asterisk.

- **ARNP**

Se debe asignar ACC=9 para la ruta designada para el desborde.

5.7 Funcionamiento de la Integración Asterisk-NEC

El funcionamiento es simple y se puede dividir en 3 casos:

a) Llamada desde un teléfono IP hacia uno analógico o digital (perteneciente a la PBX NEC)

Se inicia la llamada con los dígitos marcados por el usuario, al no comenzar con el dígito 9, el Asterisk resuelve que es una llamada interna, e intenta crear un canal SIP, IAX o Unicall, comparando los dígitos marcados con los usuarios SIP e IAX del Asterisk, al no poder crear ninguno de estos canales –porque no pertenecen a ninguna extensión SIP o IAX-, automáticamente el Asterisk enruta la llamada a través del E1 conectado con la PBX NEC, enviando a esta el número de la extensión con la cual se quiere comunicar, si aquel número discado por el usuario está asignado en la PBX NEC, ésta originará un repique en el teléfono de destino y una vez que es contestado

comienza el intercambio de audio.

b) Llamada desde un teléfono analógico o digital (perteneciente a la PBX NEC) hacia uno IP

Se inicia la llamada con los dígitos marcados por el usuario, al no comenzar con el dígito 9, la PBX NEC resuelve que es una llamada interna, y accede a su base de datos para verificar si aquel número discado pertenece a ella misma o está configurado para ser enviada a través del E1 conectado con el Asterisk; una vez que la PBX NEC envía el número discado por el usuario al Asterisk, este intenta crear un canal SIP, IAX comparando los dígitos marcados con los usuarios SIP e IAX del Asterisk, éste originará un repique en el teléfono de destino y una vez que es contestado comienza el intercambio de audio.

c) Desborde desde la PBX NEC hacia el Asterisk

Cuando un usuario telefónico perteneciente a la PBX NEC disca como primer número el 9, la PBX resuelve que es una llamada hacia la PSTN, si todas las líneas de salientes se encuentran ocupadas la PBX NEC enruta la llamada hacia el Asterisk, manteniendo el 9 antes del número al cual se desea llamar, para que el Asterisk interprete que es una llamada hacia la PSTN y se pueda completar la comunicación.

CAPÍTULO VI

ESTUDIO FINAL DEL TRÁFICO GENERADO POR LA RED INTERNA TELEFÓNICA DEL MINISTERIO

6.1 Tráfico Final Generado por la PBX Asterisk

Se debe realizar nuevamente el estudio del tráfico generado por el Asterisk para comprobar que el dimensionamiento realizado en el capítulo I es ajustado a la realidad.

Finalmente la cantidad de usuarios (líneas telefónicas IP) que posee internamente el ministerio 60 líneas telefónicas IP.

Con la fórmula de Erlang,

$$A = \frac{N^{\circ} \text{ llamadas } _{en} _{hora} _{pico} \times \text{duración } _{de} _{llamada}(\text{seg})}{3600}$$

y las estadísticas generadas por el tarificador del Asterisk (CDR) se podrá establecer si se está ofreciendo un servicio adecuado a los usuarios del ministerio, con respecto a las llamadas salientes.

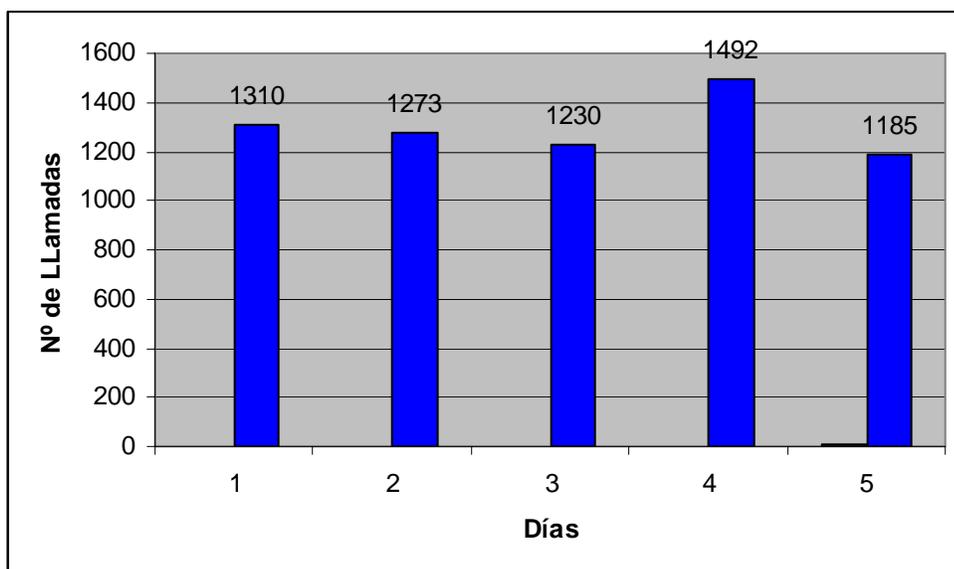


Gráfico 3. Número de Llamadas por Día Generadas por la PBX Asterisk

Las estadísticas promediaron un total de 1298 llamadas por día con una duración promedio de cada llamada de 177 segundos (2:57 min).

Asumiendo que las llamadas en hora pico son el 15% de las llamadas diarias totales, se tiene que:

$$N^{\circ} \text{ llamadas en hora pico} = 1298 \times 0,15 = 194,7$$

$$N^{\circ} \text{ llamadas en hora pico} = 194$$

Con estos datos se procede a calcular el tráfico telefónico en Erlangs:

$$A = \frac{194 \times 177}{3600} = 9,53$$

Una vez calculado los erlangs, se procede a buscar en la tabla de tráfico de Erlang B, con su respectivo grado de servicio, la cantidad de líneas telefónicas necesarias:

N/B	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.596
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514	8.191
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856	9.800
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213	11.42
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58	13.05
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.685	11.95	14.68
11	2.722	3.329	3.651	4.610	5.160	5.842	7.076	8.487	9.691	10.86	13.33	16.31
12	3.207	3.878	4.231	5.279	5.876	6.615	7.950	9.474	10.78	12.04	14.72	17.95
13	3.713	4.447	4.831	5.964	6.607	7.402	8.835	10.47	11.87	13.22	16.11	19.60
14	4.239	5.032	5.446	6.663	7.352	8.200	9.730	11.47	12.97	14.41	17.50	21.24
15	4.781	5.634	6.077	7.376	8.108	9.010	10.63	12.48	14.07	15.61	18.90	22.89
16	5.339	6.250	6.722	8.100	8.875	9.828	11.54	13.50	15.18	16.81	20.30	24.54
17	5.911	6.878	7.378	8.834	9.652	10.66	12.46	14.52	16.29	18.01	21.70	26.19
18	6.496	7.519	8.046	9.578	10.44	11.49	13.39	15.55	17.41	19.22	23.10	27.84
19	7.093	8.170	8.724	10.33	11.23	12.33	14.32	16.58	18.53	20.42	24.51	29.50
20	7.701	8.831	9.412	11.09	12.03	13.18	15.25	17.61	19.65	21.64	25.92	31.15

Figura 34. Tráfico Erlang B Generado por la PBX Asterisk
Fuente: http://www. Ittc.ku.edu/EECS/EECS_863.frost/erlang-table.pdf

Para un grado de servicio de 5 %, es decir, 95 % de llamadas libres de bloqueo serán necesarios 14 canales telefónicos.

Para un grado de servicio de 10 %, serán necesarios 12 canales telefónicos.

Se observa que los resultados concuerdan con el dimensionamiento que se realizó anteriormente. Se cuenta con 15 canales entrantes.

6.2 Tráfico Final Generado por Llamadas Entrantes sobre la PBX Asterisk

Para las llamadas entrantes, hay que tomar en cuenta no sólo las llamadas dirigidas a teléfonos IP sino también a los NEC.

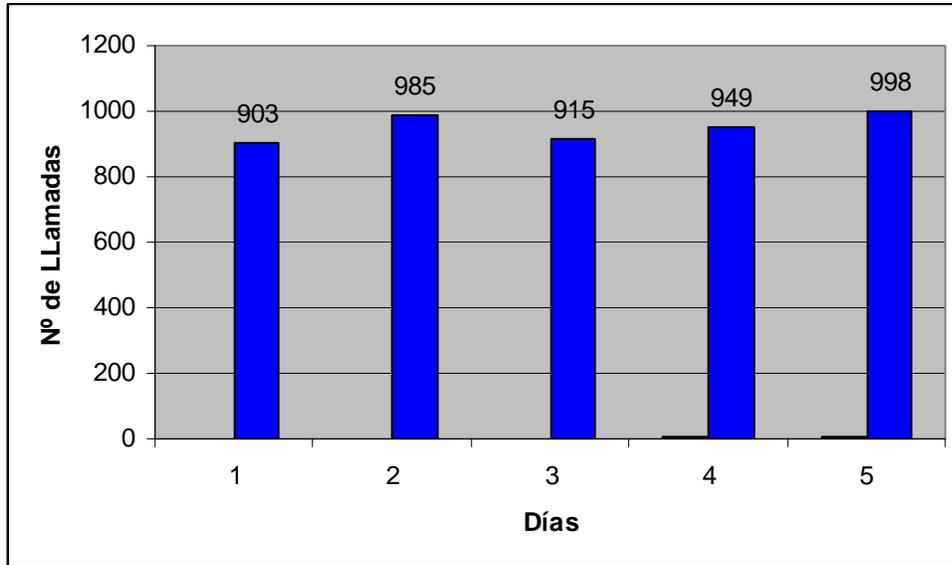


Gráfico 4. Número de Llamadas por Día Entrantes a la PBX Asterisk

Las estadísticas promediaron un total de 950 llamadas por día con una duración promedio de cada llamada de 185 segundos (3:05 min).

$$N^{\circ} \text{ llamadas } _{en} _{hora} _{pico} = 950 \times 0,15 = 142,5$$

$$N^{\circ} \text{ llamadas } _{en} _{hora} _{pico} = 142$$

$$A = \frac{142 \times 185}{3600} = 7,29$$

Para un grado de servicio de 5 %, serán necesarios 11 canales telefónicos.

Para un grado de servicio de 10 %, serán necesarios 10 canales telefónicos.

Estos resultados son satisfactorios debido a que con respecto a las llamadas entrantes se cuenta con 15 canales telefónicos, más que suficientes para proveer un buen servicio telefónico.

CONCLUSIONES

La utilización de la tecnología VoIP resulta beneficiosa a nivel económico por el hecho de utilizar la red de datos existente para la transmisión de voz, y así prescindir de una inversión extra para la instalación de una red dedicada a la telefonía. Además la VoIP es perfectamente integrable con la red PSTN de CANTV a través, tanto de canales analógicos como digitales compatibles con las características técnicas provistas por dichos canales de CANTV; y con otros sistemas telefónicos como otras PBXs.

Actualmente el ministerio cuenta con las dos centrales telefónicas integradas, lo cual proporciona una comunicación más efectiva entre los usuarios de la institución, generando así una reducción en el gasto producido por las llamadas entre los teléfonos conectados a diferentes PBXs.

Esta integración es transparente para los usuarios, ya que se cumplió el objetivo pretendido con el cambio de numeración, en donde todas las extensiones son configuradas con la misma cantidad de dígitos y además seguían un orden específico.

Desde el punto de vista actual del gobierno venezolano, el cual promueve la independencia tecnológica, la PBX Asterisk cumple con las características requeridas y promovidas por el estado, al permitir el control absoluto de tanto la configuración y del mantenimiento de dicha PBX, descartando así la necesidad de contratar y solicitar soporte de alguna empresa.

Contrariamente, la PBX NEC limita la operabilidad, mantenimiento y así como también el crecimiento de la red telefónica, lo cual al compararla con la PBX Asterisk, deja a esta última en una posición ventajosa. Pero, es importante destacar una característica de la PBX NEC, que al ser un sistema analógico (también digital)

permite la correcta transmisión de fax, servicio que no puede ser ofrecido con fiabilidad por la tecnología de VoIP, y por lo tanto por la PBX Asterisk.

RECOMENDACIONES

Para mantener un adecuado servicio telefónicos se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Para mantener el orden estructural del plan de numeración, la asignación de los números de extensiones y directos se debe realizar bajo las siguientes condiciones:
 - Los 2 primeros dígitos de las extensiones deben coincidir con los asignados a la oficina donde se instalará el nuevo teléfono. Los 2 últimos dígitos deben ser los siguientes dígitos al último teléfono asignado a dicha oficina.
 - El número de teléfono directo correspondiente debe ser asignado dentro del rango de crecimiento de cada oficina, que varía entre 5 y 7 números directos, obviamente siguiente al último número fijado.
2. Para mantener un grado de servicio adecuado con respecto a las llamadas salientes generadas por ambas PBXs, se debe limitar la cantidad de usuarios telefónicos basados en los valores sugeridos para cada una de éstas en el Anexo I.
3. Realizar cada semana un mantenimiento preventivo, el cual consiste en verificar el estado de los leds pertenecientes a cada una de las tarjetas que integran la PBX NEC. Con respecto al Asterisk, por ser un software, el mantenimiento consiste en el monitoreo de las llamadas y/o procesos realizados por esta PBX.
4. Realizar un estudio concerniente a la implementación de la herramienta NAT para la integración de usuarios (teléfonos o incluso Asterisk) que se encuentren físicamente fuera de la sede del ministerio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Calero Talán, Alejandro. “Redes Telefónicas Públicas Conmutadas”, **EN:** http://ingenierias.uanl.mx/1/pdf/1_Calero_Alejandro_Redetes_telefonicas.pdf
- [2] Fuenmayor, Carlos. “Guía de Sistemas de Telecomunicaciones II”, (Guía Teórica). Título Independiente. p.p 60-61.
- [3] Goncalves, Flavio. “Asterisk PBX” (Guía Teórica y Práctica). Título Independiente. p.p 97-127.
- [4] “Foro VoIP- Voz sobre IP- Asterisk”, **EN:** <http://www.voipforo.com/>
- [5] Davidson, Jonathan; Peters, James. “Fundamentos de Voz sobre IP”, (Libro). – Cisco Press. Capítulo 8, p.p 161-181.
- [6] Sánchez Ruiz, Domingo. “Protocolo de Datagramas de Usuario (RFC 768)”, **EN:** <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc0768-es.txt>
- [7] Marcelín, Ricardo; Rodríguez, Miguel. “Sistemas de Ancho de Banda Limitado”, **EN:** <http://www.mcc.unam.mx/~cursos/Algoritmos/javaDC99-1/resumen8.html>
- [8] Agudelo, Oscar. “RTP, Protocolo Para Aplicaciones Multimediales”, **EN:** <http://www.arcesio.net/rtp/rtp.html>
- [9] “Introducción a QoS”, **EN:** <http://www.microsoft.com/technet/prodtechnol/windowsserver2003/es/library/serverhelp/3d556d54-56eb-4412-a2a9-3c97387ec2b3.mspx>
- [10] “Soluciones Asterisk de Centralita IP”, **EN:** <http://www.quarea.com/files/imce/AsteriskA4-e.pdf>

BIBLIOGRAFÍAS

Davidson, Jonathan; Peters, James. Fundamentos de Voz sobre IP, Cisco Press.1998.

Gomillion, David; Dempster, Barrie. Building Telephony Systems with Asterisk Packt Publishing. 2005.

Nelly, Timothy. VoIP For Dummies. Wiley Publishing. 2005.

Porter, Thomas. Practical VoIP Security. Syngress Publishing. 2006

Tanenbaum, Andrews S. Redes de Computadoras, Prentice Hall, 1996.

Van Meggelen Jim ; Smith. Asterisk: The Future of Telephony. O'Reilly Media, Inc. 2005

Fuenmayor, Carlos. “Guía de Sistemas de Telecomunicaciones II”, Título Independiente 2004

Goncalves, Flavio. “Asterisk PBX”, Título Independiente 2007

Asterisk Introduction

<http://www.voip-info.org/wiki/view/Asterisk+introduction>

[Consulta: Junio 2007]

Asterisk Installation

<http://www.voip-info.org/wiki/index.php?page=Asterisk+installation+tips>

[Consulta: Junio 2007]

Asterisk Configuration sip.conf

<http://www.voip-info.org/wiki/index.php?page=Asterisk+config+sip.conf>

Asterisk Configuration extensions.conf

<http://www.voip-info.org/wiki/index.php?page=Asterisk+config+extensions.conf>

Asterisk Configuration zaptel.conf

<http://www.voip-info.org/wiki/index.php?page=Asterisk+config+zaptel.conf>

Asterisk MFC-R2

<http://www.voip-info.org/wiki/view/Asterisk+MFC+R2>

Tarjetas Digium

<http://www.digium.com/en/products/digital/>

Asterisk

<http://voip.megawan.com.ar/doku.php/asterisk>

Foro VoIP- Voz sobre IP- Asterisk

<http://www.voipforo.com/>

ANEXOS

ANEXO I

DIMENSIONAMIENTO RECOMENDADO DEL SISTEMA

Análisis de Tráfico para la Recomendación de Máximo Números de Usuarios IP

Esta recomendación se basa en la cantidad de canales de salida que posee la PBX Asterisk para conectarse con la PSTN de CANTV.

La PBX Asterisk cuenta con 15 canales de salida, por lo tanto, para que no se produzca una cantidad de bloqueo de llamadas salientes por encima de lo previsto, se debe limitar la asignación de teléfonos IP a los empleados del ministerio.

