

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DESCRIPCIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS PBX PARA TELEFONÍA IP Y SOLUCIONES DE QOS

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Ing. Timaure D., Edison A.
para optar al Título de Especialista
en Comunicaciones y Redes de Comunicación
de Datos

Caracas, 2005

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DESCRIPCIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS PBX PARA TELEFONÍA IP Y SOLUCIONES DE QOS

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Carlos Moreno

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Ing. Timaure D., Edison A.
para optar al Título de Especialista en
Comunicaciones y Redes de Comunicación de
Datos

Caracas, 2005

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del Jurado designado por el Consejo de la Facultad de Ingeniería para examinar el Trabajo Especial presentado por el Ing. Edison A. TIMAURE. Cédula de Identidad número V-11.956.856, y titulado: *"DESCRIPCIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS PBX PARA TELEFONÍA IP Y SOLUCIONES DE QoS"*, a los fines de cumplir con el requisito legal para optar al título de *ESPECIALISTA EN COMUNICACIONES Y REDES DE COMUNICACIÓN DE DATOS*, dan fe de lo siguiente:


5. Una vez leído, como fue, dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, el coordinador del jurado convocó para efectuar la defensa en forma pública el día martes, dos de agosto de dos mil cinco, a las 10:00 a.m., en el Aula E-310 de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V.
6. La defensa comenzó a las 10:15 p.m. en el sitio y en la fecha antes señalados. El aspirante hizo un resumen oral de su Trabajo Especial, luego de lo cual respondió satisfactoriamente las preguntas que le fueron formuladas por el Jurado, todo ello conforme a lo dispuesto en el artículo 44 del Reglamento de Estudios de Postgrado de la Universidad Central de Venezuela.
7. Finalizada la defensa pública, el jurado deliberó en privado y por unanimidad decidió **APROBAR** el Trabajo por considerar, sin hacerse solidario de las ideas expuestas por el autor, que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el Reglamento antes citado. Para dar este veredicto, el Jurado estimó que el Trabajo evaluado presenta el proceso evolutivo de la telefonía sobre IP y lo ilustra con varias implementaciones prácticas realizadas por la empresa NEC en Venezuela.
8. En fe de lo cual se levanta la presente acta, en original y tres copias, en Caracas, a los dos días del mes de agosto de dos mil cinco, dejándose constancia que conforme a la normativa jurídica vigente, actuó como coordinador del jurado, el Prof. Carlos M. Moreno, tutor del trabajo.



Ing. Carlos Fuenmayor (M.Sc.)



Ing. Luis J. Fernández (Dr.)



Ing. Carlos M. Moreno (Esp.)
Coordinador

DEDICATORIA

*Ángel Santo de mi guarda
semejanza del Señor
por la vida que te han dado
por amparo y guardador
te suplico Ángel bendito
por tu gracia y tu poder
de los lazos del maldito
tu me has de defender.*

*Ángel de mi guarda
dulce compañía
no me desampares
ni de noche ni de día.*

*Yo iba por un camino
me encontré con unos ángeles
me cogieron de la mano
me pasaron por un puente
cruz en mano cruz en frente
cosa mala nunca encuentre
ni de día ni de noche
ni a la hora de mi muerte.*

Amén.

INDICE

Constancia de Aprobación	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
1.1. Planteamiento del Problema	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivos Generales	4
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Tipo de Investigación	5
1.4. Metodología Utilizada	5
1.5. Aporte al conocimiento	6
1.6. Resultados Esperados	6
CAPITULO II	
MARCO TEORICO	7
2.1. Evolución de los sistemas PBX digitales 1975-2000	7
2.2. Conmutación / Transmisión Digital	9
2.3. Control de Programa Almacenado por Computador	12
2.4. Teléfonos Digitales	14
2.5. Diseño de Sistema Modular	17
2.6. Introducción a los Sistemas IP-PBX	21
2.7. ToIP y Sistemas PBX IP	23
2.8. Diseño de Sistemas PBX-IP Convergentes	28
2.9. Puertos de extensiones IP	29
2.10. Calidad de Servicio	32
2.10.1. Ancho de Banda Adicional	33
2.10.2. Protocolo de transporte en tiempo real comprimido (cRTP)	33
2.10.3. Gestión de Colas	35
2.10.3.1. Gestión de colas apropiada ponderada (WFQ, Weighted Fair Queing)	36
2.10.3.2. Consideraciones sobre WFQ	37
2.10.3.3. Gestión de colas personalizada	

	(CQ, Custom Queuing)	37
2.10.3.4.	Consideraciones sobre CQ.	38
2.10.3.5.	Gestión de colas por prioridad (PQ, Priority Queuing)	38
2.10.3.6.	Consideraciones sobre PQ.	38
2.10.3.7.-	Gestión de colas apropiada ponderada basada en clases (CB-WFQ, Class-Based Weighted Fair Queuing).	39
2.10.3.8.	Gestión de colas de baja latencia (PQ dentro de CB-WFQ)	40
2.10.4.	Clasificación de paquetes	40
2.10.4.1.	Precedencia IP	40
2.10.4.2.	Políticas de enrutamiento (Policy routing)	41
2.10.4.3.	Protocolo de reserva de recursos (RSVP, Resource Reservation Protocol).	43
2.10.4.4.	Advertencias sobre RSVP	44
2.10.4.5.	IP RTP Reserve	45
2.10.4.6.	Prioridad RTP IP (IP RTP Priority)	45
2.10.5.	Medición y flujos de formación del tráfico	46
2.10.5.1.	Tasa de Acceso comprometido (CAR)	47
2.10.5.2.-	Formación del Tráfico	47
2.10.5.3.-	Formación de tráfico y gestión de colas	48
2.10.5.4.-	Formación de tráfico Genérico (GTS)	49
2.10.5.5.-	Formación de tráfico Frame Relay (FRTS)	49
2.10.6.	Fragmentación	50
2.10.7.	Bloqueo	51
2.10.8.	Impedimento de congestión	51
2.10.9.	Detección temprana aleatoria ponderada (WRED)	51

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DEL MODELO PARA LA MIGRACIÓN DE LOS SISTEMAS PBX NEC HACIA LA TELEFONÍA IP

3.1	El Concepto de las Redes Empresariales de Arquitectura Abierta de NEC “NEON”	53
-----	---	----

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS PBX NEC PARA TELEFONÍA IP EN LOS REQUERIMIENTOS DE DISTINTAS EMPRESAS

4.1.	Implementación de un Dterm IP Gateway para convertir extensiones digitales a extensiones IP.	63
------	---	----

4.1.1. Descripción e identificación de los Objetivos	63
4.1.2. Determinación de los requerimientos	64
4.1.2.1.- Requerimientos propios del Sistema	64
4.1.2.2.- Requerimientos Funcionales y Operativos	64
4.1.3.- Análisis de las necesidades para la implantación	64
4.1.4. Diseño y Desarrollo del Sistema Propuesto.	65
4.1.4.1. Descripción Técnica de los Equipos:	66
4.1.4.1.1.- Unidad Dterm IP Gateway.	66
4.1.4.1.2.- Adaptador de Teléfonos Digitales a IP	67
4.1.5. Pruebas, Implantación y Evaluación del Sistema	68
4.2. Implementación de Troncales IP para interconectar las Centrales Telefónicas de Enelven en Maracaibo, Santa Bárbara y Machiques.	70
4.2.1. Descripción e identificación de los Objetivos	70
4.2.2. Determinación de los requerimientos	70
4.2.2.1.- Requerimientos propios del Sistema	71
4.2.2.2.- Requerimientos Funcionales y Operativos	71
4.2.3. Análisis de las necesidades para la implantación	71
4.2.4. Diseño y Desarrollo del Sistema Propuesto.	71
4.2.4.1. Descripción Técnica de los Equipos:	73
4.2.4.1.1. NEAX 2400 IPX	73
4.2.4.1.2. Tarjetas de Troncales IP (IP Trunks) NEAX 2400 IPX	75
4.2.4.1.3. Tarjetas de Troncales IP (IP Trunks) NEAX 2000 IVS2	76
4.2.5. Pruebas, Implantación y Evaluación del Sistema	77
4.3. Implementación e interconexión de Sistemas PBX NEC Modelo IPS estableciendo comunicación peer-to-peer.	78
4.3.1. Descripción e identificación de los Objetivos	78
4.3.2. Determinación de los requerimientos	78
4.3.2.1.- Requerimientos propios del Sistema	78
4.3.2.2.- Requerimientos Funcionales y Operativos	78

4.3.3. Análisis de las necesidades para la implantación	79
4.3.4. Diseño y Desarrollo del Sistema Propuesto.	79
4.3.4.1. Descripción Técnica de los Equipos:	81
4.3.4.1.1. NEAX 2400 IPS	81
4.2.4.1.2. Tarjetas IP PAD	82
4.3.5. Pruebas, Implantación y Evaluación del Sistema	82
CAPITULO V	
DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE TELEFONÍA PARA EL MINISTERIO DE SALUD Y DESARROLLO SOCIAL (MSDS) E INTERCONEXIÓN DE LAS LOCALIDADES REGIONALES UTILIZANDO TRONCALES IP A TRAVÉS DE FRAME RELAY	84
5.1. Descripción e identificación de los Objetivos.	84
5.2. Determinación de los requerimientos.	84
5.2.1. Requerimientos propios del Sistema:	85
5.2.2. Requerimientos Funcionales y Operativos	85
5.3. Análisis de las necesidades para la implantación	86
5.4. Diseño y Desarrollo del Sistema Propuesto.	86
5.4.1. Arquitectura del Hardware NEAX 2400 IPX.	87
5.4.2- Arquitectura del software NEAX 2400 IPX	89
5.4.3.- Arquitectura del Hardware NEAX 2400 IPS.	89
5.4.4.- Arquitectura del software NEAX 2400 IPS.	91
5.5.- Pruebas, Implantación y Evaluación del Sistema	92
CONCLUSIONES	96
BIBLIOGRAFÍA	98
ANEXOS	100

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Retraso previsto de extremo a extremo	32
Tabla 2	Efecto del tipo de códec y tamaño de la muestra en el AB	33
Tabla 3	TOS (Precedencia IP)	41
Tabla 4	Datos de la descripción técnica Unidad Dterm IP Gateway	67
Tabla 5	Datos de la descripción técnica Dterm IP Adapter	68
Tabla 6	Especificaciones técnicas de la NEAX 2400	74
Tabla 7	Especificaciones técnicas de la tarjeta de troncales IP modelo PA-16IPTB IP Trunks NEAX 2400 IPX	75
Tabla 8	Especificaciones técnicas de la tarjeta de troncales IP modelo SPNIPTBIP Trunks NEAX 2000 IVS2	76

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Representación del concepto Redes Empresariales de Arquitectura Abierta de NEC “NEON”	53
Fig. 2	Filosofía de NEC: Migración sin Obsolescencia	54
Fig. 3	Plan de migración para telefonía IP de sistemas PBX de gran Capacidad	55
Fig. 4	Plan de migración para telefonía IP de sistemas PBX de mediana Capacidad	56
Fig. 5	Solución de extensiones IP habilitadas en la PBX	58
Fig. 6	Solución de troncales IP habilitadas en la PBX	59
Fig. 7	Solución IP habilitada en la PBX	59
Fig. 8	Establecimiento de llamada en comunicaciones peer-to-peer	61
Fig. 9	Establecimiento de llamada en comunicaciones peer-to-peer entre dos PBX-IP	61
Fig. 10	Patrones de conexiones en donde se requiere la IP PAD	62
Fig. 11	Implementación de extensiones IP utilizando un Dterm IP Gateway y teléfonos digitales a IP usando adaptador IP (Dterm IP Adapter)	66
Fig. 12	Unidad Dterm IP Gateway	66
Fig. 13	Adaptador de Teléfonos Digitales a IP (Dterm IP Adapter).	67
Fig. 14	Diseño de la implementación de troncales IP para interconectar las Centrales Telefónicas de Enelven en Maracaibo, Santa Bárbara y Machiques	72
Fig. 15	Diseño propuesto para la Implementación e interconexión de Sistemas PBX NEC Modelo IPS estableciendo comunicación peer-to-peer.	80
Fig. 16	Diseño para la implementación del Sistema de Telefonía del MSDS.	87
Fig. 17	Diagrama de conexión de extensiones IP en la sede principal del MSDS	92
Fig. 18	Diagrama de interconexión de troncales IP de prueba en la sede principal del MSDS.	94

Timaure D., Edison A.

DESCRIPCIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS PBX PARA TELEFONÍA IP Y SOLUCIONES DE QOS

Tutor Académico: Carlos Moreno. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Postgrado de Especialización en Comunicaciones y Redes de Comunicación de Datos. Empresa: AICOTEL, 2005. 100 h + anexos

RESUMEN

Los sistemas PBX ó Centrales Telefónicas han ido evolucionando para poder incorporar sus comunicaciones sobre una infraestructura de redes de datos y conmutación de paquetes creando una nueva categoría de sistemas PBX para telefonía IP, por tanto es importante conocer la evolución que han tenido los sistemas PBX desde su comienzos hasta los actuales sistemas que han tomado ventajas del potencial ofrecido por la convergencia de las infraestructuras de voz y datos en el mundo IP. Bajo este nuevo concepto de telefonía IP se hace necesario conocer las soluciones de QOS (Calidad de Servicio) que permiten garantizar un mejor tratamiento de la voz sobre los datos. En el desarrollo de esta investigación se describe el concepto NEON desarrollado por NEC para la migración hacia la telefonía IP de sus Sistemas PBX. También se realiza una descripción, evaluación e implementación de los Sistemas PBX NEC para telefonía IP en los requerimientos de distintas empresas, desde las primeras soluciones que implicaban la conexión de enrutadores IP (Dterm Gateway IP), Implementación de troncales IP para la interconexión de PBX, habilitación de extensiones IP, hasta los Sistemas PBX que permiten una conexión peer-to-peer en las comunicaciones de voz.

INTRODUCCIÓN

Anteriormente existían dos mundos que iban creciendo separadamente uno respecto al otro: el mundo de la telefonía y el mundo de las redes de datos, la tendencia siempre indicó que la evolución individual de cada uno de estos, haría la convergencia de ambos. Los primeros indicios fueron que los datos iban a converger en el mundo de la telefonía con todo lo que prometía ISDN, pero la creciente y rápida evolución de las redes y los datos durante las últimas décadas y los nuevos servicios que requerían más velocidades y anchos de bandas hicieron que esto no fuera así. En contraparte, durante la última década del siglo XX se ha visto el crecimiento y evolución que ha presentado Internet, desde un medio de compartir recursos y transferir archivos para unos pocos, hasta llegar a ser hoy en día un fenómeno en la comunicaciones de inimaginables proporciones y poder que nos involucra a todos.

Es así como el Protocolo IP se ha convertido en el estándar de facto para la movilización de bit de datos de un lugar a otro, ya sea a través de Internet o mediante redes privadas. La primera década del siglo XXI puede testificar la transformación e incorporación de todos los sistemas humanos de comunicaciones: datos, imágenes, sonidos, voz y vídeo en una red convergente de comunicaciones globales basadas en el protocolo de Internet: IP.

Hoy día comúnmente se escucha el término de Voz sobre IP (Voice over IP VoIP), el cual es conocido como el proceso de soportar llamadas telefónicas de voz sobre Internet o sobre redes privadas utilizando el Protocolo Internet (Internet Protocol IP). Las primeras implementaciones de negocios para clientes usando VoIP, fueron las llamadas de larga distancia sobre una red WAN IP ofreciendo una alternativa a las tradicionales llamadas que se cursan a través de las troncales de la PSTN. Un servidor o dispositivo de entrada a la red convierte las señales PCM/TDM de la PBX en un formato IP para ser transportados a través de los routers por la Red.

Por tanto VoIP no ofrece nuevas facilidades o funciones dentro de la telefonía, simplemente significa una nueva alternativa de transporte.

Basándose en la Voz sobre IP VoIP como un nuevo transporte, los Sistemas PBX o Centrales Telefónicas han evolucionado para poder incorporar sus comunicaciones sobre una infraestructura de redes de comunicaciones y protocolos de conmutación de paquetes (packet switching). Es así como aparece una nueva tecnología conocida como telefonía sobre IP (Telephony over IP ToIP), la cual gradualmente ha comenzado a reemplazar el término VoIP. Aunque todavía VoIP es el término mas usado comúnmente, ToIP esta siendo utilizado para describir los trabajos de los Sistemas PBX-IP o Centrales Telefónicas IP.

Es muy importante tener claro que VoIP y por ende ToIP dependen de otro factor que es la Calidad de Servicio (Quality of Service QoS), ya que en el momento en que las muestras de voz son encapsuladas en paquetes IP y transportadas por la red de datos se hace necesario ofrecer un mejor tratamiento a la voz, debido a que a diferencia de los datos que soportan retrasos y se manejan bajo la categoría de mejor esfuerzo (best effort), la voz no admite ni pérdidas, ni retrasos y se maneja bajo una categoría de tiempo real (real time).

CAPITULO I

1.1.- Planteamiento del Problema

La telefonía IP no es simplemente el proceso de convertir señales de voz en bit de datos, aunque esto sea parte del proceso. Este nuevo concepto va más allá, ya que ahora el compromiso es ofrecer al usuario final las mismas bondades y facilidades de la telefonía clásica con la mayor transparencia posible y obteniendo todos los beneficios que implican la nueva forma en que la voz pueda ser transportada. Así por ejemplo un empleado de una empresa puede trabajar en una oficina regional y disfrutar de todos los beneficios y facilidades de la central telefónica: correo de voz, llamada de regreso, música en espera, identificación del nombre, lámpara de mensaje, por nombrar unos pocos, tal como si estuvieran conectados directamente al sitio central.