Para el cálculo del máximo número de usuarios IP, se utilizará nuevamente el cálculo de Erlangs, con los siguientes datos:

Nº de circuitos: 15

Grado de Servicio: 5% y 10%

$$A = \frac{N^{\circ} \text{Usuarios} \times N^{\circ} \text{llamadas por hora} \times \text{duración de llamada (seg)}}{3600}$$

Con estos datos y con un simple despeje de la fórmula de Erlang se obtiene se obtiene lo siguiente:

Erlang B Traffic Table												
Maximum Offered Load Versus B and N												
B is in %												
N/B	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.596
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514	8.191
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856	9.800
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213	11.42
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58	13.05
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.685	11.95	14.68
11	2.722	3.329	3.651	4.610	5.160	5.842	7.076	8.487	9.691	10.86	13.33	16.31
12	3.207	3.878	4.231	5.279	5.876	6.615	7.950	9.474	10.78	12.04	14.72	17.95
13	3.713	4.447	4.831	5.964	6.607	7.402	8.835	10.47	11.87	13.22	16.11	19.60
14	4.239	5.032	5.446	6.663	7.352	8.200	9.730	11.47	12.97	14.41	17.50	21.24
15	4.781	5.634	6.077	7.376	8.108	9.010	10.63	12.48	14.07	15.61	18.90	22.89

Máximo Nº de Usuarios IP

Grado de Servicio	Erlangs	Nº de usuarios IP
5%	10,63	70
10%	12,48	83

Basados en estos resultados, el número máximo de usuarios IP no debe exceder de 83 usuarios, para así garantizar el grado de servicio establecido.

Se debe considerar que si excede este número de usuarios, el servicio ofrecido con respecto a las llamadas salientes no será el adecuado, por lo tanto si esto sucede, es imperante la adquisición de una nueva tarjeta TE205P, así como también de un nuevo E1 provisto por CANTV.

ANEXO II

**IMPACTO DEL CODEC UTILIZADO SOBRE LA RED DEL
MINISTERIO**

A pesar del poco ancho de banda utilizado por los codecs, las cabeceras IP, UDP y RTP de los paquetes de voz produce una sobrecarga. En el caso de la red del ministerio, la cual es una red Ethernet se tiene que adicionar el encabezado Ethernet.

El codec utilizado por Asterisk en el ministerio es el G.711 (64 Kbps), por lo tanto, el ancho de banda producido por una llamada será el siguiente,

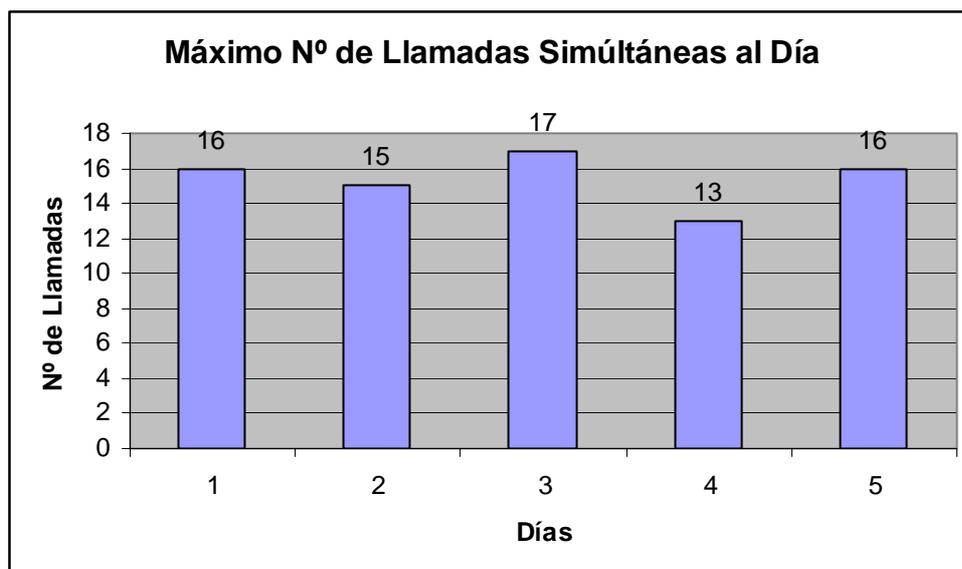
Red Ethernet (Ethernet+IP+UDP+RTP+G.711)=95,2Kbps

Este cálculo fue realizado con la calculadora provista por asteriskguide.com, a la cual se puede acceder con la dirección,

<http://blog/asteriskguide.com/bandcalc.php>

Durante 5 días continuos se monitoreó la actividad del Asterisk y se pudo observar que las horas donde se realizaban más llamadas (salientes, entrantes e internas) simultáneas era entre las 11am-12pm y 2pm-3pm. En la siguiente tabla se muestra la cantidad máxima de llamadas realizadas en las horas antes mencionadas.

Máximo N° de Llamadas Simultáneas por Día



Lo cual promedia un total de 15,4 llamadas simultáneas, redondeando por arriba para que la estimación sea mejor, serán 16 llamadas simultánea.

Con los resultados anteriores el ancho de banda necesario para el manejo de las llamadas (en el Asterisk) será,

$$AB = \text{Llamada en Red Ethernet} * 16 = 95,2 \text{Kbps} * 16$$

$$AB = 1523,2 \text{ Kbps} = 1,5232 \text{ Mbps}$$

Este ancho de banda puede ser reducido con la utilización de otros codecs, por ejemplo, el G.729 (el cual tiene un costo por licencia).

$$\text{Red Ethernet (Ethernet+IP+UDP+RTP+G.729)} = 31,2 \text{Kbps}$$

$$AB = 31,2 \text{Kbps} * 16 = 504 \text{ Kbps}$$

Con la utilización del codec G.729 se reduce más de la mitad del ancho de banda necesario para el manejo de las llamadas.

ANEXO III

UBICACIÓN DE EXTENSIONES DIGITALES Y ANALÓGICAS EN EL CUARTO DE SERVIDORES

A continuación se presenta una tabla con la información de la ubicación de cada una de las extensiones en el rack del cuarto de servidores del ministerio.

Panel	Puerto	Analógica	Digital	Panel	Puerto	Analógica	Digital	Panel	Puerto	Analógica	Digital
1	1		1107	2	1	Libre		3	1	1601	
1	2	1108		2	2		Libre	3	2	2601	
1	3	2400		2	3	2911		3	3		Libre
1	4	5056(FAX)		2	4	No Usar		3	4	1603	
1	5	2401		2	5	No Usar		3	5		Libre
1	6		Libre	2	6	2901		3	6	1600	
1	7	5032(FAX)		2	7	5004(FAX)		3	7	5117(FAX)	
1	8		1400	2	8		2900	3	8	1602	
1	9		1500	2	9	2904		3	9	1109	
1	10	Libre		2	10	2305		3	10	Libre	
1	11		1703	2	11	2306		3	11	8001	
1	12		1104	2	12	2906		3	12	Libre	
1	13		1103	2	13		2903	3	13	Libre	
1	14	1100		2	14	2002		3	14	Libre	
1	15	1102		2	15		Libre	3	15	1002	
1	16	1101		2	16	2104		3	16	1005	
1	17	1702		2	17		2004	3	17	Libre	
1	18	1700		2	18		2100	3	18		1004
1	19	1701		2	19		3300	3	19	Libre	
1	20	Libre		2	20		2000	3	20	Libre	
1	21	1501		2	21	Libre		3	21	Libre	
1	22	1401		2	22	2003		3	22	Libre	
1	23	3500		2	23	No Usar		3	23	2913	
1	24	5082(FAX)		2	24	No Usar		3	24	3301	
1	25		1704	2	25	2001		4	130	1003	
1	26	Libre		2	26	No Usar		4	131	1001	
1	27	1401		2	27	2303					
1	28	No Usar		2	28	3201					
1	29	No Usar		2	29	2905					
1	30		8000	2	30	2909					
1	31	8005		2	31	2307					
1	32	8003		2	32	2309					
1	33	8004		2	33	Libre					
1	34	5106(FAX)		2	34	2308					
1	35	Libre		2	35	2501					
1	36	2912		2	36	Libre					
1	37	1106		2	37	Libre					
1	38	No Usar		2	38	Libre					
1	39	Libre		2	39	Libre					
1	40	2902		2	40	Libre					
1	41	2304		2	41	Libre					
1	42		Libre	2	42	2502					

Panel	Puerto	Analógica	Digital	Panel	Puerto	Analógica	Digital	Panel	Puerto	Analógica	Digital
1	43	Libre		2	43	Libre					
1	44	2908		2	44	Libre					
1	45		2302	2	45	2500					
1	46	5035(FAX)		2	46	Libre					
1	47	2008		2	47	Libre					
1	48	2006		2	48	Libre					

Ubicación de Extensiones Digitales y Analógicas en el Cuarto de Servidores

ANEXO IV

**DIRECTORIO TELEFÓNICO DEL MINISTERIO DEL PODER
POPULAR PARA LA CULTURA**

Una de las acciones a tomar luego de la configuración del plan de numeración fue la información a los empleados del ministerio del cambio, para lo cual se creó un Directorio Telefónico del Ministerio del Poder popular para la Cultura, el cual es mostrado a continuación.

 MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA CULTURA		OFICINA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN NUEVO PLAN DE NUMERACIÓN MPPPC		DIRECCIÓN PROYECTO	
		OFICINA	EXTENSIÓN	DIRECTO	
RECURSOS HUMANOS	Secretaría		1001	509XXXXX	
	Dirección de Planificación y Desarrollo		1002	509XXXXX	
	Administración de RRHH		1003	509XXXXX	
	Dirección de Administración de RRHH		1005	509XXXXX	
ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS	Tesorería		1100	509XXXXX	
	Secretaría		1101	509XXXXX	
	Orden de Pago		1102	509XXXXX	
	Compras		1105	509XXXXX	
	Bienes y Servicios		1106	509XXXXX	
	Bienes y Servicios		1107	509XXXXX	
	Bienes y Servicios		1108	509XXXXX	
	Almacén		1109	509XXXXX	
	Asistencia Jurídica		1200	509XXXXX	
ATENCIÓN AL CIUDADANO	Asistencia Administrativa		1202	509XXXXX	
	Entes Adscritos al Ministerio		1203	509XXXXX	
	Entes Adscritos al Ministerio		1204	509XXXXX	
	Entes Adscritos al Ministerio		1205	509XXXXX	
	Entes Adscritos al Ministerio		1206	509XXXXX	
	Dirección de Asuntos Públicos		1301	509XXXXX	
DIRECCIÓN DE COMUNICACIÓN	Dirección de Medios		1302	509XXXXX	
	Comunicación		1303	509XXXXX	
	Dirección de Decreto y Resolución		1401	509XXXXX	
CONSULTORÍA JURÍDICA	Dirección de Contratos y Convenios		1402	509XXXXX	
	Dirección de Control Posterior		1501	509XXXXX	
AUDITORÍA INTERNA	Dirección de Determinación y Responsabilidad		1502	509XXXXX	
	Gestión de Pasajes Aéreos		1600	509XXXXX	
DIRECCIÓN DE RELACIONES INTERNACIONALES	Dirección de Políticas Estratégicas Internacionales		1601	509XXXXX	
	Asistencia a la Dirección		1602	509XXXXX	
	Dirección de Gestión Internacional		1603	509XXXXX	
	Gestión Internacional		1604	509XXXXX	
	Políticas Estratégicas Internacionales		1605	509XXXXX	

PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA Y PRESUPUESTO	Análisis de Presupuesto	1700	509XXXXX
	Dirección de Presupuesto	1701	509XXXXX
	Dirección de Planificación	1702	509XXXXX
	Secretaría	1704	509XXXXX
	Presupuesto	1705	509XXXXX
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN	Soporte Técnico	1800	509XXXXX
	Dirección de Sistemas	1801	509XXXXX
	Redes y Servidores	1802	509XXXXX
	Dirección de Gestión Tecnológica	1804	509XXXXX
	Dirección de Organización y Sistemas	1805	509XXXXX
DESPACHO DEL VICEMINISTRO DE IDENTIDAD Y DIVERSIDAD CULTURAL	Asistencia al Despacho del Viceministerio	1901	509XXXXX
	Dirección del Viceministerio de Identidad y Diversidad Cultural	1902	509XXXXX
DESPACHO DEL VICEMINISTRO DE DESARROLLO HUMANO	Asistencia al Despacho del Viceministerio	2001	509XXXXX
	Dirección de Diseño de Políticas Culturales de Desarrollo Humano	2003	509XXXXX
	Secretaría del Viceministerio	2004	509XXXXX
	Secretaría del Viceministerio	2005	509XXXXX
	Dirección de Diseño de Coordinación Culturales de Desarrollo Humano	2006	509XXXXX
	Plataforma Comunicacional	2007	509XXXXX
	Asistencia del Despacho del Viceministerio	2101	509XXXXX
DESPACHO DEL VICEMINISTRO DE FOMENTO DE LA ECONOMÍA CULTURAL	Promotora Cultural	2102	509XXXXX
	Dirección	2103	509XXXXX
	Dirección	2104	509XXXXX
	Indicadores	2200	509XXXXX
ESTRATÉGICA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS	Seguimientos	2201	509XXXXX
	Dirección de Análisis Estratégico	2203	509XXXXX
	Dirección de Diversidad Cultural	2204	509XXXXX
	Dirección de Indicadores y Gestión Interna	2205	509XXXXX
	Dirección de Enlace con las Comunidades Inmigrantes	2301	509XXXXX
ENLACE CON LAS COMUNIDADES INMIGRANTES			
ENLACE CON LAS COMUNIDADES EXCEPCIONALES	Dirección de Enlace con las Comunidades Excepcionales	2302	509XXXXX
	Dirección de Enlace con las Comunidades Afrodescendientes	2304	509XXXXX
ENLACE CON LAS COMUNIDADES AFRODESCENDIENTES	Dirección de Enlace con las Comunidades Afrodescendientes	2305	509XXXXX
	Dirección de Enlace con las Comunidades Afrodescendientes	2306	509XXXXX
ENLACE CON LAS COMUNIDADES INDÍGENAS	Dirección de Enlace con las Comunidades Indígenas	2307	509XXXXX
	Dirección de Enlace con las Comunidades Indígenas	2308	509XXXXX

VOZ DE LOS CREADORES	General	2401	509XXXXX
	Asistencia de Voz de los Creadores	2402	509XXXXX
FÁBRICA URBANA	Arquitectos	2501	509XXXXX
	Arquitectos	2502	509XXXXX
	Dirección	2503	509XXXXX
MISIÓN CULTURA	Misión Cultura	2600	509XXXXX
	Misión Cultura	2601	509XXXXX
	Misión Cultura	2602	509XXXXX
IGUALACIÓN LABORAL	Dirección de Igualación Laboral	2700	509XXXXX
FONDO CULTURAL DEL ALBA	Fondo Cultural del Alba	2800	509XXXXX
	Fondo Cultural del Alba	2801	509XXXXX
	Fondo Cultural del Alba	2802	509XXXXX
	Fondo Cultural del Alba	2803	509XXXXX
	Asistencia al Despacho	2901	509XXXXX
	Coordinación Interna	2902	509XXXXX
	Central	2903	509XXXXX
	Archivo	2904	509XXXXX
	Correspondencia	2905	509XXXXX
	Asistencia al Despacho	2906	509XXXXX
	Asistencia al Despacho	2907	509XXXXX
DESPACHO DEL MINISTRO	Asistencia al Despacho	2908	509XXXXX
	Asistencia al Despacho	2909	509XXXXX
	Correspondencia	2910	509XXXXX
	Cocina	2911	509XXXXX
	Vigilancia Despacho	2912	509XXXXX
	Choferes	2913	509XXXXX
	Asistencia al Despacho	2914	509XXXXX
	Asistencia al Despacho	2915	509XXXXX
RED DE INTELLECTUALES Y ARTISTAS EN DEFENSA DE LA HUMANIDAD	Analistas de Prensa	3000	509XXXXX
	Coordinación Red de Intelectuales y Artistas en Defensa de la Humanidad	3001	509XXXXX
	Administración de Red de Intelectuales y Artistas en Defensa de la Humanidad	3002	509XXXXX
EDIFICACIONES CULTURALES	Recepción	3100	509XXXXX
	Edificaciones Culturales	3101	509XXXXX
	Edificaciones Culturales	3102	509XXXXX
	Edificaciones Culturales	3103	509XXXXX
	Edificaciones Culturales	3104	509XXXXX
	Edificaciones Culturales	3105	509XXXXX

TURISMO CULTURAL	Turismo Cultural	3200	509XXXXX
VIGILANCIA Y ESTACIONAMIENTO	Vigilancia Principal	3300	509XXXXX
	Estacionamiento	3301	509XXXXX
	Vigilancia Principal	3302	509XXXXX
FUNDACIÓN EDITORIAL "EL PERRO Y LA RANA"	Asistencia Editorial "El Perro y la Rana"	8000	509XXXXX
	Diseños	8002	509XXXXX
	Corrección	8003	509XXXXX
	Transcripción	8004	509XXXXX
	Producción	8005	509XXXXX

En este directorio es importante resaltar que no aparecen algunos números, esto se debe a que son los números de los directores de las oficinas, lo cual es información confidencial, además los números directos son omitidos por pedido del Ministerio del Poder Popular para la Cultura.

ANEXO V

IMÁGENES DE LA SALA DE SERVIDORES Y LAS PBXS NEC Y ASTERISK

Anexo V.I Imágenes de la Sala de Servidores



Sala de servidores



Armario de Racks

Anexo V.I Imágenes de la PBX NEC



CPA
Conexión Privada de Acceso Telefónico (CPA)



PBX NEC



Balum (Adaptador de Coaxial a RJ45)



Coax Term



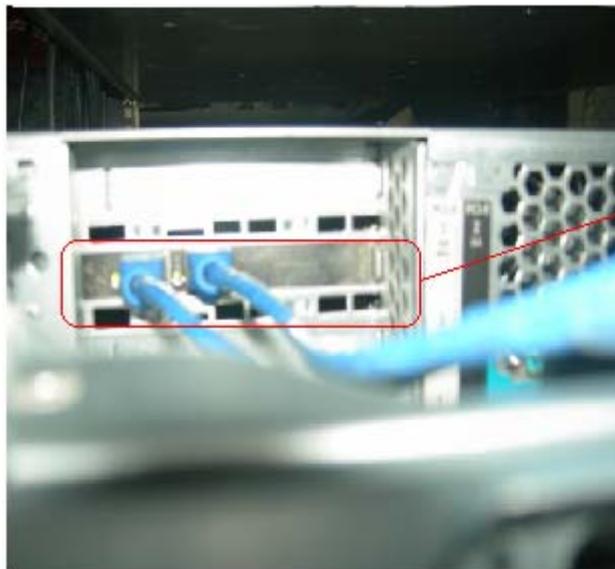
PA-30DTS (Tarjeta interfaz de E1 para la PBX NEC)

Anexo V.II Imágenes de la PBX Asterisk



Servidor donde se aloja el Asterisk

Armario de Servidores



Tarjeta de Interfaz E1

TE205P (Tarjeta interfaz de E1 para la PBX Asterisk)

ANEXO VI

CÓDIGOS DE LÍNEA Y SEÑALES DE REGISTRO DE MFCR2

En la siguiente tabla se muestran los códigos de señalización de línea de la MFCR2.

Señales de Línea	Código			
	Hacia adelante		Hacia atrás	
	Af	Bf	At	Bt
Libre	1	0	1	0
Ocupación	0	0	1	0
Reconocimiento de ocupación	0	0	1	1
Contestación	0	0	0	1
Desconexión hacia atrás	0	0	1	1
Desconexión hacia delante	1	0	0	1
Desconexión hacia delante (llamada no contestada)	1	0	1	1
Guarda de liberación	1	0	1	0
Bloqueo	1	0	1	1

Las señales de registro son las especificadas en el sistema MFC utilizada en Venezuela y se muestran a continuación,

Grupo de señales I (Hacia adelante)

Señales	Descripción	Señal Hacia delante
1	Algoritmo 1 (dígito 1)	I-1
2	Algoritmo 2	I-2
3	Algoritmo 3	I-3
4	Algoritmo 4	I-4
5	Algoritmo 5	I-5
6	Algoritmo 6	I-6
7	Algoritmo 7	I-7
8	Algoritmo 8	I-8
9	Algoritmo 9	I-9
10	Algoritmo 0	I-10
11	Intersección semi-supresor de eco	I-11
12	Indicación de tránsito internacional	I-12
13	Acceso a equipamiento de pruebas	I-13
14	Inserción de semi-supresor de eco de destino	I-14
15	Fin de número	I-15

Grupo de señales II (Hacia adelante)

Señales	Descripción	Señal Hacia delante
1	Suscriptor común	II-1
2	Suscriptor con tarificación especial	II-2
3	Equipo de manutención	II-3
4	Teléfono público local	II-4
5	Telefonista	II-5
6	Transmisión de datos	II-6
7	Teléfono público interurbano	II-7
8	Llamada por cobrar	II-8
9	Suscriptor común-servicio entrante internacional	II-9
10	Reservado	II-10
11	Indicativo de llamada transferida	II-11
12	Confuso e inestable	II-12
13	Confuso e inestable	II-13
14	Confuso e inestable	II-14
15	Confuso e inestable	II-15

Grupo de señales A (Hacia atrás)

Señales	Descripción	Señal Hacia delante
1	Enviar el próximo algoritmo (n+1)	A-1
2	Necesidad de semi-supresor de eco en destino o enviar el primer algoritmo enviado	A-2
3	Preparar recepción de señales de grupo B	A-3
4	Congestionamiento de red nacional	A-4
5	Enviar categoría e identidad del suscriptor llamado	A-5
6	Reservado	A-6
7	Enviar algoritmo n-2	A-7
8	Enviar algoritmo n-3	A-8
9	Enviar algoritmo n-1	A-9
10	Inestable para uso nacional	A-10
11	Reservado	A-11
12	Reservado	A-12
13	Reservado	A-13
14	Reservado	A-14
15	Reservado	A-15

Grupo de señales B (Hacia atrás)

Señales	Descripción	Señal Hacia delante
1	Línea de suscriptor libre con tarificación	B-1
2	Línea de suscriptor ocupada	B-2
3	Línea de suscriptor con número cambiado	B-3
4	Congestionamiento	B-4
5	Línea de suscriptor libre sin tarificación	B-5
6	Línea de suscriptor libre con tarificación y colocar tención sobre control del suscriptor llamado	B-6
7	Número Confuso	B-7
8	Línea de suscriptor fuera de servicio	B-8
9	Reservado	B-9
10	Reservado	B-10
11	Reservado	B-11
12	Reservado	B-12
13	Reservado	B-13
14	Reservado	B-14
15	Reservado	B-15

ANEXO VII

PLAN DE NUMERACIÓN

Usuario	Oficina	Ext. Presentes	Ext. Futuras
Yudith Landaeta	Recursos Humanos	5091	1001
Elibeth Salazar	Recursos Humanos	5097	1002
Franyeli Uscaris	Recursos Humanos	5071	1003
Einstein Parejo	Recursos Humanos	5090	1004
Elsa Sivira	Recursos Humanos	5107	1005
José Morales	Administración y Servicios	5080	1100
Dayana Silva	Administración y Servicios	5092	1101
Margareth Quintero	Administración y Servicios	5081	1102
Fren Sánchez	Administración y Servicios	5076	1103
Magda Silva	Administración y Servicios	5075	1104
Orlando Vásquez	Administración y Servicios	650	1105
Jhonny Castillo	Administración y Servicios	5013	1106
Edwin Navarro	Administración y Servicios	5072	1107
Egle Peña	Administración y Servicios	5078	1108
Luini Martínez	Administración y Servicios	5083	1109
María Alejandra	Dirección del Despacho	5094	1200
Gerson Gómez	Dirección del Despacho	5096	1201
Mercedes Vivas	Dirección del Despacho	570	1202
Arlenis Córdova	Dirección del Despacho	571	1203
	Dirección del Despacho		1204
	Dirección del Despacho		1205
	Dirección del Despacho		1206
María Alejandra	Dirección del Despacho	5094	1200
Gerson Gómez	Dirección del Despacho	5096	1201
Mercedes Vivas	Dirección del Despacho	570	1202
Arlenis Córdova	Dirección del Despacho	571	1203
	Dirección del Despacho		1204
	Dirección del Despacho		1205
	Dirección del Despacho		1206
Simón Osorio	Comunicación	510	1300
Yamileth Hernández	Comunicación	511	1301
General	Comunicación	512	1302
	Comunicación		1303
Saulibeth Rivas	Consultoría Jurídica	5050	1400
Mariana Rodríguez	Consultoría Jurídica	5051	1401
Maryoris Correa	Consultoría Jurídica	680	1402
Liberio Montoya	Auditoría Interna	5060	1500
Bernardina Sanabria	Auditoría Interna	5061	1501
Gustavo Rodríguez	Auditoría Interna	661	1502
Carmen Bohórquez	Relaciones Internacionales	5116	1600
Gustavo Fernández	Relaciones Internacionales	5111	1601
Damarys Cordero	Relaciones Internacionales	5118	1602
General	Relaciones Internacionales	5114	1603
General	Relaciones Internacionales	540	1604
General	Relaciones Internacionales	541	1605
Fax	Relaciones Internacionales	5106	1699
Francis Fullones	Planificación Estratégica y Presupuesto	5069	1700
Eloy Mejias	Planificación Estratégica y Presupuesto	5067	1701
Solibel Moure	Planificación Estratégica y Presupuesto	5066	1702
Gloria González	Planificación Estratégica y Presupuesto	5065	1703
Maritza Berroterán	Planificación Estratégica y Presupuesto	5093	1704
Fax	Planificación Estratégica y Presupuesto	5082	1799
Soprote	Tecnologías de la Información	5095	1800
Yorman Marcano	Tecnologías de la Información	5068	1801
Eleazar Tovar	Tecnologías de la Información	502	1802
Pablo Romero	Tecnologías de la Información	500	1803
Elsa Cárdenas	Tecnologías de la Información	501	1804
María Oliver	Tecnologías de la Información	670	1805
Fax	Tecnologías de la Información	5032	1899

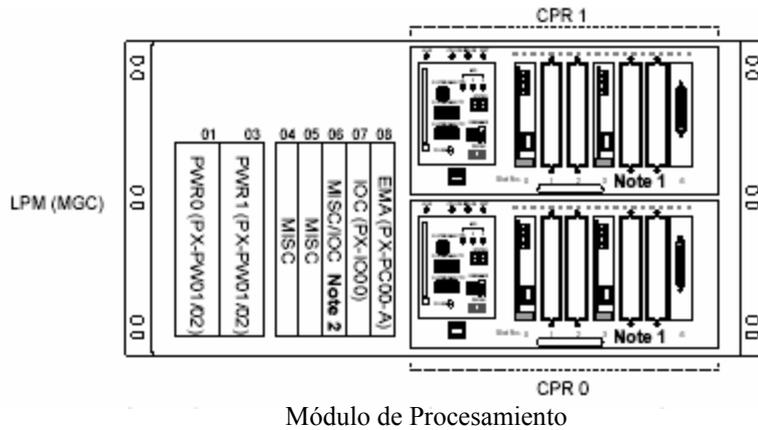
Héctor Soto	Despacho del Vicemin. de Identidad y Diversidad Cultural	520	19	00
Belén Cova	Despacho del Vicemin. de Identidad y Diversidad Cultural	521	19	01
Jorge López	Despacho del Vicemin. de Identidad y Diversidad Cultural	522	19	02
Iván Padilla	Despacho del Vicemin. de Cultura para el Desarrollo Humano	5030	20	00
Jessica Rincon	Despacho del Vicemin. de Cultura para el Desarrollo Humano	5047	20	01
Tania Scott	Despacho del Vicemin. de Cultura para el Desarrollo Humano	5024	20	02
Celeste Medina	Despacho del Vicemin. de Cultura para el Desarrollo Humano	5031	20	03
Natali Rodriguez	Despacho del Vicemin. de Cultura para el Desarrollo Humano	5036	20	04
Natali Rodriguez	Despacho del Vicemin. de Cultura para el Desarrollo Humano	590	20	05
Jenny Lara	Despacho del Vicemin. de Cultura para el Desarrollo Humano	5038	20	06
Chirly Gil	Despacho del Vicemin. de Cultura para el Desarrollo Humano	591	20	07
Jerson Garcia	Despacho del Vicemin. de Cultura para el Desarrollo Humano	5037	20	08
Fax	Despacho del Vicemin. de Cultura para el Desarrollo Humano	5035	20	99
Emma Elinor Gesin	Despacho del Vicemin. de Fomento de la Economía Popular	5045	21	00
Rosalba Tovar	Despacho del Vicemin. de Fomento de la Economía Popular	5047	21	01
Luz Maya Colina	Despacho del Vicemin. de Fomento de la Economía Popular	5024	21	02
Lorenzo Martinez	Despacho del Vicemin. de Fomento de la Economía Popular	5038	21	03
Carmen Sanchis	Despacho del Vicemin. de Fomento de la Economía Popular	5041	21	04
Fax	Despacho del Vicemin. de Fomento de la Economía Popular	5046	21	99
Indicadores	Estrat. de Seguimineto y Eval de Políticas Públicas	522	22	00
Seguiminetos	Estrat. de Seguimineto y Eval de Políticas Públicas	527	22	01
Michel Bonnefoy	Estrat. de Seguimineto y Eval de Políticas Públicas	524	22	02
Carlos Olarte	Estrat. de Seguimineto y Eval de Políticas Públicas	526	22	03
José Ferras	Estrat. de Seguimineto y Eval de Políticas Públicas	525	22	04
Wilfer Bonilla	Estrat. de Seguimineto y Eval de Políticas Públicas		22	05
Yamila Gironi (Inmigrantes)	Enlaces	5035	23	00
Katy Egas (Inmigrantes)	Enlaces	5037	23	01
Valentin Nodas (Excep.)	Enlaces	5034	23	02
Marisabel Blanco(Afro)	Enlaces	5016	23	03
Ma Cristina Bassalo (Afro)	Enlaces	5122	23	04
Annerys vargas (Afro)	Enlaces	5007	23	05
George Amais (Afro)	Enlaces	5125	23	06
Tatiana Jiménez (Ind)	Enlaces	5006	23	07
Kelly Potella (Ind)	Enlaces	5126	23	08
Ana Castro (Indígenas)	Enlaces	5015	23	09
Liseth Torres	Voz de los Creadores	5079	24	00
General	Voz de los Creadores	5033	24	01
Sujeisy Peña	Voz de los Creadores	620	24	02
Fax	Voz de los Creadores	5056	24	99

Héctor Torres	Fábrica urbana	5201	25	00
Natalia Medrano	Fábrica urbana	5200	25	01
General	Fábrica urbana	5202	25	02
General	Fábrica urbana	580	25	03
General	Misión Cultura		26	00
General	Misión Cultura	5112	26	01
General	Misión Cultura		26	02
Fax	Misión Cultura	5117	26	99
Leyda Romero	Igualación Laboral	700	27	00
Fax	Igualación Laboral	5004	27	99
Elsa Huere	Fondo Cultural del ALBA	560	28	00
Mario Urrea	Fondo Cultural del ALBA	561	28	01
José Gonzales	Fondo Cultural del ALBA	562	28	02
Zuleica Romay	Fondo Cultural del ALBA	563	28	03
Dra. Saulibeth Rivas	Despacho del Ministro	5000	29	00
Solange Rangel	Despacho del Ministro	5*03	29	01
Dayrin González	Despacho del Ministro	5*02	29	02
Carmen Barrios (Master)	Despacho del Ministro	5010	29	03
Alain Rauseo (Archivo)	Despacho del Ministro	5005	29	04
Denis Frias	Despacho del Ministro	5124	29	05
Olimar Tineo	Despacho del Ministro	5008	29	06
Elisa Conde	Despacho del Ministro	5120	29	07
Karina Jaimes	Despacho del Ministro	5127	29	08
Isabel Madriz	Despacho del Ministro	5018	29	09
Eduardo Briceño	Despacho del Ministro	5028	29	10
Cocina	Despacho del Ministro	5014	29	11
Vigilante	Despacho del Ministro	5012	29	12
Choferes	Despacho del Ministro	5017	29	13
Carmen Berrios	Despacho del Ministro	630	29	14
Solange Rangel	Despacho del Ministro	631	29	15
Fax Recepción	Despacho del Ministro	5009	29	99
Ivonne Caldera	Red de Intelectuales y Artistas en Defensa de la Humanidad		30	00
General	Red de Intelectuales y Artistas en Defensa de la Humanidad		30	01
Administrativo	Red de Intelectuales y Artistas en Defensa de la Humanidad		30	02
Raúl Gioni	Edificaciones Culturales	550	31	00
Anilys	Edificaciones Culturales		31	01
Abel	Edificaciones Culturales		31	02
Celina	Edificaciones Culturales		31	03
Gladys	Edificaciones Culturales		31	04
María	Edificaciones Culturales		31	05
Walter	Edificaciones Culturales		31	06
Felisa Casal	Turismo Cultural	690	32	00
Fax	Turismo Cultural	5021	32	99
Vigilancia Principal	Vigilancia y estacionamiento	5043	33	00
Estacionamiento	Vigilancia y estacionamiento	5099	33	01
Vigilancia Principal	Vigilancia y estacionamiento	800	33	02
Sarai Gomes (Presidencia)	Fundación Editorial "El Perro y la Rana"	5101	80	00
Miguel Márquez	Fundación Editorial "El Perro y la Rana"	5102	80	01
Diseños	Fundación Editorial "El Perro y la Rana"	5103	80	02
Correccion	Fundación Editorial "El Perro y la Rana"	5104	80	03
Trascripción	Fundación Editorial "El Perro y la Rana"	5105	80	04
Producción	Fundación Editorial "El Perro y la Rana"	5109	80	05

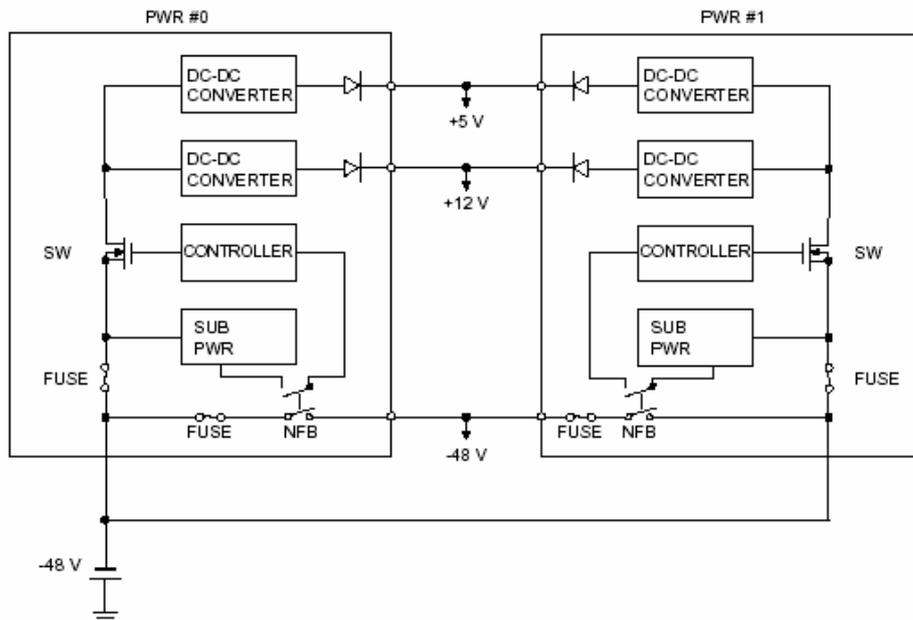
ANEXO VIII

MÓDULOS DE LA PBX NEC

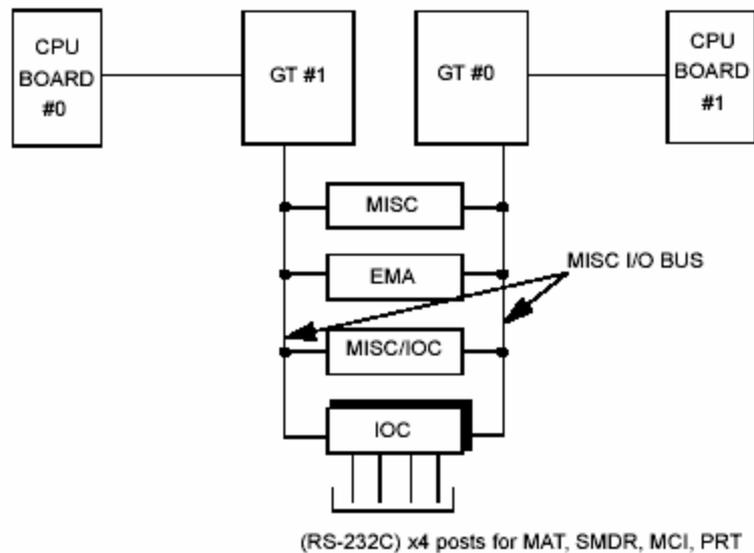
Anexo VIII.I Módulo de Procesamiento:



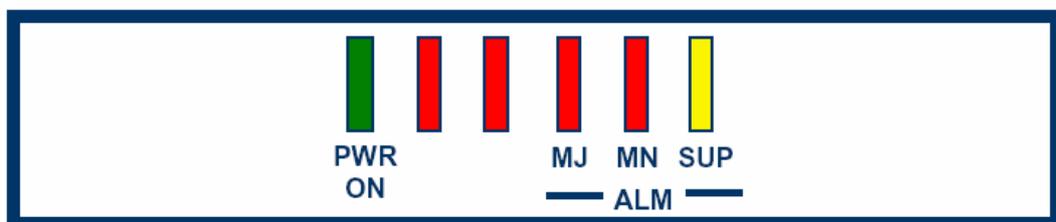
En los slots 01 y 03 se encuentran las tarjetas PX-PW01/PX-PW02, cuya simbología es PWR (Power Supply Card), esta tarjeta circuital proporciona -48 volt DC para la operación de las tarjetas CPR, EMA, IOC y otros circuitos colocados en los Slots MISC y provee la función convertidora DC-DC que genera voltajes DC de salida de +5 volts y +12 volts. Usando 2 tarjetas PWR, la potencia suministrada al Módulo de procesamiento puede ser proporcionada en configuración dual. El diagrama de este circuito se puede observar en la siguiente figura.