Los grandes fabricantes de Sistemas PBX ó Centrales Telefónicas han ido incorporándose y evolucionando para tomar ventajas del potencial ofrecido por la convergencia de las infraestructuras de voz y datos, por lo cual es muy importante observar la evolución y las soluciones que ofrecen los sistemas PBX ó Centrales Telefónicas, hacia una Categoría de Centrales Telefónicas IP.

NEC es líder mundial en Centrales Telefónicas y ha desarrollado una iniciativa para la migración hacia la telefonía IP llamado Redes Empresariales de Arquitectura Abierta de NEC, NEON (NEC's Enterprise Open Network). Es así como NEC por lo tanto ha ido habilitando IP (IP Enabling) en la línea tradicional de PBX, para que sus clientes disfruten los beneficios de la telefonía IP sin permitir la obsolescencia de los sistemas existentes y ha ido desarrollando una línea de Centrales que conmutan desde TDM e IP, hasta Sistemas Telefónicos que conmutan totalmente en IP.

Con relación a lo anterior se quiere realizar una descripción, evaluación e implementación de los Sistemas PBX NEC para telefonía IP, desde las primeras soluciones que implicaban la conexión de enrutadores IP (Gateway IP),

Implementación de troncales IP para la interconexión de las PBXs, habilitación de extensiones IP, hasta centrales que permiten una conexión de igual a igual (peer-to-peer) en las comunicaciones.

1.2.- Objetivos

1.2.1.- Objetivos Generales

Mostrar el proceso evolutivo que han tenido los sistemas PBX en la implementación de soluciones hacia la telefonía IP.

Describir, implementar y evaluar sistemas PBX NEC para Telefonía IP y estudio de distintas soluciones de QoS necesarias para la implantación de Voz sobre IP.

1.2.2.- Objetivos Específicos

- Realizar un estudio de la evolución de los Sistemas PBX.
- Descripción de técnicas de Calidad de Servicio (QoS) que se deben realizar para la implementación de VoIP.
- Descripción del Modelo para la migración de los sistemas PBX de NEC hacia la telefonía IP.
- Descripción y Análisis de las distintas soluciones ofrecidas por NEC para los Sistemas PBX – IP.
- Descripción de la implementación de soluciones de sistemas PBX NEC para Telefonía IP en los requerimientos de distintas empresas:
 - **Intevop:** Implementación de un Gateway IP para convertir extensiones Digitales a extensiones IP.

- **Procedatos:** Implementación de troncales IP para interconectar las centrales telefónicas de tres localidades Caujarito, Santa Bárbara y Machiques.
- **Harvest Vincler:** Implementación e interconexión de sistemas PBX modelo IPS con conmutación peer-to-peer, entre la sede principal en Maturín y tres localidades: Temblador, Caracas y Tucupita.
- Desarrollo e implantación del sistema de telefonía para el Ministerio de Salud y Desarrollo Social (MSDS) e interconexión de las localidades regionales utilizando troncales IP a través de frame relay.

1.3.- Tipo de Investigación

El estudio estará concebido dentro de la modalidad de Proyectos Factibles. Un Proyecto Factible consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico, para satisfacer necesidades de una institución o grupo social. Basado en lo anterior, el estudio consistirá en la descripción, implementación y evaluación de sistemas PBX para Telefonía IP y soluciones de QoS, que permitirá satisfacer los requerimientos de comunicaciones de voz a través de la telefonía IP en distintos casos planteados a varias corporaciones, que permitirán mostrar la evolución de los Sistemas PBX hacia la telefonía IP.

1.4.- Metodología Utilizada

El desarrollo de este proyecto se pretende realizar en base a una adaptación de la metodología de Kendall y Kendall, la cual está compuesta por las siguientes etapas:

- Investigación teórica sobre la evolución de los Sistemas PBX hacia la telefonía IP y Calidad de Servicio (QoS).

- Descripción e Identificación de los objetivos.
- Determinación de los requerimientos.
- Análisis de las necesidades para la implantación de Sistemas PBX para Telefonía IP y QoS.
- Diseño y Desarrollo del sistema propuesto.
- Pruebas, Implantación y Evaluación del Sistema

1.5.- Aporte al conocimiento.

A través del enfoque realizado a este proyecto se ofrece un importante aporte al conocimiento, presentando información sobre la evolución de los Sistemas PBX hacia la telefonía IP, por medio de la descripción, implementación y evaluación de distintas soluciones que permitan entender el nuevo concepto de ToIP (Telefonía sobre IP), así como las técnicas de Calidad de Servicios QoS necesarias, que permitan dar el tratamiento especial que requiere la voz.

1.6.- Resultados Esperados.

El producto final de este estudio pretende mostrar la situación actual de los Sistemas PBX o Centrales telefónicas y su proceso evolutivo hacia la telefonía IP, a fin de dar a conocer, mediante la descripción de distintos casos de estudio, diversas soluciones a empresas que han decidido incorporar esta tecnología como parte de su plataforma de comunicaciones.