En los slots 06 y 07 están las tarjetas PX-IO00, llamada IOC (Input/Output Controller), esta tarjeta proporciona una interfaz serial RS-232C que conecta al equipo externo tales como el MAT (Maintenance Administration Terminal), SMDR (Station Message Detail Recording System) y el MCI (Message Center Interface). Hasta 2 tarjetas IOC pueden estar conectadas por Módulo de Procesamiento. Cada tarjeta IOC posee 4 puertos I/O. En la siguiente figura se observa la posición de la IOC en el sistema.



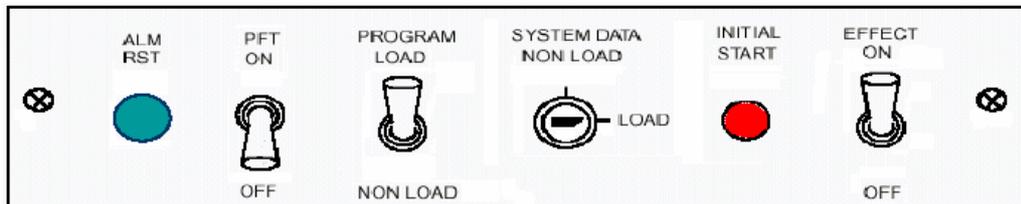
La tarjeta PX-PC00-A está conectada en el slot 08, llamada EMA (Emergency Alarm Controller), esta es la encargada de detectar fallos que puedan ocasionar daños en el sistema y notificar al personal de mantenimiento, por medio de varias tipo de salidas, tales como un sistema de mensaje o los bombillos en el TOPU (Unidad Tope), la cual se muestra a continuación,



En donde,

- PWR: indica que el sistema está recibiendo alimentación.
- MJ: el sistema requiere atención inmediata.
- MN: el sistema requiere atención más no inmediata.
- SUP: indica bloqueo de extensión, corrimiento del PLO (reloj), entre otras cosas.

Luego de solventada una alarma, se puede pulsar ALM RST, la cual apaga las luces de alarma en la TOPU. Usando el ALM RST no se borra la memoria de almacenamiento de alarmas, la cual se muestra a continuación,



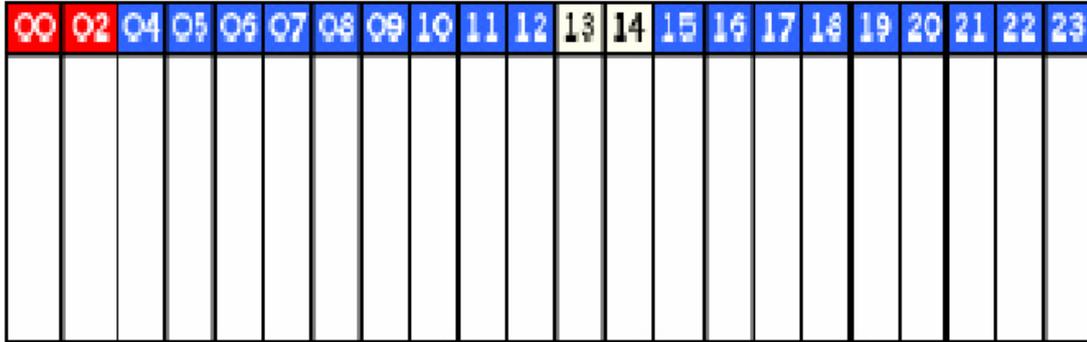
EMA también posee la función de proporcionar música en espera.

En el módulo de procesamiento también se encuentra los CPR (Central Processor Rack), el cual es formado por los siguientes componentes:

- Procesador Principal (CPU): Consta de un procesador Pentium III que opera a 600 MHz, está equipado con 256K de caché y 256 MB de memoria RAM.
- DSP: equipado con interruptores y LEDs siete segmentos en el panel.
- Tarjeta Flash ROM para almacenar el programa genérico del sistema y la base de datos.
- PWR: supe de poder al módulo de procesamiento.

Anexo VIII.II Módulo de Interfaz de Puerto (PIM)

Este módulo se conoce como PIM, cada PIM posee 24 ranuras para Placas, las ranuras se numeran desde 00-23, como se muestra a continuación,



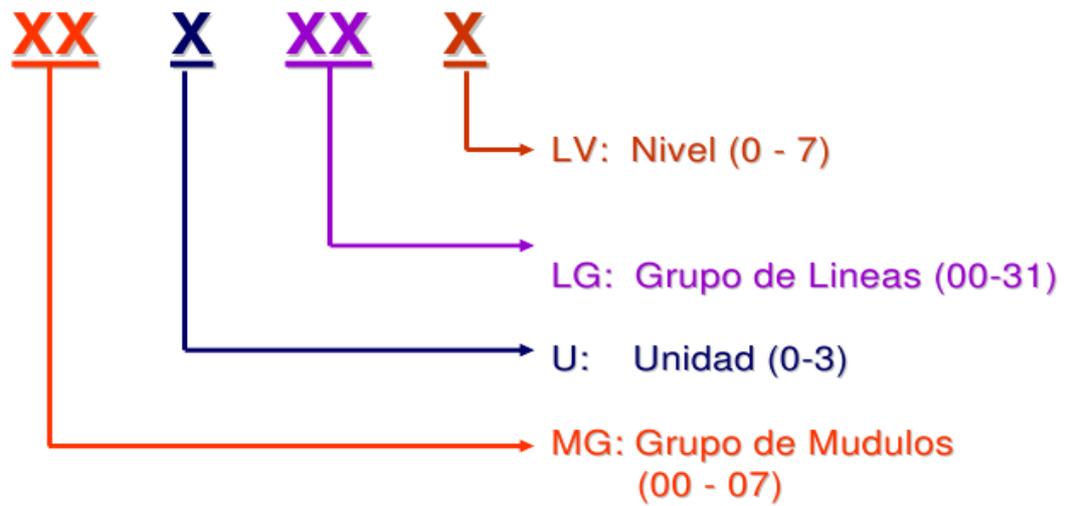
en donde,

Rojo	Placas de Alimentación
Azul	Placas de Línea y Troncal
Blanco	Controles Comunes

Cada PIM provee:

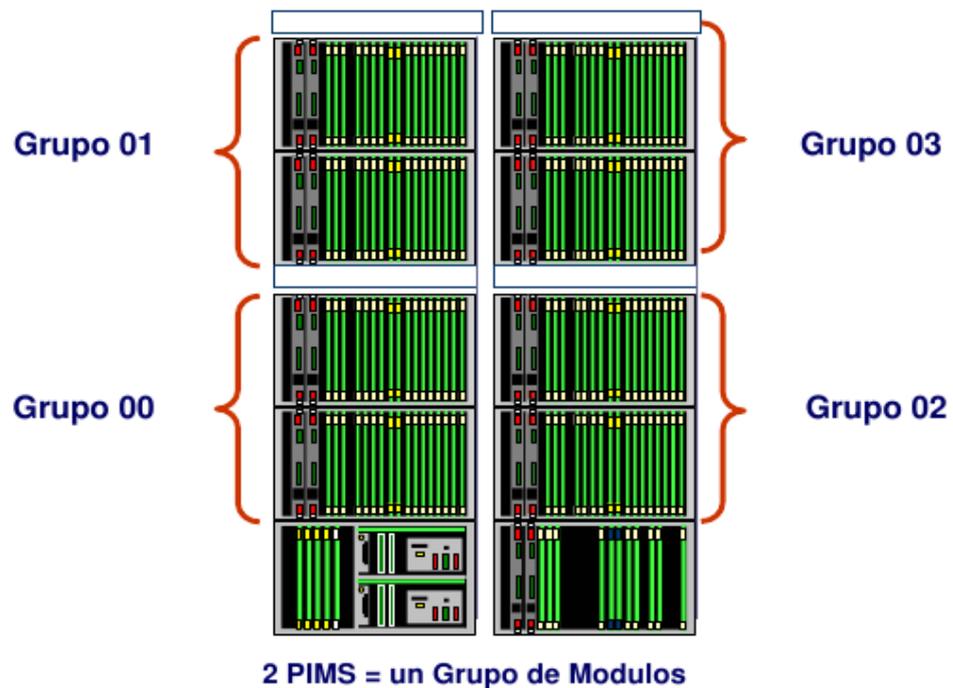
- 512 time slots
- 384 puertos universales
- 18 ranuras L/T (Línea/Troncal): 12 ranuras de 16 puertos y 6 ranuras de 32 puertos
- Tarjeta de TDSW Dual
- Provee montaje para:
 - ❖ Fuente de energía dual
 - ❖ Interfaz de fibra óptica (ATM)
 - ❖ E1 con conector coaxial

Un concepto importante en el manejo de la central NEAX es el LEN, que por sus siglas en inglés significa “Número de Equipo de Línea” (Line Equipment Number). El LEN es una dirección de 6 dígitos que representa un puerto del sistema.

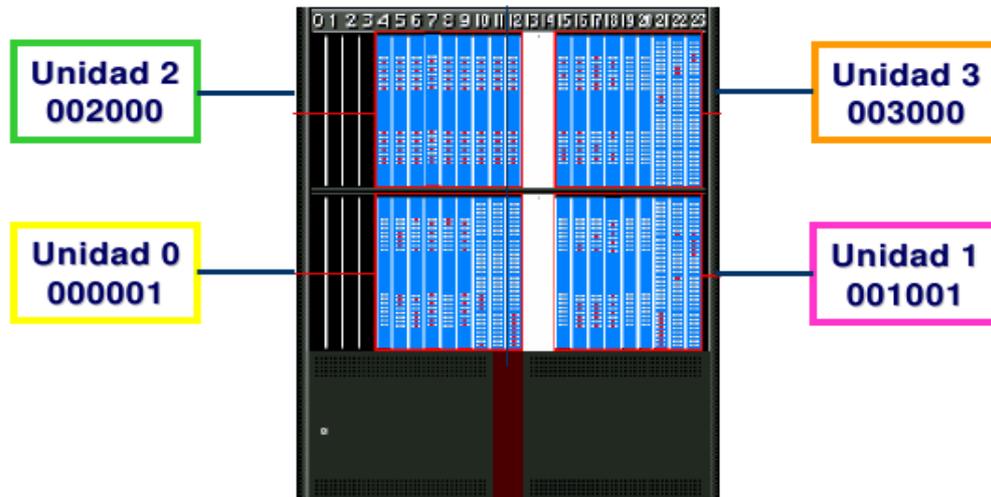


**NOTA: LEN 000000 no puede asignarse.
(utilizado por recursos del sistema)**

Los Grupos de Módulos tienen un rango de 00-07, como se muestra en la siguiente figura el Grupo 00 es perteneciente al PIM 1.



La unidad va desde 0-3,



Cuatro Unidades por Grupo de Módulos / Dos Unidades por PIM

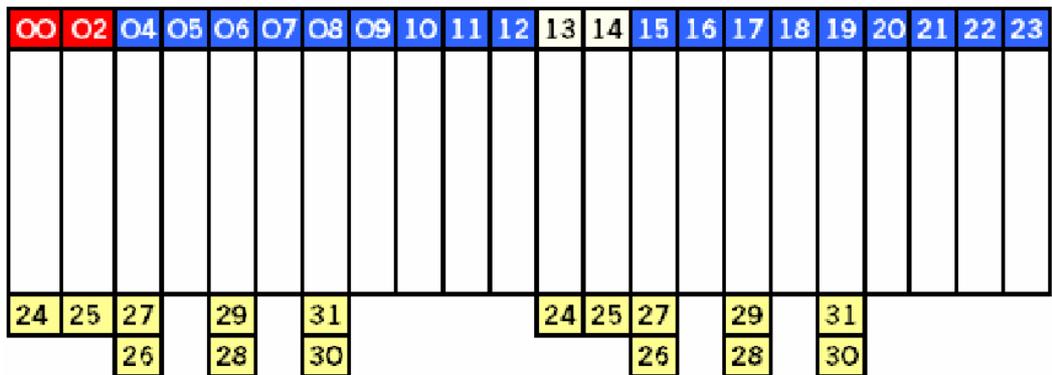
El grupo de líneas desde 00-31,

Unidad Par											Unidad Impar										
0	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		01	03	05	07	09	11	15	19	23			01	03	05	07	09	11	15	19	23
								14	18	22									14	18	22
								13	17	21									13	17	21
		00	02	04	06	08	10	12	16	20			00	02	04	06	08	10	12	16	20

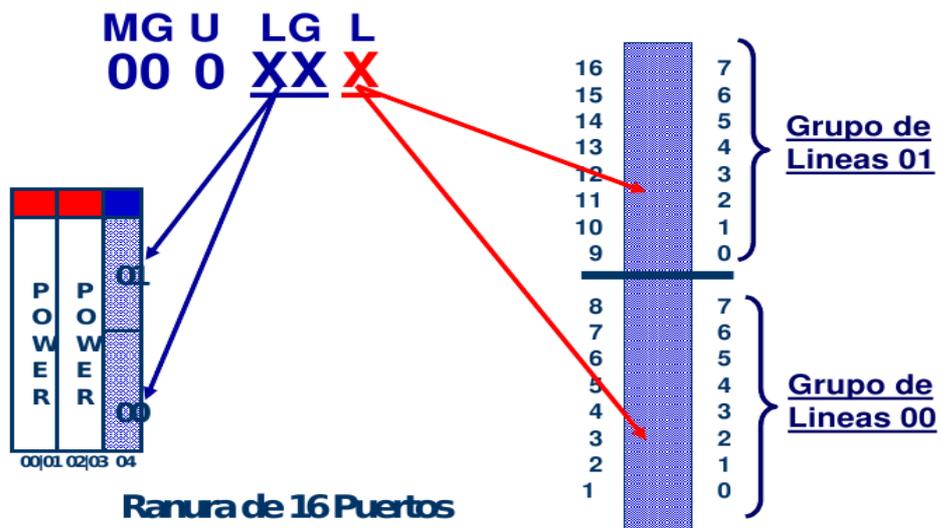
↑ Grupo de Línea 00
↑ Grupo de Línea 10

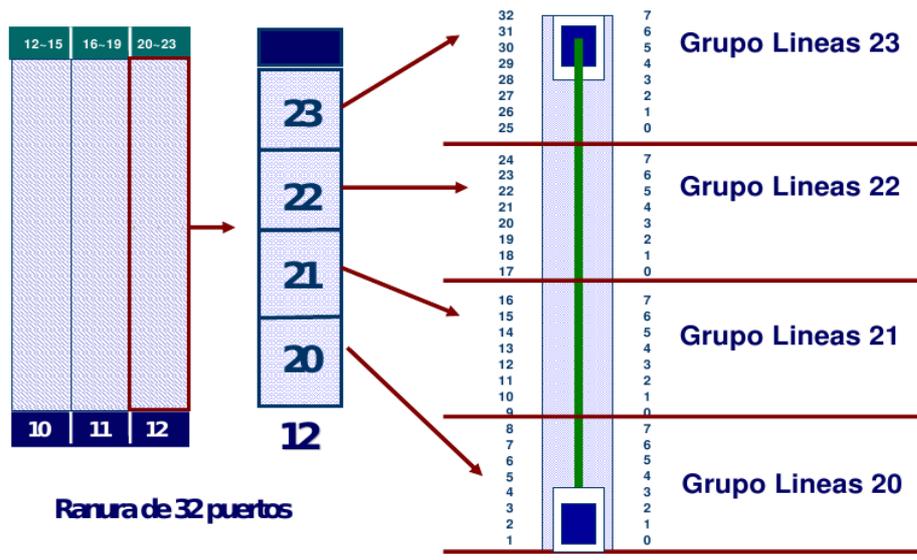
Se puede observar en la figura anterior que harían falta los grupos de líneas 23-31, pero en realidad no es así, este rango de grupo de líneas no son físicas sino son puertos por software, llamadas líneas virtuales, las cuales son extensiones definidas por software asignada a una sub-línea sobre un Dterm (teléfono digital

NEC). La posición de estas líneas virtuales se pueden observar en la siguiente figura.