CAPITULO II

Marco Teórico

2.1.- Evolución de los sistemas PBX digitales 1975-2000

Hay dos generaciones distintas de sistemas PBX basadas en la transmisión fundamental y en la plataforma de conmutación usada para soportar señalización, control y comunicaciones hacia y desde la extensión del usuario y el equipo común. La primera generación fue conocida como PBXs analógicas e incluían sistemas con una variedad de diseños de conmutación interna, tales como paso a paso y barra cruzada para conexiones puerto a puerto. La segunda generación, conocida como PBX digitales, convertía señales de voz analógicas dentro de un formato de bit digital usando un codec en el teléfono terminal o en la interfase de puerto de la tarjeta de circuitos. La transmisión de buses a través de la Multiplexación por División de tiempo (TDM) fue usada como la red de conmutación principal para conexiones internas entre las interfases de puertos periféricos. La segunda generación de sistemas PBX utiliza conexiones de conmutación de circuitos basados en la técnica de Modulación por Código de Pulso (PCM), para establecer los canales de comunicación entre las extensiones y/o los puertos troncales. La emergente y nueva generación de sistemas PBXs esta basada en señalización IP, protocolos de señalización y estándares de interfases comunmente utilizados para comunicaciones de datos en redes LAN y WAN pero adaptadas para aplicaciones de voz.

Los sistemas PBX digitales por conmutación de circuitos que están siendo comercializados e instalados hoy, evolucionaron directamente desde la primeras PBXs hasta el uso de un formato de transmisión digital, a través de la red de conmutación interna, introducida a mediados de los 70 por varios fabricantes dentro de un periodo de tiempo muy corto. Antes de 1975, las primeras generaciones de sistemas de comunicaciones locales estaban basados completamente sobre una plataforma de conmutación y transmisión analógica para comunicaciones entre las extensiones y/o circuitos troncales. El uso de un formato de transmisión digital fue

el primer paso hacia la evolución de los sistemas PBX de comunicaciones para voz hacia los sistemas de comunicación mixtos que están siendo comercializado y vendidos actualmente. Otros de los cambios significantes en el diseño de sistemas PBX que ocurrió durante el pasado cuarto de siglo, incluye el control de programa almacenado por computador, la evolución modular, el diseño de sistema distribuido para procesamiento, conmutación y operación de interfase de puerto, así como la transmisión digital entre la extensión de usuario y el equipo común. Los mismos elementos de diseño básico de un sistema de PBX permanecen iguales – procesamiento de llamadas, conmutación, interfase de puerto y transmisión – pero la tecnología y la arquitectura del sistema ciertamente cambiaron.

Las funciones y facilidades de los sistemas PBX también evolucionaron desde los primeros sistemas digitales SPC (Control de Programa Almacenado) que fueron introducidos. Los primeros sistemas PBX digitales, tuvieron poco menos de 100 facilidades en soporte de extensiones de usuarios, operadora y requerimientos del sistema de procesamiento de llamadas. Lentamente, con cada nueva liberación de software de facilidades, se expandieron las opciones de software de los sistemas PBX que permitieron incluir soporte para redes de sistemas múltiples, aplicaciones de centros de llamadas basadas en ACD y comunicaciones integradas de voz y datos. Mejoras de las opciones de los sistemas, tales como comunicaciones de video, computadora-teléfono, comunicaciones móviles y mensajería, fueron continuamente agregadas al ofrecimiento total de los sistemas PBX. Algunas de las facilidades y funciones fueron basadas únicamente en la programación del software, pero muchas requirieron elementos de hardware, tales como servidores adjuntos o tarjetas especiales de interfases de señalización, para implementar y operar. La mayoría de los usuarios actuales de comunicaciones no están conscientes de la significativa evolución de las capacidades de desempeño del sistema, porque pocas extensiones de usuarios tomaron ventaja del amplio rango de facilidades y funciones disponibles en los sistemas PBXs.

Lo anteriormente descrito constituye un repaso y una breve discusión de los principales diseños, facilidades, cambios funcionales y mejoras que condujeron hacia el desarrollo de la próxima generación de telefonía IP en los sistemas de comunicaciones empresariales.

2.2.- Conmutación / Transmisión Digital

Los sistemas PBXs basados en la tecnología de transmisión y conmutación digital debutaron a mediados de la década de los 70. Entre 1974 y 1976 varios fabricantes de sistemas de comunicaciones se esforzaron por ser los primeros en anunciar un sistema PBX digital, incluyendo a Northern Telecom (actualmente conocida como Nortel Networks), Rolm (después adquirida por Harris Corporation y conocida como Harris Digital hasta que fue retirada del mercado en el 2000). El factor impulsor para el desarrollo de un sistema PBX digital fue poder soportar comunicaciones de datos de escritorio sin un modem, aunque las opciones de comunicaciones de datos no estuvieron altamente disponible sino hasta principios de 1980. Otros de los beneficios de la transmisión y conmutación digital incluían mejoras en los niveles de calidad y confiabilidad a menores costos de fabricación.

En los 70 no fueron establecidos estándares para el diseño de un sistema PBX digital, y los resultados en los sistemas reflejaban cada una de las predisposiciones individuales de diseño de cada fabricante. El método preferido de transmisión digital usado por casi todos los diseñadores de PBX fue TDM. TDM es simplemente descrita como el compartimiento de un bus de transmisión común por varios puntos finales periféricos. La transmisión de señales digitales por cada punto final fue basada en time slots asignados por el sistema de control común de la PBX. Aunque TDM fue usada para la transmisión de señales digitales a través de la red de conmutación interna de la PBX, era posible usar diferentes esquemas de codificación para convertir las señales analógicas originales en un formato digital. Aunque la mayoría de las primeras PBX usaban un esquema de formato de 8 bit de palabra

PCM, incluyendo la PBX SL-1 de Northern Telecom, la primera generación ROLM CBX utilizaban 16 bit de palabra. La típica velocidad de muestreo usada para convertir señales analógicas hacia un formato digital fue de 8 KHz. (una frecuencia de muestreo del doble de la máxima frecuencia de la señal de comunicación de voz humana), pero la Rolm CBX usaba un esquema de muestreo de 12 KHz.

Otros esquemas de codificación a excepción de la PCM también se usaron. A principios de 1980 la primera generación de sistemas Lexar LBX utilizó una modulación Delta (DM) como esquema de muestro y codificación. Algunos fabricantes analizaron y evaluaron usar Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM), basado en formato de 4 bit de palabra de codificación, pero esto nunca fue anunciado. Aunque no existieron estándares industriales escritos, a principios de los 1980 llegó a ser obvio que el muestreo a 8 KHz. usando un esquema de codificación de 8 bit de palabra fue la plataforma preferida de conmutación de PBX digitales. Esto le tomó a Rolm 8 años después de haber creado el sistema Original CBX, para cambiar a la plataforma de conmutación digital y utilizar 8 KHz. y 8 bit de formato de palabra; Lexar también convirtió a 8 bit PCM después de 1980. Para 1990 el 100 por ciento de todas las PBXs vendidas en USA eran basadas en la plataforma digital de conmutación de 8 KHz., 8 bit de palabra TDM/PCM.

El primer sistema digital PBX digitalizó las señales de voz analógica en la tarjeta de circuito de puertos. Las señales analógicas de voz eran digitalizadas para la transmisión a través de la red de conmutación interna, mayormente por medio del uso de un esquema de transmisión TDM. Después de haber sido transmitida a través de la red de conmutación interna, la señal de transmisión digitalizada era reconvertida de vuelta en un formato analógico en el destino de la tarjeta de circuitos de puertos. Tarjetas de puertos de extensiones analógicas eran usadas para transmitir comunicaciones hacia dispositivos de escritorio, tales como teléfonos o módems, y tarjetas de puertos de troncales analógicas fueron usadas para conectarse a los puertos de circuitos troncales de la compañía de telefonía.

Cuando Intecom introdujo el primer teléfono digital en 1980 para el sistema de comunicación IBX, el proceso de digitalización fue desempeñado con un codec en

el teléfono. Las señales de voz eran digitalizadas y transmitidas sobre el cableado de lazo local desde el teléfono hasta el puerto de la tarjeta de circuitos. El primer teléfono digital usaba un canal múltiple de comunicación entre el codec y las tarjetas de circuito de puertos. Un canal era usado para las señales de voz digitalizada y el otro canal era usado para el control y funciones de señalización. Un tercer canal estaba también disponible para dispositivos de comunicaciones de datos que podía incorporarse al teléfono digital, utilizando un modulo de datos. Módulos de datos autosuficientes solo para comunicaciones de datos de escritorios eran disponibles.

Comunicaciones digitales de escritorio a escritorio eran el aspecto más resaltante en estos sistemas PBXs. Además de utilizar las redes de comunicación telefónicas para comunicaciones de voz, los usuarios podían usar los sistemas PBX como una red de comunicaciones de datos de área local y el uso de módems muy costosos no serían necesarios para convertir comunicaciones de datos digitales en formatos analógicos, y transmitir a velocidades de hasta 64 Kbps. Accesando un sistema computador centralizado Mainframe se simplificaría, no más modem o controladores agrupados de cables coaxiales. La tecnología LAN estaba en su infancia y era muy costosa. Las primeras tarjetas de interfaces de redes (NICs) eran más del doble en costo que un puerto de extensión-dato de una PBX digital. Un sistema PBX podía soportar una red entera de estaciones de trabajos a través de toda la empresa, mientras que ethernet LAN estaba limitada a 50 estaciones de trabajo con limitaciones máximas de distancia. Grandes cosas fueron predecidas para los sistemas PBX de voz y datos integrados, porque la transmisión y la conmutación podía ser toda digital. Pero la tecnología LAN mejoró enormemente, los precios de las tarjetas de redes NIC bajaron de costos rápidamente, bridges, hubs, switches y router fueron creados; y las PBX como sistemas de redes de datos nunca más se consideraron. La ironía de la situación es que los sistemas digitales PBX y su infraestructura de transmisión y conmutación están evolucionando a través de un diseño ethernet IP de LAN y WAN.

2.3.- Control de Programa Almacenado (Store Program Control, SPC) por Computador

Hasta que los sistemas PBX incorporaron tecnología de computador en el diseño de sistema de procesamiento de llamada, las facilidades y funciones eran extremadamente limitadas. Las facilidades de las extensiones de usuarios eran restringidas para esas operaciones que podían ser manejadas por los medios mecánicos. La disponibilidad general del SPC por computador significó que esas facilidades podían ser basadas en herramientas de programación de software y el desarrollo de facilidades estaba limitado solo por la imaginación del programador. Muchas funciones de las PBXs que actualmente son consideradas como facilidades básicas de telefonía, tales como desvíos de llamadas y conferencia, fueron por primera vez implementadas mediante SPC por computador. Las tablas de enrutamientos de la red y LCR no eran disponibles sin las capacidades de programación por computador.

El primer SPC PBX fue introducido por Northern Telecom a principios de 1970. Conocidos por una variedad de nombres, incluyendo The Pulse y el SG-1, el sistema Northern Telecom fue la primera PBX en utilizar un programa de software por computadora para desempeñar funciones de procesamiento básico de llamadas, tales como invitación de tono de discar y la implementación de facilidades simples de extensiones de usuarios tales como espera y transferencia. En los Estados Unidos, Northern Telecom distribuyó el sistema mediante la compañía local Pacific Telephone and Telegraph, pero las ventas de el nuevo diseño de sistemas PBX fueron limitadas. No fue sino hasta que AT&T introdujo el sistema PBX Dimension en 1974, cuando un sistema de comunicación por SPC era distribuido en larga escala mediante cada sistema Bell local operando, Dimension llegó a ser una de las PBXs más vendidas de todos los tiempos. Después del anuncio de la PBX Dimension, había una inundación de sistemas de comunicación SPC de los competidores de AT&T. Entre 1974 y 1980 las PBXs SPC incrementaron desde el 1 al 95 % de los niveles de ventas en el mercado para instalaciones de nuevos sistemas.