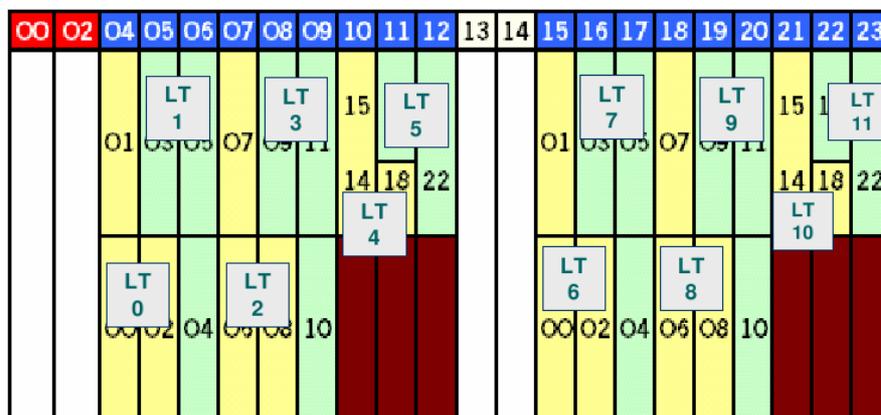
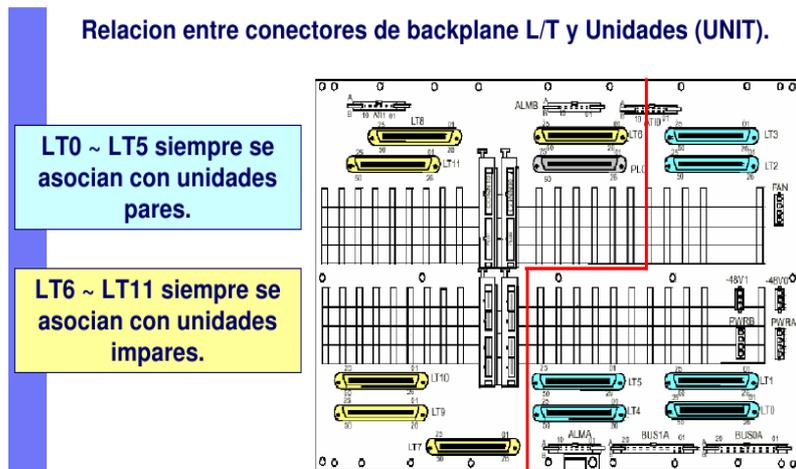


Los niveles van desde 0 hasta el 7 como se puede notar en la siguiente figura,



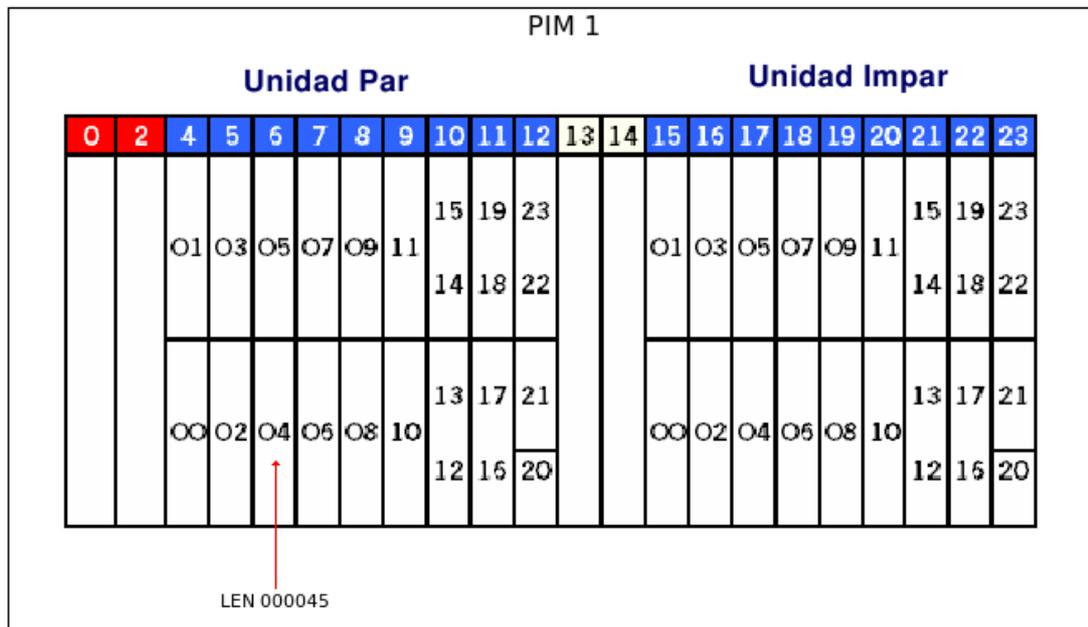


El cableado de puertos es muy importante, por lo tanto es vital el conocimiento de su perfecta configuración, la relación entre los conectores LT y las ranuras del PIM se muestra a continuación,



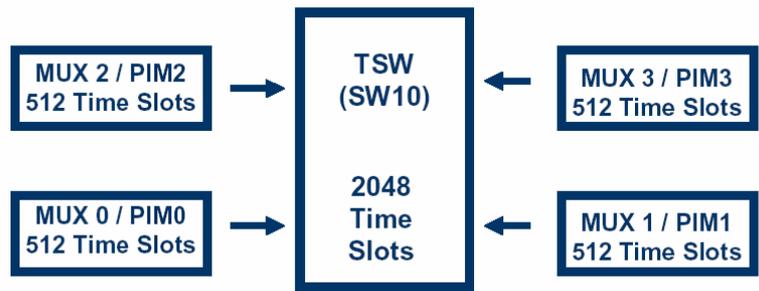
Por ejemplo, si una tarjeta es conectada en la unidad 0 el grupo de línea 04 su conector LT asociado sería el LT 1.

Se utilizará un ejemplo para aclarar el concepto de LEN, el LEN 000045 estará ubicado en,

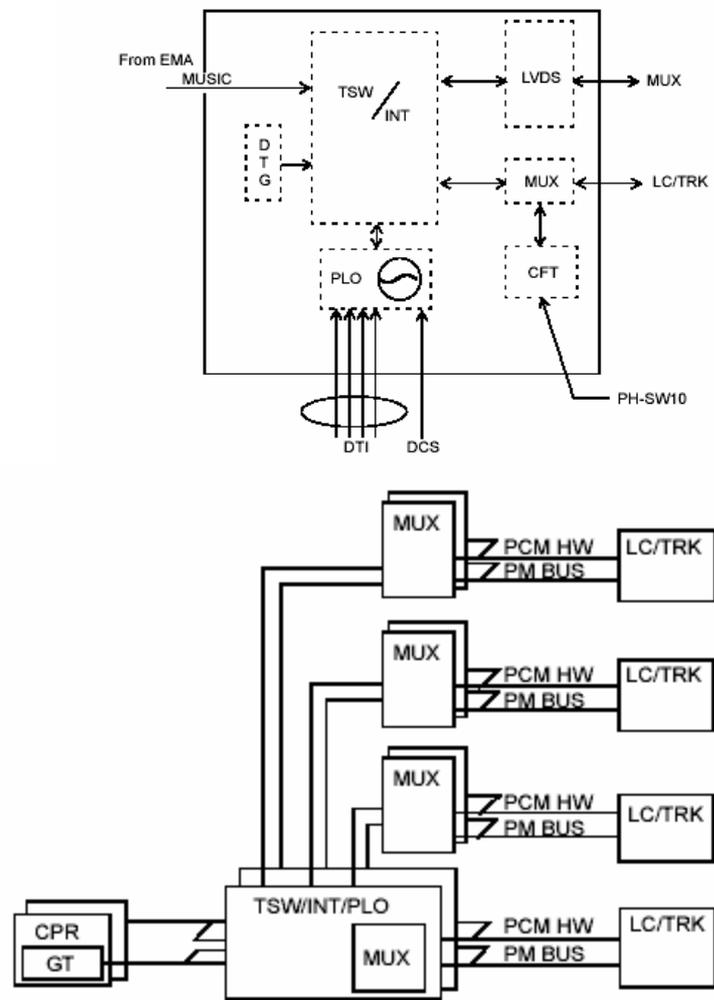


Anexo VIII.III Módulo TDSW (Matriz de Conmutación)

Este módulo se compone de la tarjeta PH-SW 10, la cual se debe conectar en las ranuras 13 y 14, esta tarjeta combina el Time Division Switch (TSW) con INT (circuito intermediario del CPR que controla y administra el puerto de microprocesador de las tarjetas L/T a través del Bus PM) PLO (Oscilador de Enganche de Fase), CFT (Conferencia de Tres Vías) y MUX (Multiplexor). Es una Matriz de Conmutación NO BLOQUEABLE de 2048x2048, controla hasta 1.536 puertos. Provee el generador de tonos, música en espera y permite la conferencia tripartita. La PH-SW 10 debe ser solo montada en el PIM 0.



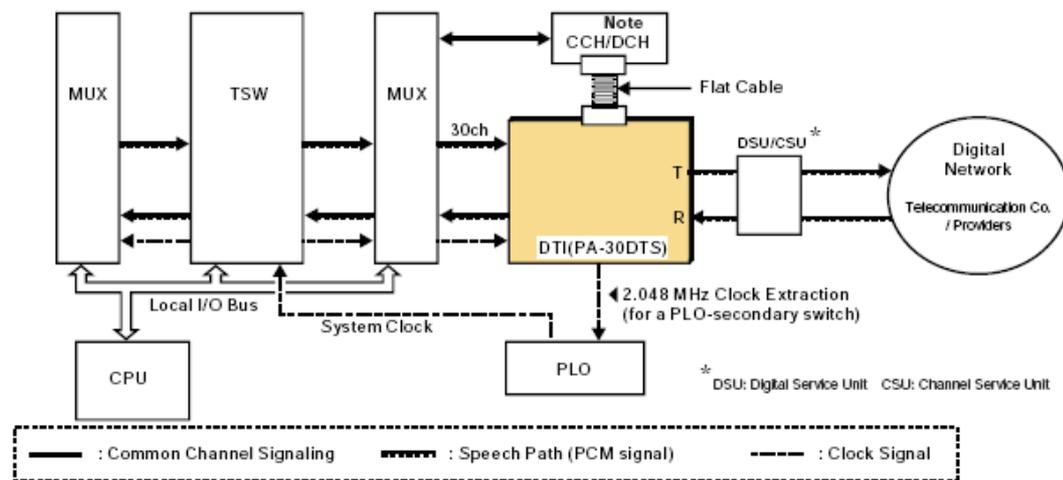
En la siguiente figura se muestra el bloque funcional y de conexiones del TDSW, respectivamente



Anexo VIII.IV Tarjetas de Línea/Troncal

Anexo VIII.IV.I PA-30DTS (DTI) Digital Trunk Interface

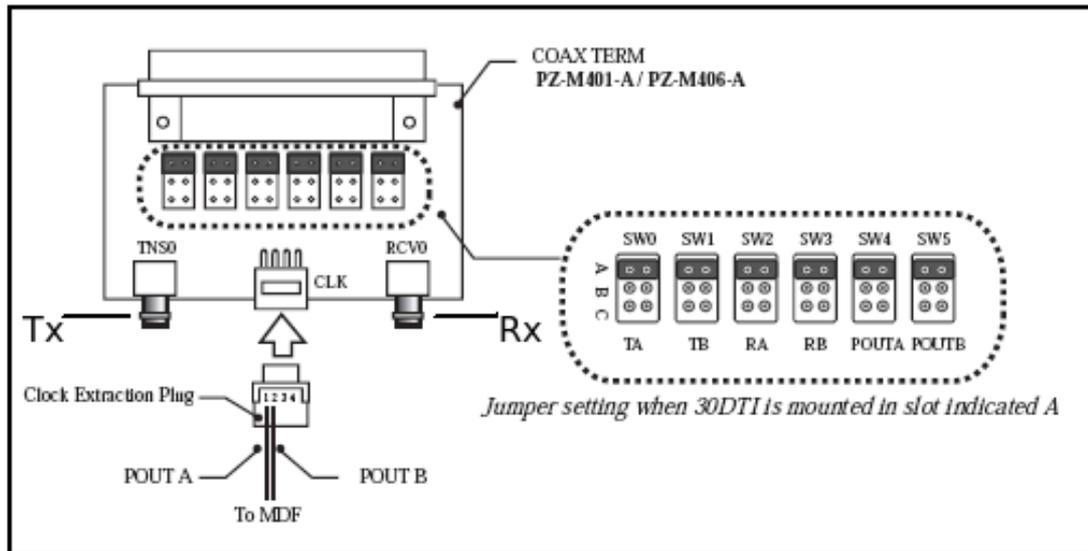
El circuito PA-30DTS (30DTI) provee una interfaz entre 30 troncales digitales y el sistema de 2048 Mbps, es decir, un E1. Esta tarjeta puede ser usada como una interfaz para la PSTN o una red ISDN. A continuación se muestra un diagrama de operación de esta tarjeta.



Note: Cuando PA-30DTS es usado ACIS (Señalización por Canal Asociado), CCH/DCH no es requerido.

Usando cable coaxial se reduce el espacio disponible en los slots de la PBX, La tarjeta COAX TERM, la cual está equipada con puentes interruptores (jumper switches) debe ser instalada para la conexión de los cables coaxiales al sistema. Antes de instalar la tarjeta se debe establecer los puentes en la posición correcta dependiendo del slot utilizado para la PA-30DTS (DTI), es decir, la COAX TERM debe estar conectada en el LT correspondiente al slot donde se colocó la PA-30DTS (DTI)

En la figura a continuación se puede observar como se debe proceder para las conexiones de la tarjeta COAX TERM.



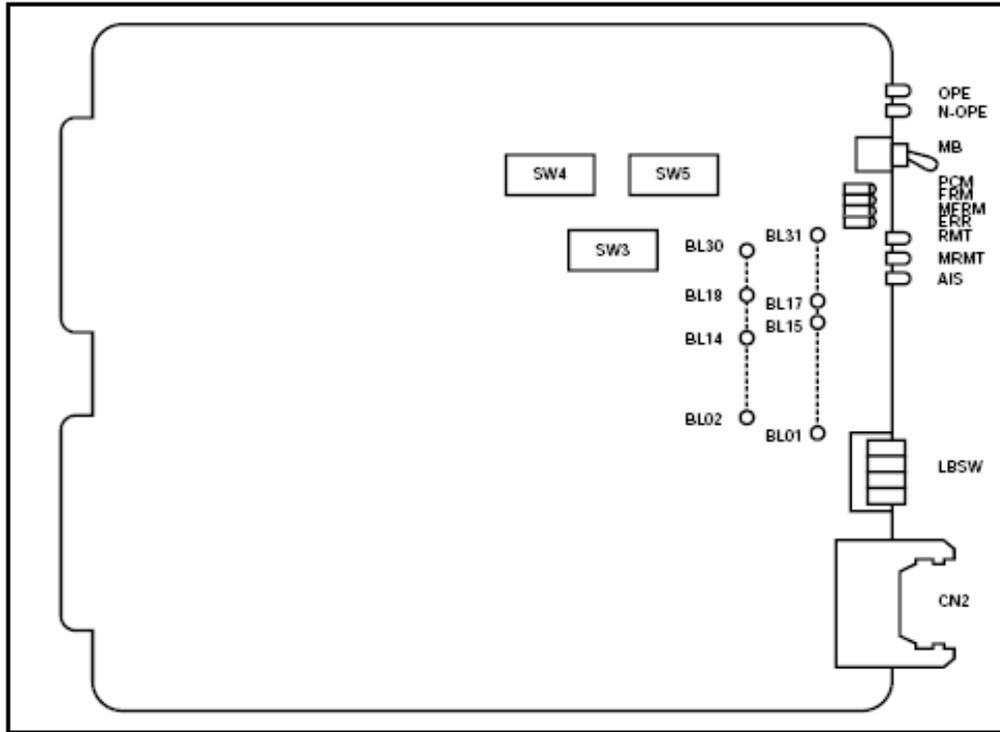
Los slots para el montaje de la PA-30DTS (DTI) deben ser aquellos que proporcionan 32 puertos -se muestran en la siguiente figura-, para el correcto aprovechamiento de los 30 troncales digitales que provee dicha tarjeta.

0	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		O1	O3	O5	O7	O9	11	15	19	23			O1	O3	O5	O7	O9	11	15	19	23
								14	18	22									14	18	22
								13	17	21									13	17	21
		O0	O2	O4	O6	O8	10	12	16	20			O0	O2	O4	O6	O8	10	12	16	20

Slots apropiados para la PA- 30DTS (DIT)
 Slots apropiados para la PA- 30DTS (DIT)

La apariencia de los bombillos (leds), interruptores y conectores de esta tarjeta circuital es mostrada a continuación. Es importante conocer la apariencia de esta

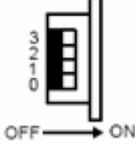
tarjeta, además del significado de cada uno de los dispositivos que esta contiene para la supervisión y mantenimiento del sistema.



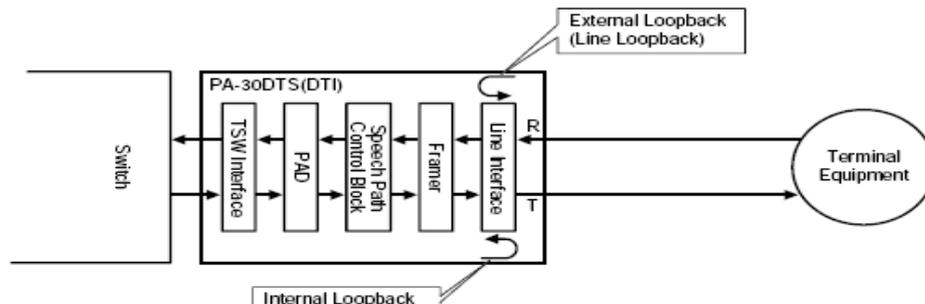
- **Significados de los leds**

Nombre del Led	Color	Estatus del Led	Significado
OPE	Verde	Luz Constante	La tarjeta está operando normalmente
N-OPE	Rojo	Luz Constante	La tarjeta ha sido puesta en estado Make-Busy(ocupado manual) por software
BL01 - BL31	Verde	Luz Constante	El canal de voz está en uso
		Destellando	1. El led se mantiene destellando mientras se marcan pulsos durante el origen de una llamada 2. Si el circuito correspondiente es puesto en Make Busy, el led destellará a 60 IPM 3. El led se mantiene destellando al marcar pulsos al momento de la terminación de una llamada.
PCM	Rojo	Luz Constante	La luz del led se enciende cuando el reloj de sincronización se ha caído (PCM down) desde donde se genera dicho reloj
FRM	Rojo	Luz Constante	La luz del led se enciende cuando se ha detectado pérdida de la trama de alineación desde donde se genera
MFRM	Rojo	Luz Constante	La luz del led se enciende cuando se ha detectado pérdida de multitramas de alineación
MRMT	Amarillo	Luz Constante	La luz se enciende cuando en la “oficina distante”(sitio remoto) se ha detectado pérdida de multitramas de alineación y esa información ha sido dada desde la “oficina distante” como una alarma
AIS (Alarm Indication Signal)	Amarillo	Luz Constante	La luz se enciende cuando la AIS ha sido recibida desde algún sitio remoto
RMT	Amarillo	Luz Constante	La luz se prende cuando el sitio remoto ha detectado pérdida de la trama de alineación y esa información ha sido dada desde el sitio remoto como una alarma
ERR	Rojo	Luz Constante	Se enciende la luz cuando se detecta un error en el patrón de las tramas.

- **Configuración de los Interruptores**

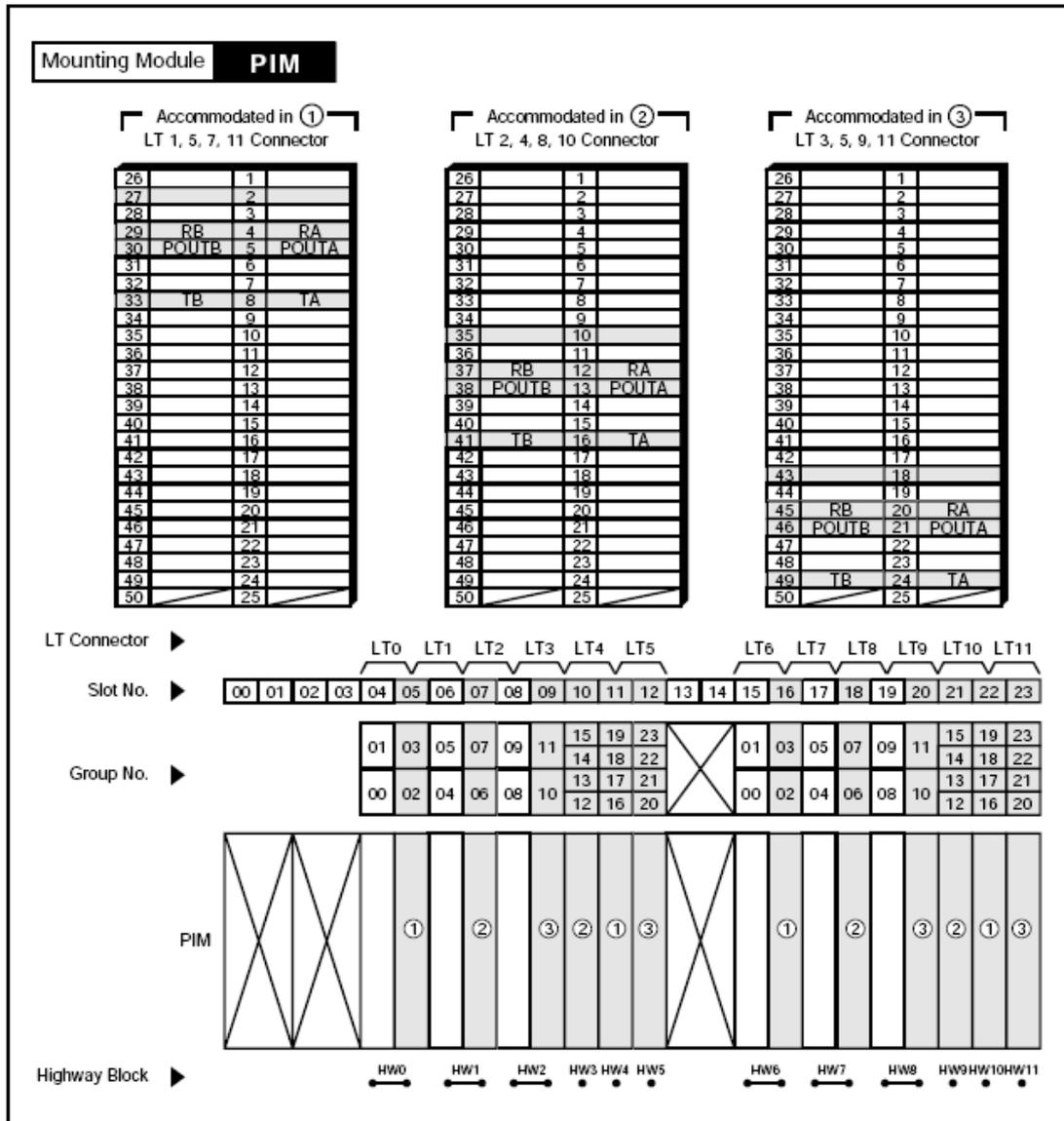
Nombre del Switch	Tipo de Switch	Número del Switch	Configuración del Switch	Significado
MB			Arriba (UP)	Tarjeta: Make-Busy
			Abajo (Down)	Tarjeta: Make-Busy Cancel
LBSW		0	ON	Loopback Interno: Configurado
			OFF	Loopback Interno: Cancelado
		1	ON	Loopback Externo: Configurado
			OFF	Loopback Externo: Cancelado
		2	ON	Todos los circuitos MB piden Config.
			OFF	Todos los circuitos MB piden Cancel.
		3	OFF	No Usado (Colocar en OFF)
		SW3		1
OFF	Máscara ROM: no disponible en UK			
2	ON			Tiempo de Supervisión: A ser Usado
	OFF			Tiempo de Supervisión: No Usado
3	ON			Impedancia 120Ω (Par de Cables)
	OFF			Impedancia 75Ω (Cable Coaxial)
4	ON			Ervío del E-Bit: Controlado por CPU
	OFF			Ervío del E-Bit: Automático

Loopback: es un canal de comunicación con sólo un punto final (puede ser un equipo terminal). Cualquier mensaje transmitido a través de ese canal es inmediatamente recibido por el mismo canal. En la figura a continuación se muestra los loopback externos e internos.



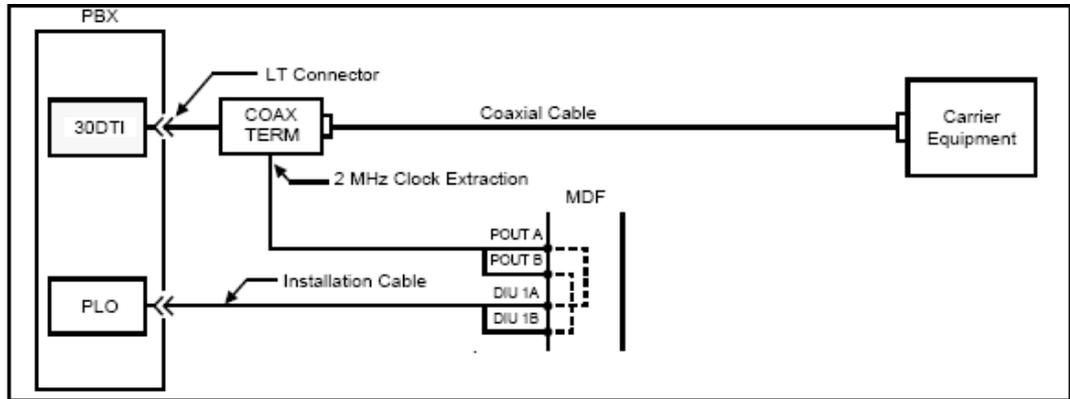
Nombre del Switch	Tipo de Switch	Número del Swith	Configuración del Switch	Significado																																						
SW4		1 - 4	OFF	Configuración del Patrón de Loopback: OFF																																						
		5	ON	Control TSI6: A través de Datos																																						
			OFF	Control TSI6: Usado para señalización																																						
		6	ON	Control CRC4: No controlado																																						
			OFF	Control CRC4: Controlado																																						
		7 - 8		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Modo de operación del firmware</th> </tr> <tr> <th>SW 4-7</th> <th>SW 4-8</th> <th>Operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ITU-T</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>China</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>Thailand</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>Otras</td> </tr> </tbody> </table>	Modo de operación del firmware			SW 4-7	SW 4-8	Operación	ON	ON	ITU-T	OFF	ON	China	ON	OFF	Thailand	OFF	OFF	Otras																				
		Modo de operación del firmware																																								
		SW 4-7	SW 4-8	Operación																																						
		ON	ON	ITU-T																																						
		OFF	ON	China																																						
ON	OFF	Thailand																																								
OFF	OFF	Otras																																								
SW5		1	ON	Operación: ITU-T																																						
			OFF	Operación: CEPT																																						
		2	ON	Tiempo de liberación de alarma: 2seg																																						
			OFF	Tiempo de liberación de alarma: 15seg																																						
		3 - 4		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Control PAD</th> </tr> <tr> <th>SW5-3</th> <th>SW5-4</th> <th>Control PAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>Control "Bothway"</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>Sólo Control de Envío (recibido 0 db)</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>Sólo Control de recibido (enviado 0 db)</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>Sólo Control de recibido (enviado 0 db)</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>Configurado en ARTD</td> </tr> </tbody> </table>	Control PAD			SW5-3	SW5-4	Control PAD	ON	ON	Control "Bothway"	OFF	ON	Sólo Control de Envío (recibido 0 db)	ON	OFF	Sólo Control de recibido (enviado 0 db)	ON	OFF	Sólo Control de recibido (enviado 0 db)	OFF	OFF	Configurado en ARTD																	
		Control PAD																																								
		SW5-3	SW5-4	Control PAD																																						
		ON	ON	Control "Bothway"																																						
		OFF	ON	Sólo Control de Envío (recibido 0 db)																																						
		ON	OFF	Sólo Control de recibido (enviado 0 db)																																						
		ON	OFF	Sólo Control de recibido (enviado 0 db)																																						
		OFF	OFF	Configurado en ARTD																																						
		5 - 7		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Selección de Patrón de PAD</th> </tr> <tr> <th>SW5-5</th> <th>SW5-6</th> <th>SW5-7</th> <th>Selección de Patrón de PAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>Patrón 1 A-law</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>Patrón 2 A-law</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>Patrón 3 A-law</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>Patrón 4 A-law</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>A→μ Patrón 1</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>A→μ Patrón 2</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>μ→A Patrón 1</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>μ→A Patrón 2</td> </tr> </tbody> </table>	Selección de Patrón de PAD				SW5-5	SW5-6	SW5-7	Selección de Patrón de PAD	ON	ON	ON	Patrón 1 A-law	ON	ON	OFF	Patrón 2 A-law	OFF	ON	ON	Patrón 3 A-law	OFF	ON	OFF	Patrón 4 A-law	ON	OFF	ON	A→μ Patrón 1	ON	OFF	OFF	A→μ Patrón 2	OFF	OFF	ON	μ→A Patrón 1	OFF	OFF
Selección de Patrón de PAD																																										
SW5-5	SW5-6	SW5-7	Selección de Patrón de PAD																																							
ON	ON	ON	Patrón 1 A-law																																							
ON	ON	OFF	Patrón 2 A-law																																							
OFF	ON	ON	Patrón 3 A-law																																							
OFF	ON	OFF	Patrón 4 A-law																																							
ON	OFF	ON	A→μ Patrón 1																																							
ON	OFF	OFF	A→μ Patrón 2																																							
OFF	OFF	ON	μ→A Patrón 1																																							
OFF	OFF	OFF	μ→A Patrón 2																																							
8	OFF	No usado: colocar en OFF																																								

- **Conexión en los LT del COAX TERM**



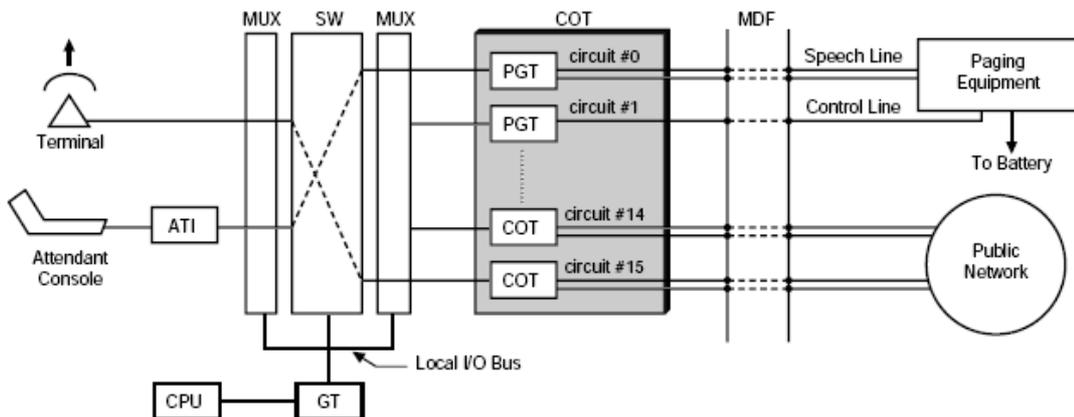
- **Diagrama de Ruta**

Utilizando cable coaxial:

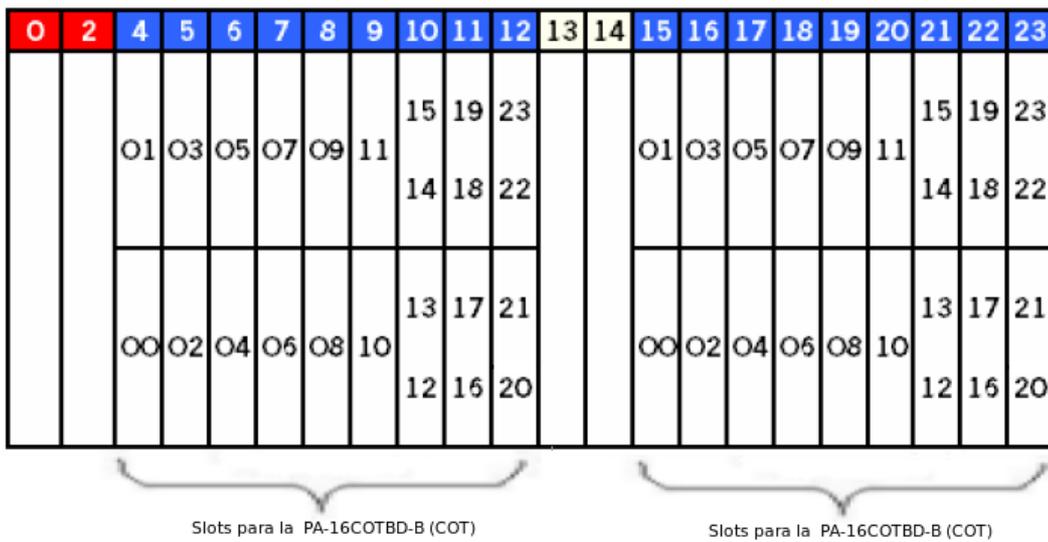


Anexo VIII.IV.II PA-16COTBD-B (Troncal de “Central Office”)

La PA-16COTBD-B (COT) provee una interfaz entre un máximo de 16 líneas telefónicas y el sistema. Dependiendo de la configuración de la tarjeta, el primer circuito puede ser usado para Paging Equipment (Equipo de Radiobúsqueda). Adicionalmente el valor apropiado de la Terminal de Impedancia y Equilibrio de la Red (BNW) puede seleccionarse en la configuración de las tarjetas. El diagrama funcional de esta tarjeta se puede observar en la figura a continuación.

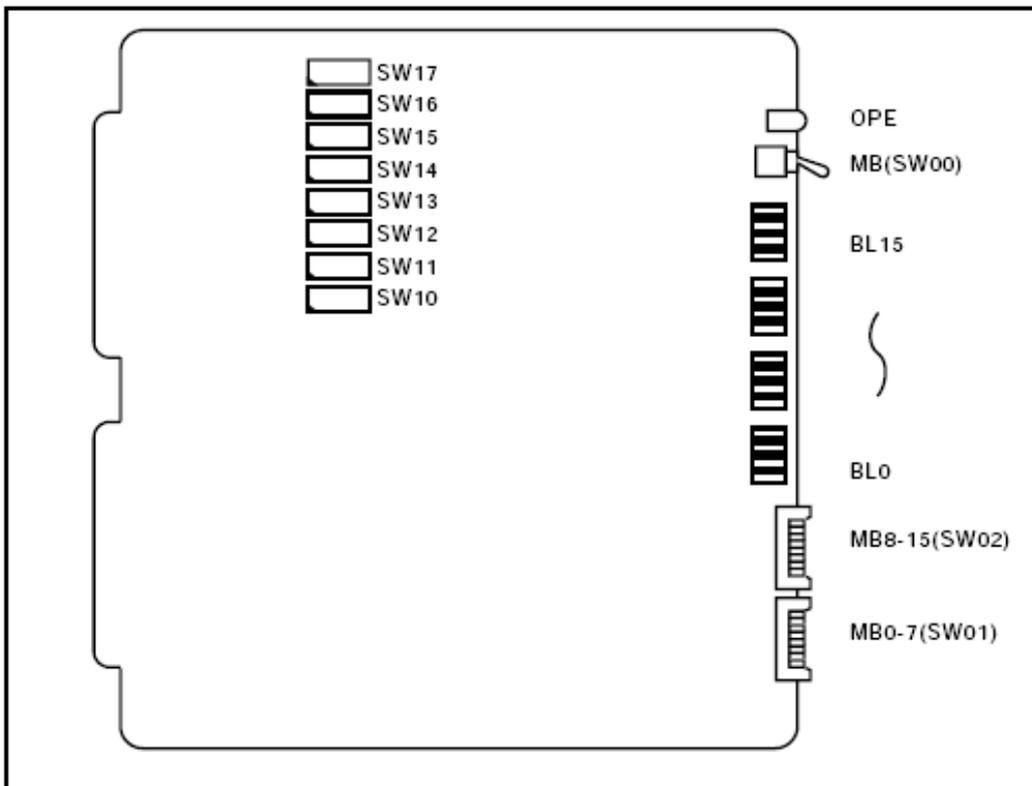


Los slots para la colocación de estas tarjetas son mostrados a continuación,



Los Slots de 32 puertos no son recomendables para estas tarjetas porque se estarían perdiendo 16 puertos, que es lo mismo que 16 canales de voz

La apariencia de los bombillos (leds), interruptores y conectores de esta tarjeta circuital es mostrada a continuación.