La primera PBX con SPC fue basada en un diseño de procesamiento centralizado, a través del cual un único elemento de procesamiento de llamadas basado en computador era usado para todo el procesamiento y las operaciones de conmutación. Los fabricantes de PBX de los primeros sistemas digitales SPC diseñaron y fabricaron su propio hardware de procesamiento y eran los desarrolladores de los sistemas operativos usados como una plataforma con aplicaciones de facilidades por software. La primera generación de PBXs digitales era basada en el diseño de procesamiento de llamadas que estrechamente reunió los minicomputadores de los 70. Muchos fabricantes de computadores llegaron a estar interesados en la industria de las PBX como un nuevo mercado potencial para sus productos, y unos pocos realmente intentaron diseñar un sistema de telefonía. Rolm era un fabricante de computadoras para fines militares quienes exitosamente se introdujeron en el mercado de las PBX, pero la mayoría fracasaron. IBM diseño, fabricó y vendió PBXs para el mercado en Europa pero era incapaz de competir en Norte América. Digital Equipment Corporation (DEC) divulgó estar desarrollando una PBX basada sobre un diseño minicomputador VAX, pero este producto nunca fue oficialmente anunciado.

La tecnología por computadoras en 1970 era relativamente costosa comparada con los precios actuales, y los costos altos para diseñar y fabricar un sistema PBX digital eran reflejado en el precio hacia el usuario final en ese momento. El hardware del equipo de control común cambiaba muchas veces el precio hacia el cliente, aunque las facilidades en los 70 eran mínimas comparadas con las de hoy, y el poder de procesamiento de llamadas del sistema era una fracción de los límites de capacidades actuales. El diseño de procesamiento de llamadas en las PBXs evolucionó significativamente durante los 80 cuando la tercera parte de microprocesadores estaban generalmente disponibles y los precios empezaron su exponencial decline. Diseños de procesamiento de llamadas distribuidas y/o dispersa llegaron a ser la plataforma de arquitectura estándar para sistemas PBX. Funciones básicas de teléfonos electrónicos con chips de procesador interno fue la evolución

hacia un teléfono digital inteligente. La incorporación de procesadores de aplicaciones suministro mejoras funcionales detrás del sistema de la PBX principal.

Durante los 80 las PBX podían ser clasificadas dentro de uno de los tres diseños de sistemas de procesamiento de llamadas: centralizada, distribuida y dispersa. El enfoque del diseño de los sistemas PBX era cambiar hardware a software. Desde 1970 hasta mediados de 1980 la mayor parte de las inversiones para investigaciones y desarrollos fueron gastadas en actualizaciones y mejoras de hardware, con un enfoque sobre la conmutación digital y funciones SPC. Después de 1980 la mayoría de la inversión fue hecha en programación de software. La evolución emergente en 1990 de programas de aplicaciones de software CTI corriendo sobre servidores e interconectados a la PBX, oficialmente señalaba el principio del fin de un control común propietario y diseño de procesamiento de llamadas. En los principios del siglo 21, casi el 90 % de las investigaciones y desarrollos eran dedicados a la programación de aplicaciones de software y poco dinero era gastado en el hardware.

Hoy el diseño del procesamiento de llamadas de las PBX puede estar basado en un Servidor de Windows de cualquier fabricante como Compaq, IBM o Dell, suministrado por el cliente, más allá de un gabinete de control común propietario del proveedor de la PBX.

2.4.- Teléfonos Digitales.

A finales de los 70 y principios de los 80 la mayoría de los fabricantes de PBX desarrollaron un teléfono electrónico para ser usado con sus sistemas. Los principales beneficios de los teléfonos electrónicos era el soporte de apariencia de múltiples líneas. En vez de utilizar equipamiento KTS detrás de la PBX para soportar los requerimientos de usuarios de apariencia de múltiples líneas, una opción alternativa era disponible. La mayoría de los usuarios de extensiones utilizaban una sola línea en teléfonos analógicos, sin botones de funciones o facilidades, sin speaker y sin pantallas. Solo unos pocos afortunados usuarios de extensiones calificaban para

poseer los teléfonos con múltiple apariencia de línea. Hoy, por supuesto, el típico teléfono digital de una PBX parece ligeramente menos complicado que la cabina de un Boeing 777, con más botones, campanas y otras muchas funciones.

Similar al teléfono analógico básico, la transmisión de voz desde el teléfono electrónico hacia la tarjeta de circuito de puertos sobre el cableado interno era analógico, pero la inteligencia incorporada del teléfono electrónico suministraba un arreglo de botones de líneas y funciones programables y una pantalla de función limitada. Un enlace de señalización entre el teléfono electrónico y la PBX suministraba la inteligencia para identificar cual apariencia del botón de línea sería utilizado para localizar la llamada o cual botón de facilidad era presionado para la activación. El control de señalización entre el teléfono electrónico y la tarjeta de circuitos de puertos era colocada dentro del instrumento en una canal de transmisión de voz de 4 KHz. La señalización de baja frecuencia limitó los desarrollos de facilidades y funciones, pero era el primer paso en la evolución de las extensiones digitales de escritorio detrás de la PBX.

La evolución hecha por los teléfonos electrónicos constituyó otra alternativa a las técnicas de señalización DTMF para comunicaciones con el equipo de control común en la PBX, como era hecho tradicionalmente con los teléfonos analógicos. Cada fabricante de PBX usaba un esquema de señalización propietario y tarjetas de circuitos de líneas dedicados para soportar teléfonos digitales. Un estándar de industria para teléfonos digitales no fue desarrollado por una variedad de razones, aunque esto pudo haber conducido a más terminales de escritorios sofisticados. Manteniendo un enlace de señalización propietario, significaba que los teléfonos eran vendidos a precios muy altos, con un margen de ganancia significativo, si los clientes requerían múltiple apariencia de línea. Estos teléfonos no podían ser manufacturados por terceros, a menos que las especificaciones de esquema de señalización fueran publicadas (y eso no ocurrió).