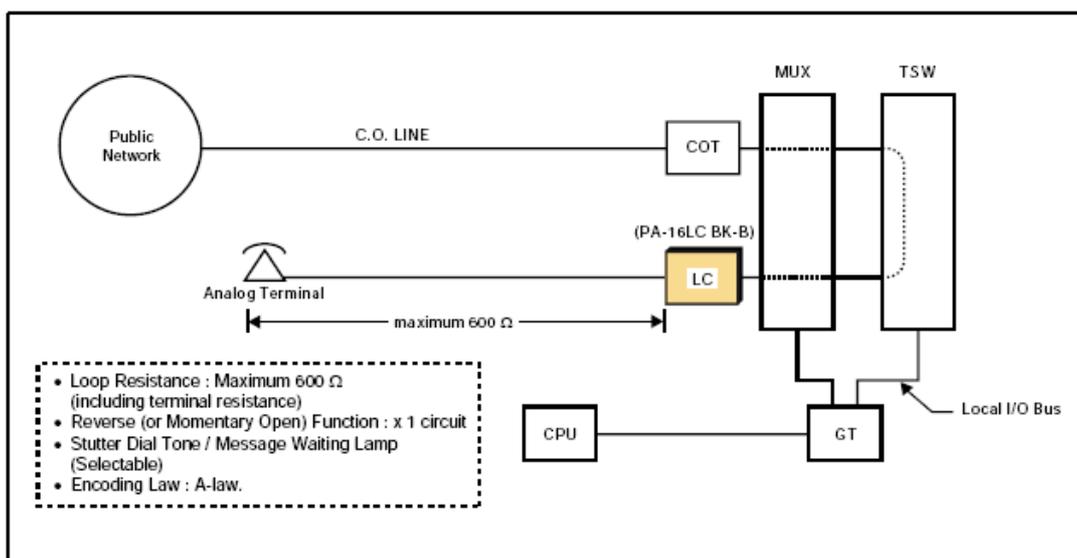


- **Significados de los leds**

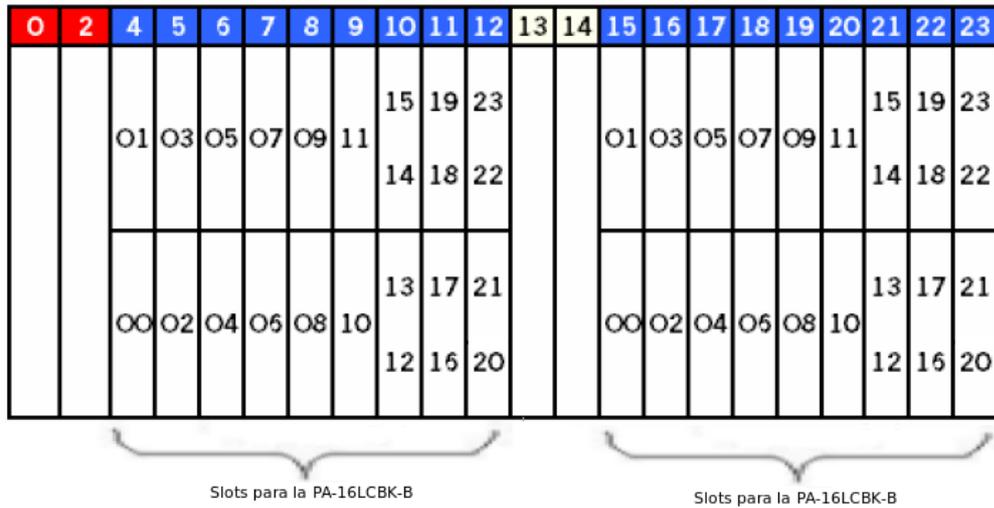
Nombre del Led	Color	Estado
OPE	Verde	El circuito está operando normalmente
BL0-BL5	Verde	El circuito está siendo usado.
	Destellando	1) El led destella mientras se marcan los dígitos durante el origen de una llamada 2) Si el circuito es colocado en estado Make-Busy, el led destellará 60 veces por minuto.

Anexo VIII.IV .III PA-16CLBK-B (Line Circuit)

La tarjeta PA-16CLBK-B, es exclusivamente usada en sistemas A-law y provee una interfaz para un máximo de 16 extensiones analógicas con el sistema con una resistencia terminal de 600 Ω. El diagrama funcional de esta tarjeta se puede observar en la siguiente figura.

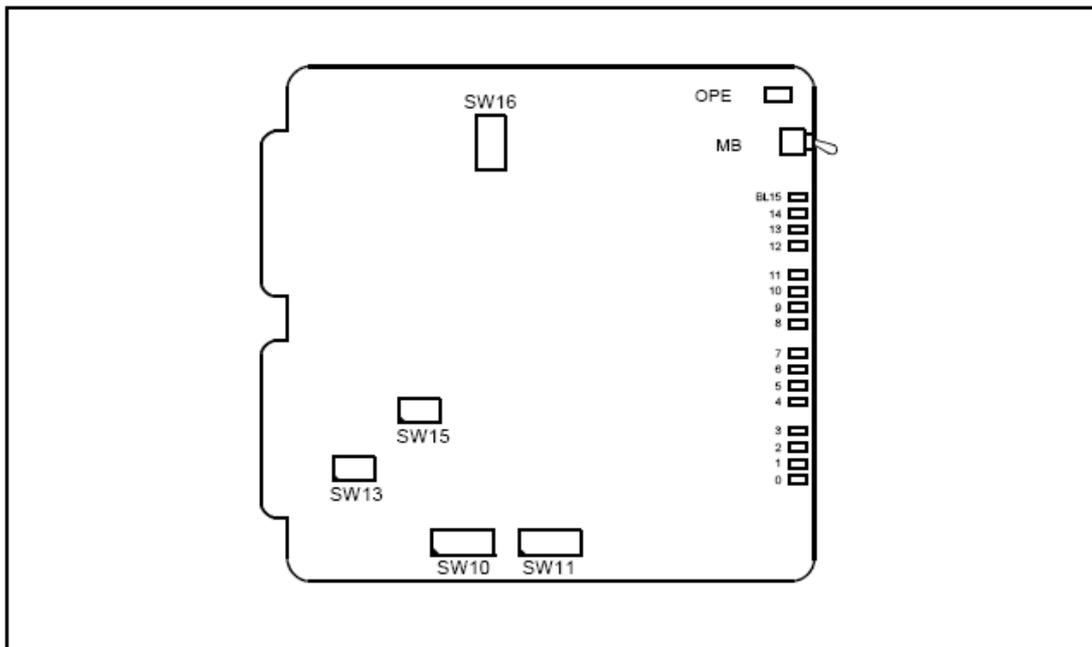


Los slots donde pueden colocarse estas tarjetas se pueden observar en la siguiente figura.



Los Slots de 32 puertos no son recomendables para estas tarjetas porque se estarían perdiendo 16 puertos, que es lo mismo que 16 extensiones

La apariencia de los bombillos (leds), interruptores y conectores de esta tarjeta circuital es mostrada a continuación.



- **Significados de los Leds**

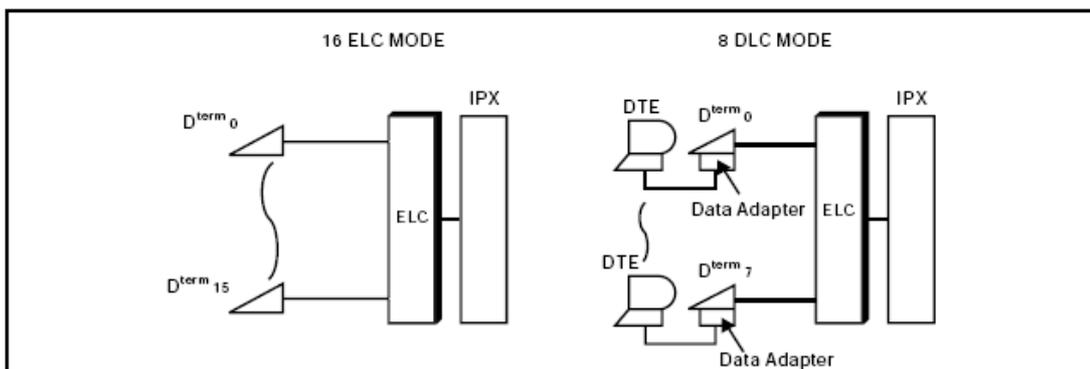
Nombre del Led	Color	Estado	Significado
OPE	Verde	Luz Constante	El circuito está operando normalmente
BLO	Verde	Luz Constante	Loop Existente
BLS		Destellando	1) Señal de repique está empezando a se transmitida. El destello está sincronizado con la señal de repique 2) Dígitos marcados están siendo recibidos. El destello está sincronizado con los dígitos marcados. 3) La línea está en estado Make-Busy. El led destella 60 veces por minuto.

Anexo VIII.IV.IV PA-16ELC-B (Electronic Line Circuit)

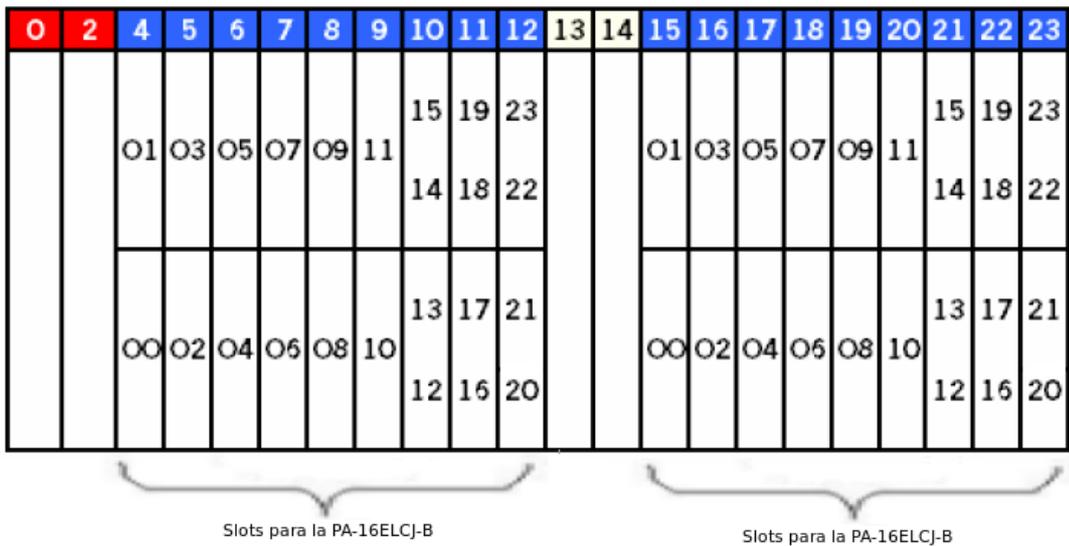
La tarjeta PA-16ELC-B provee una interfaz entre teléfonos digitales (Dterm) y la PBX IPX. Dependiendo de la configuración de los interruptores, esta tarjeta opera de dos modos:

- Modo 16 ELC: un máximo de 16 Dterm pueden ser conectados (Sólo Voz).
- Modo 8 DLC: un máximo de 8 Dterm pueden ser conectados (Simultáneamente Voz y Datos).

El diagrama funcional de esta tarjeta se muestra a continuación,

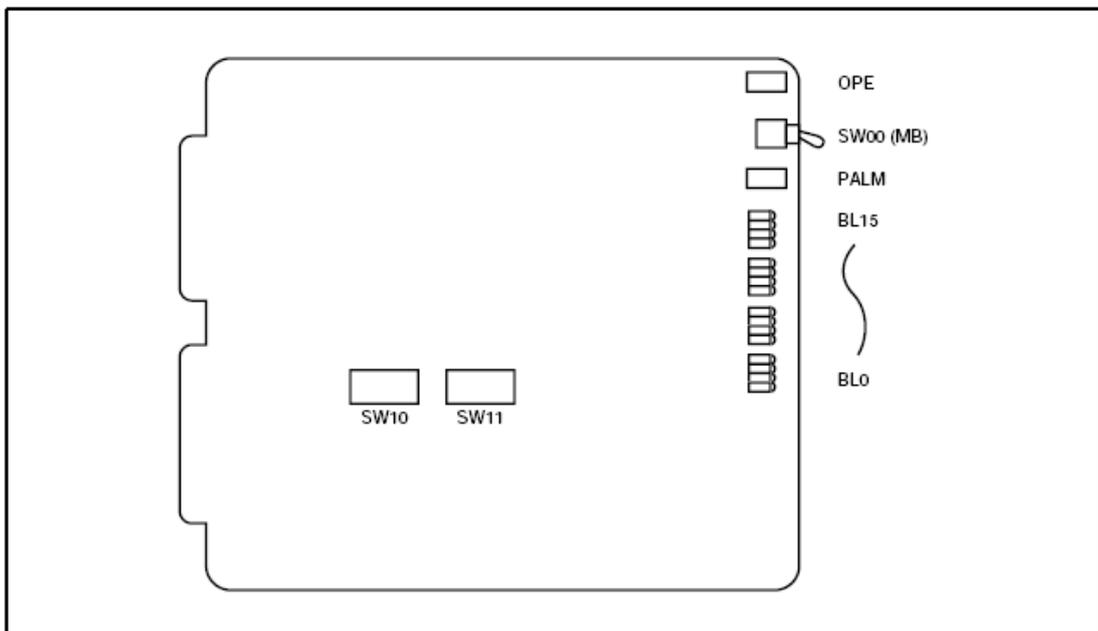


Los slots donde pueden colocarse estas tarjetas se pueden observar en la siguiente figura.



Los Slots de 32 puertos no son recomendables para estas tarjetas porque se estarían perdiendo 16 puertos, que es lo mismo que 16 extensiones

La apariencia de los bombillos (leds), interruptores y conectores de esta tarjeta circuital es mostrada a continuación.



- **Significados de los Leds**

Nombre del Led	Color	Estado
OPE	Verde	La tarjeta está operando normalmente.
	Apagada	La tarjeta no está operando normalmente.
PALM	Rojo	El circuito de poder está presentando fallas.
	Apagada	El circuito de poder está funcionando normalmente.
BL0 BL15	Verde	El circuito está ocupado.
	Destellando	El circuito está en estado Make-Busy
	Apagada	El circuito está libre

Anexo VIII.V Terminal de Operación y Mantenimiento – MAT

El MAT es la herramienta para realizar:

- Diagnósticos
- Mover, Agregar, Cambiar datos de una extensión
- Mediciones de Tráfico
- Chequeo de Fallas
- Reprogramación del Sistema

Esta herramienta se utilizó para la realización de la integración entre las PBXs Asterisk y NEC, utilizando los comandos apropiados para dicha acción.

ANEXO IX

PBX ASTERISK

Anexo IX.I NAT (Network Address Translate, traductor de direcciones de red)

Un aspecto muy importante en Asterisk es el NAT. La traducción de direcciones IP (NAT) es una herramienta para solventar los problemas de la falta de direcciones IP. Normalmente las empresas reciben un pequeño bloque de direcciones IP que varía generalmente de 1 a 256 direcciones válidas (públicas), los usuarios domésticos reciben una dirección válida dinámica en los routers y detrás de estos usan direcciones inválidas (privadas).

El NAT mapea las direcciones privadas a direcciones públicas, con este mapeo el router podrá encaminar de vuelta un paquete que ha sido enviado de la red externa con una dirección pública.

El NAT es utilizado en Asterisk, por ejemplo para la comunicación entre servidores Asterisk, o también entre un teléfono que este fuera de la red interna con el Asterisk.

Para habilitar esta herramienta en el Asterisk se debe configurar en la sección [general] los siguientes parámetros,

- **NAT**

`nat=route.`

Asterisk enviará el audio para el puerto y la dirección IP de donde recibió el audio en vez de confiar en la información contenida en los encabezados SIP y SDP. El teléfono detrás del NAT debe enviar y recibir el audio por el mismo puerto RTP.

`nat=rfc3581`

Asterisk agregará el “rport” al encabezado SIP informando al cliente en que puerto recibió el pedido y va a direccional el flujo de los mensajes para el cliente

en la dirección de donde fue enviado y no en la dirección descrita en los encabezados.

nat=never

Asterisk no agregará el sport en el encabezado SIP como en la RFC3581

nat=yes

Es la combinación de los modos route y rfc3581

- **EXTERNIP**

Indica la dirección IP externa, sólo se debe colocar si el Asterisk se encuentra detrás de un NAT.

Ejemplo: externip=198.180.9.169

- **LOCALNET**

Indica la dirección privada interna donde el Asterisk no va a usar la dirección externa provista por el parámetro externip.

Ejemplo: localnet=162.1.0.0/255.255.0.0

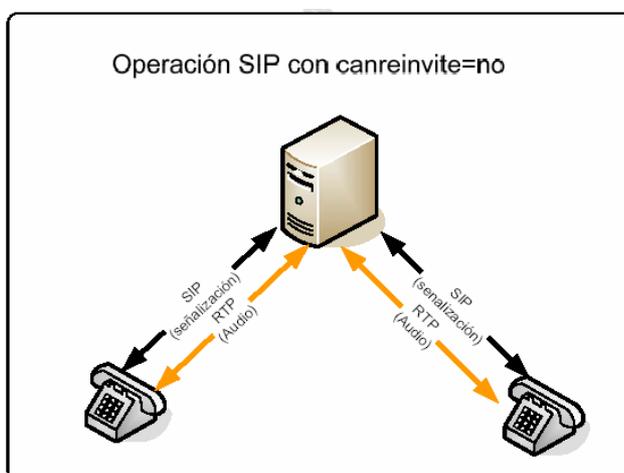
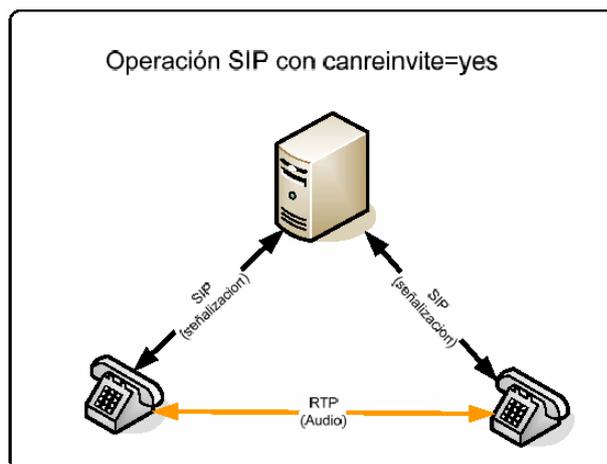
Anexo IX.II Opciones De Configuración De Los Usuarios SIP (sip.conf)

User	Peer	Función
context	context	Indica el contexto asociado en el Dialplan para el user o peer
permit	permit	Permite una IP
Deny	deny	No permite IP
secret	secret	Contraseña para el registro
md5secret	md5secret	Contraseña encriptada con md5
dtmfmode	dtmfmode	El modo en el que se transmiten los tonos. Pueden ser "rfc2833", "inband""info"
canreinvite	canreinvite	Con "no" se obliga al Asterisk a no permitir que los puntos finales intercambien mensajes RTP directamente
nat	nat	Indica si el dispositivo está detrás de un NAT con "yes"
callgroup	callgroup	Define un grupo de teléfonos
pickupgroup	pickupgroup	Define un grupo de teléfonos los cuales pueden rescatar llamadas entre sí
language	language	Define las señales locales de telefonía para un país y el lenguaje de los prompts. Debe estar presente en indications.conf
allow	allow	Permite habilitar un codec, las opciones válidas son all, alaw, ulaw, g723.1, g729, ilbc, gsm
disallow	disallow	Permite deshabilitar un codec. Las opciones válidas son las mismas que allow
insecure	insecure	Define el manejo de las conexiones con peers. Posible valores: very, yes, no, invite, port. Por defecto es "no" que quiere decir que no hay que autenticarse siempre
progreebinband	progreebinband	Si se deben generar señales en banda siempre
callerid	callerid	Define el identificador cuando no hay otra información disponible
accountcode	accountcode	Los usuarios pueden estar asociados con una cuenta para facturación
amaflags	amaflags	Se usa para guardar en los CDR y temas de facturación.
incomiglimit	incomiglimit	Límite de llamadas simultáneas para un cliente
restrictcid	restrictcid	Se usa para esconder el ID del usuario que llama
	mailbox	Extensión del contestador
	username	Si Asterisk actúa como cliente SIP este es el nombre de usuario que presenta en el servidor SIP al que llama
	fromdomain	Pone el campo From de los mensajes SIP
	fromuser	Pone el nombre de usuario en el From por encima de lo que diga el callerID
	host	Dirección o host donde se encuentra el dispositivo remoto. Puede tomar valores: - Una IP o un host concreto - "dynamic" con lo que valdría cualquier IP pero necesita contraseña - "static" vale cualquier IP pero no es necesario contraseña
	port	Puerto UDP en el que responderá el Asterisk

	qualify	Para determinar el tiempo de respuesta del dispositivo. Cuando sea mayor del tiempo especificado en ms se considera fuera de alcance.
	defaultip	IP por defecto del cliente cuando es puesto el host= "dynamic"
	rtptimeout	Termina la llamada cuando llega al tiempo colocado en este comando en segundos si no ha habido tráfico RTP

Es importante destacar los siguientes parámetros,

- **Canreinvite**



Como se observa en las figuras anteriores con este parámetro, en “yes” el Asterisk permite el intercambio de información RTP directamente entre los terminales. Y cuando es configurado “no” tanto la señalización como el audio utiliza como intermediador al Asterisk.

- **Dtmfmode**

Este parámetro es esencial para que el teléfono envíe el DTMF necesario para operaciones como transferencia, captura de llamadas, entre otras cosas. Las opciones de este parámetro son las siguientes:

`dtmfmode=info`. La información de DTMF es enviada por la señalización SIP. Este método está definido por la RFC 3265 (eventos de señalización).

`dtmfmode=inband`. La información DTMF es enviada como una señal de audio normal, esta opción funciona de manera adecuada con codecs sin comprensión como el G.711 (ley u ó ley a).

`dtmfmode=rfc2833`. Permite que los tonos DTMF sean enviados de parte a parte utilizando el protocolo RTP.

- **Md5secret**

El parámetro `md5secret` (contraseña criptográfica MD5), se utiliza para que las contraseñas no aparezcan en el archivo de texto.

Anexo IX.III Opciones de Configuración del Archivo `Extensions.conf`

Anexo IX.III.I Contexto [general]

Al principio del archivo `extensions.conf`, se deben realizar algunas configuraciones generales en la sección con el encabezado `[general]`. A continuación se muestran algunas opciones relacionadas al plan de discado:

- **static**: Indica simplemente si se podrá ejecutar el comando "save dialplan" (guardar plan de discado) desde la consola. Por defecto es "yes". Funciona en conjunto con "writeprotect"

- **writeprotect**: Si writeprotect=no y static=yes permite ejecutar el comando "save dialplan" desde la consola. El valor por defecto es " no".
- **autofallthrough**: Si está activado (yes), al final de un conjunto de comandos para una extensión se termina la llamada con BUSY, CONGESTION o HANGUP, dependiendo de lo que el Asterisk decida más conveniente, es la configuración recomendada. Si no está activada (no) se queda esperando otra extensión sea discada.
- **clearglobalvars**: Si está activado se liberan las variables globales cuando se recargan las extensiones o se reinicia Asterisk. En caso contrario las variables van a persistir aun cuando hayan sido eliminadas del plan de discado.
- **priorityjumping**: Si tiene valor 'yes', la aplicación soporta 'jumping' o salto a diferentes prioridades.

En general estas opciones no son muy importantes y se pueden dejar tal y como aparecen por defecto.

Anexo IX.III.II Contexto [globals]

En este contexto se definen las variables globales que van a aplicarse en todas las extensiones en todos los contextos.

Las variables globales no son sensibles a mayúsculas y minúsculas, aunque es recomendable que estas variables se coloquen siempre en mayúsculas para diferenciarlas fácilmente de las otras variables, las cuales serán descritas más adelante.

Anexo IX.III.III Contextos

Un contexto no es más que un conjunto de características que luego serán asignadas a un usuario.

Luego de las secciones [general] y [globals], se debe configurar el plan de discado, siendo esto lo más importante del archivo extensions.conf.

Un plan de discado consiste en una suma de contextos, y estos a su vez en una serie de extensiones.

Cualquier llamada -entrante o saliente- recibida por el Asterisk, pertenece a un contexto, el cual proporcionará información al Asterisk sobre que acciones debe realizar.

Los contextos pueden ser utilizados para configurar gran cantidad de recursos tales como:

- Control: permitir o no llamadas generadas de algún teléfono.
- Enrutamiento: enrutar las llamadas por caminos específicos.
- Privacidad: admitir o no llamadas no deseadas, “lista negra”.
- Seguridad: solicitar contraseña para ciertos teléfonos.
- Atención Automática: sistema de voz asistido.

Un contexto puede o no incluir uno varios otros contextos. Para incluir contextos dentro de contextos se debe utilizar el siguiente formato.

```
include => <contexto>[|<horas>|<días_de_semana>|<días_de_mes>|<meses>]
```

Donde <contexto> es el contexto a ser incluido, y los demás parámetros son para definir en que momento del día, de la semana, del mes o del año van a ser considerado válido el contexto incluido.

También es posible incluir un archivo a ser ejecutado por el extensions.conf, para lograrlo se debe incluir en la sección [globals] lo siguiente,

```
#include <archivo>
```

Anexo IX.III.III Extensiones

Es importante aclarar que el concepto de extensión aquí mencionado no debe ser confundido con el número de extensión asignado a un teléfono. En Asterisk una extensión está definida como una lista de aplicaciones a ser ejecutadas, el orden en que son ejecutadas depende de la prioridad asignada.

En un mismo contexto se pueden definir más de una extensión. Todas las líneas de un determinado contexto tienen el siguiente formato:

exten => extensión , prioridad, Comando(parámetros)

La extensión hace referencia al número marcado

La prioridad al orden en que se ejecutan las instrucciones. Primero se ejecuta la de prioridad 1, luego la 2 y sucesivamente

El comando hace referencia a la acción o aplicación a ejecutar

Los parámetros dependen del comando, dándole características específicas a dicho comando.

Las extensiones pueden ser de tipo literal, estándar o especial.

- **Extensiones Literales**

Una extensión literal puede ser un número y puede contener símbolos estándar como * y #, los cuales aparecen en teléfonos normales, por lo tanto, 18*0# es una extensión válida. Existen teléfonos con teclados multifrecuenciales que cuentan con teclas especiales, con las cuales el nombre de una extensión puede contener letras y números.

Las extensiones literales distinguen entre mayúsculas y minúsculas, por ende una extensión 12abc no es la misma que 12Abc. Para evitar estas confusiones Asterisk no permite que se definan extensiones diferentes con el mismo nombre pero diferenciadas solo por mayúsculas by minúsculas.

- **Extensiones Estándares**

Al definir extensiones dentro de contextos, no solamente se puede usar números, símbolos o letras sino también se pueden definir extensiones que correspondan a un conjunto de números estándares. Una extensión es estándar si comienza con el carácter “_”. Las extensiones estándar que siguen al carácter “_”son las siguientes:

X	Cualquier dígito entre 0-9
Z	Cualquier dígito entre 1-9
N	Cualquier dígito entre 2-9
[1 5-7]	Corresponde a cualquier dígito o letra entre los corchetes, en este ejemplo, 1, 5, 6 y 7.
.	Corresponde a uno o más caracteres

- **Extensiones Especiales**

Estas extensiones son usadas por Asterisk para propósitos especiales y son las siguientes:

- s: Start, utilizado en el plan de discado para llamadas entrantes, esta extensión indica que se ejecute una acción en específico sin necesidad de información alguna.
- t: Timeout, utilizado para colgar una línea en desuso.
- T: AbsoluteTimeout, actúa conjuntamente con el comando AbsoluteTimeout (), el cual limita cualquier llamada a un tiempo específico.
- h: Hangup, se emplea para colgar una llamada.
- i: Invalid, cuando se disca un número, símbolo o letra que no está configurado

para realizar acción alguna, la extensión i es utilizada por ejemplo para reproducirán mensaje notificando que la opción elegida no es válida.

- o: Operador, utilizado para salir del buzón de voz presionando “0”.

Anexo IX.III.IV Variables

Existen tres tipos de variables:

- Variables globales
- Variables de canal
- Variables de ambiente

Al igual que las variables globales no distinguen entre mayúsculas y minúsculas, como se mencionó anteriormente, las variables de canal y de ambiente tampoco lo hacen. Es importante mencionar que las variables definidas por Asterisk si diferencian entre mayúsculas y minúsculas.

Asterisk puede hacer uso de estas variables como argumentos para los comandos y son vinculadas en el plan de discado usando el siguiente formato,

$\${NombreVariable}$, en donde el “NombreVariable”, como es evidente es la variable a utilizar.

Variables globales: este tipo de variables es configurada en la sección globals como fue descrito anteriormente en el punto Contexto [globals].

Variables de canal: una variable de este tipo está asociada solamente a una llamada en particular y está definida para actuar únicamente mientras el canal esté activo. Estas variables son configuradas utilizando el comando Set ().

Variables de ambiente: son una forma de acceso a las variables de ambiente Unix desde Asterisk.

Existen una gran cantidad de variables definidas por Asterisk, estas son unas de las que generalmente son utilizadas,

- `${CONTEXT}`: Nombre del contexto actual
- `${LEN}`: Longitud del número discado
- `${EXTEN}`: Extensión discada
- `${EXTEN:x}` : La extensión discada eliminando x dígitos
- `${PRIORITY}` : Prioridad actual
- `${CALLERID}` : Identificador de llamadas (nombre y número)
- `${CALLERIDNUM}` : Identificador de llamadas (número)
- `${CALLERIDNAME}` : Identificador de llamadas (nombre)
- `${RDNIS}`: redireccionamiento actual, identificador de la llamada que redireccionó la llamada.

Anexo IX.III.V Expresiones

Las expresiones combinan variables, valores y operadores para realizar operaciones matemáticas, lógicas o manipular acciones que se pretenden realizar. El formato de las expresiones es el siguiente,

`$(expresión)`, en donde expresión es la operación que se desea realizar.

Para la construcción de las expresiones pueden ser usados tanto operadores matemáticos como lógicos.

- **Operadores matemáticos:**

- Suma (+)
- Resta (-)
- Multiplicación (*)
- División (/)

- Porcentaje (%)

- **Operadores lógicos:**

- Operador “AND” (&)

- Operador “OR” (|)

- Operadores de comparación (=, >, >=, <, <=, !=)

Anexo IX.III.VI Comandos

Los comandos son simplemente aplicaciones a realizar por el Asterisk, algunos de los comandos más utilizados en Asterisk son,

- **Answer ()**

Este comando permite que Asterisk conteste un canal que en este momento este repicando. Si el canal no está repicando, esta aplicación no realiza acción alguna.

Muchas aplicaciones requieren que un canal sea contestado antes de realizar la llamada y de otra forma puede que no funcione correctamente.

exten => 123,1,Answer ()

- **Dial ()**

Este comando posee la siguiente sintaxis,

Dial (tipo/identificador,tiempo-repique,opciones)

Para un discado múltiple la sintaxis de este comando cambia un poco y se muestra a continuación,

Dial (tipo1/identificador1& tipo2/identificador2,tiempo-repique,opciones)

Tipo: especifica el tipo de canal, este tipo de canal puede ser SIP, Unicall, IAX2, entre otros.

Identificador: determina el número telefónico que se va a discar en el canal especificado anteriormente. El formato del número de teléfono depende del canal y puede contener opciones adicionales.

Tiempo-repique: este parámetro es opcional y si un tiempo de repique no es establecido el canal repicará indefinidamente. El tiempo de repique es configurado en segundos.

Opciones: al igual que el tiempo-repique es opcional este también lo es. Algunas de las opciones son las siguientes,

- A(x): reproduce un anuncio (x.gsm) para el usuario de destino.
- C: resetea el CDR (Registros de Facturación), no permitiendo que esa llamada sea monitoreada por el CDR.
- d: permite que una extensión de un dígito sea marcada mientras no sea atendida la llamada, permitiendo así que realice un salto hacia otra prioridad.
- D(dígitos): envía dígitos DTMF luego de que la llamada haya sido contestada.
- f: obliga al identificador de llamada a ser configurado como una extensión de la línea que está realizando o redireccionando la llamada, en otras palabras sobrescribe el identificador de llamada. Esto es hecho porque algunas operadoras de PSTN no permiten cambiar el identificador de llamadas.
- g: cuando el usuario llamado cuelga sigue ejecutando más comandos en el contexto actual.
- G(contexto^extensión^prioridad): cuando una llamada es atendida, este comando transfiere ambas partes hacia un contexto y extensión específica.
- h: permite al usuario destino colgar discando *
- H: permite al usuario origen colgar discando *
- j: salta n+101 prioridades de todos los canales solicitados si estos estuviesen

ocupados.

- L(x[:y][:z]): limita la llamada a x ms, enviando una advertencia cuando restan y ms repetida cada z ms. Sólo el parámetro x es requerido, los demás son opcionales. Las siguientes variables especiales pueden también ser configuradas para un control adicional:
 - o LIMIT_PLAYAUDIO_CALLER=yes/no: reproduce un sonido para el origen de la llamada.
 - o LIMIT_PLAYAUDIO_CALLEE=yes/no: reproduce un sonido para el destino de la llamada.
 - o LIMIT_TIMEOUT_FILE=archivo: especifica el archivo a reproducir cuando se ha acabado el tiempo.
 - o LIMIT_CONNECT_FILE=archivo: reproduce el archivo cuando la llamada comienza.
 - o LIMIT_WARNING_FILE=archivo: especifica el archivo a reproducir si el argumento y es definido

- m: provee música en espera para el origen de la llamada hasta que el usuario de destino conteste.
- r: genera un tono de repique para el origen, sin enviar ningún audio hasta que la llamada sea contestada.
- t: permite al usuario destino transferir la llamada.
- T: permite al usuario origen transferir la llamada.
- S(n): cuelga la llamada n segundos después que el usuario llamado atiende.
- o: utiliza el identificador de llamadas recibido de la etapa entrante de la llamada sobre el de la etapa exterior de la llamada. Esto es práctico por ejemplo, cuando se contesta una llamada y se transfiere a otro destino, pero se quiere enviar el Caller ID del usuario que transfiere no del origen de la llamada.
- w: permite al usuario de destino iniciar una grabación presionando *1.
- W: permite al usuario de origen iniciar una grabación presionando *1.

- **Hangup ()**

Este comando realiza exactamente lo que su nombre indica, cuelga un canal activo. Es utilizado para no permitir que una llamada continúe el plan de discado, luego de ser colgada.

- **Playback ()**

Playback (*archivo*)

La aplicación Playback () es utilizada para reproducir el *archivo.gsm* presente en el directorio de sonido por defecto. Cuando esta aplicación está siendo ejecutada, cualquier dígito presionado por el usuario es ignorado.

- **Background ()**

Background (*archivo*)

Al igual que Playback () es utilizada para reproducir un archivo de sonido, pero cuando el origen presiona una tecla es interrumpida la aplicación y envía al usuario a la extensión correspondiente a los dígitos discados.

- **Goto ()**

Goto (contexto, extensión, prioridad)

Esta aplicación salta para un contexto actual, extensión y/o prioridad. El goto() facilita el movimiento entre diferentes partes del plan de discado.

- **Gotoif ()**

Gotoif(*condición?label1:label2*)

Permite un salto condicionando la resolución de una expresión, es decir, envía la llamada a *label1* si la *condición* es verdadera o al *label2* si es falsa.