Cuando Intecom introdujo el primer teléfono digital para PBX, los materiales de mercadeo del producto hicieron énfasis del potencial para integrar

comunicaciones de voz y datos con un modulo de data opcional. Dos canales de comunicaciones eran disponibles para los usuarios de extensiones de escritorio, uno para voz y otro para datos. Poca mención era hecha del canal de señalización dedicado, usado para enlazar el teléfono con el equipo de control común de la PBX. El canal de señalización era el principal adelanto y constituía el factor distintivo entre los teléfonos de transmisión analógica y los teléfonos de transmisión digital. El canal de señalización fuera de banda, operando a velocidades entre 16 y 64 Kbps (basado en las especificaciones individuales de los fabricantes), podía ser usados para una gran variedad de nuevas capacidades avanzadas de escritorio.

La principal función del canal de señalización era alertar al equipo de control común de la PBX cuando el auricular del teléfono era descolgado para realizar una llamada. El canal de señalización era dedicado para transmitir las señales discadas del teclado y la activación de las funciones y facilidades, y señales de implementación. La información de la pantalla, tales como nombre de la persona que llama y numero, son llevadas sobre el canal de señalización, incluyendo la información de redirección de llamadas para los desvíos de éstas. Los usuarios de extensiones podían programar sus teléfonos con programas de software residente en el control principal de la PBX pero accesible vía el canal de señalización.

El segundo canal de comunicaciones originalmente desarrollado para aplicaciones de comunicaciones de datos de escritorio era pocas veces usado porque las Redes de Area Local LAN, llegaron a ser las redes de comunicaciones de datos predominantes en la industria. Eventualmente los diseñadores de teléfonos eran capaces de programar la PBX para soportar un segundo canal de voz para el usuario de extensión en soporte de un terminal de voz adjunto. El canal de señalización inteligente podía distinguir entre las llamadas de voz colocadas para diferentes números de directorio y soportaba llamadas simultáneas hacia y desde los dispositivos de escritorio discretos. Usando un modulo adaptador de línea analógico especial podían ser implementados modem, terminales de fax y extensiones de audioconferencia. El modulo convertía las señales desde el dispositivo de comunicaciones analógico adjunto en un formato digital propietario de la PBX. Otros

usos del segundo canal de comunicaciones incluía soporte de un segundo teléfono digital (usando un modulo adaptador de línea) o afianzando los dos canales para transmisiones de alta velocidad en soporte de datos o aplicaciones de video utilizando un tipo de modulo adaptador BRI (Basic Rate Interface) ISDN.

El uso más impresionante del canal de señalización es el soporte de sofisticados campos de información de pantalla y acceso de teclas por software asociadas a las distintas facilidades y funciones telefónicas. La actual generación de teléfonos digitales tienen amplios campos de pantallas para múltiples líneas que son usadas para ver directorios y registros de llamadas, acceso a programas de ayuda en línea, lectura de mensaje y operaciones de gestión y administración del sistema.

Una de las críticas a las PBXs tradicionales ha sido el uso de señalización de control propietario para soportar equipos digitales de escritorio.

El reciente desarrollo de los sistemas de telefonía LAN usando estándares de señalización IP pretenden eliminar el enlace de señalización propietario entre el sistema de procesamiento de llamadas y el teléfono, pero el estándar aun continua en desarrollo, aunque actualmente existen teléfonos IP H.323 que pueden ser utilizados por múltiples fabricantes.

2.5.- Diseño de Sistema Modular

Hasta los principios de los años 1980 todos los sistemas de PBX eran basados sobre un procesamiento centralizado, conmutación centralizada y diseño en equipamiento de gabinete centralizado. Intecom, el desarrollador del primer teléfono digital para PBX, también rompió la tradición del diseño del sistema con su sistema IBX caracterizado por gabinetes de puertos distribuidos enlazados a la unidad de procesamiento/conmutación principal vía cableado de fibra óptica. Cada modulo de interfase distribuido de la IBX podía ser ubicado hasta 3300 metros desde el cuarto del equipo principal para soportar requerimientos de configuraciones de campus. Cada gabinete Intecom IM tenía su propia unidad de procesamiento local bajo el control centralizado de la Unidad de control Maestro (MCU).

El diseño de gabinete distribuido estaba determinado por las limitaciones de distancia impuesta por los enlaces de señal digital hacia las extensiones digitales. Intecom era forzado a ubicar los gabinetes de puertos cercanos a las extensiones de usuarios. Los teléfonos analógicos podían soportar longitudes de cables hasta de 3500 metros, pero el teléfono digital ITE estaba limitado a 300 metros entre el conector y la tarjeta de circuito de puertos.

El próximo paso lógico en un diseño de sistema modular era los gabinetes de puertos remotos a distancias lejanas desde la unidad de control común de la PBX usando circuitos troncales de la compañía de teléfonos. Northern Telecom fue el primero en realizar esto, cuando diseñó un gabinete periférico remoto para la PBX SL-1 en 1982. Usando circuitos de troncales analógicas, el gabinete remoto dependía de la ubicación de la PBX principal para todas las funciones de procesamiento y conmutación de llamadas, pero por lo menos podía soportar dos o más ubicaciones distribuidas utilizando únicamente un sistema PBX. Sin embargo si el enlace de circuito troncal hacia la ubicación remota fallaba, ésta era dejada sin servicio de comunicación. Una opción de procesamiento de reserva en la ubicación remota podía resolver el problema de falla del enlace, entonces Intecom anunció tal opción alrededor de un año después de que Northern Telecom introdujera la primera opción de gabinete remoto.

A los mediados de los 80 varias PBXs ofrecieron las opciones de gabinete remoto, pero solo Intecom tenía una opción de procesador de sobrevivencia remota. Otros fabricantes ofrecieron una solución alternativa a la opción de gabinete remoto y en alguna manera un mejor diseño de sistema PBX. Uno de los primeros sistemas PBX anunciados a principios de los 1980 y que aún continúa trabajando, después de muchos upgrades y mejoras, es la PBX de Ericsson MD-110. Basada sobre su propio sistema de conmutación principal, la MD-110 de Ericsson era totalmente un sistema de comunicaciones distribuido desde el procesamiento de llamada, conmutación y perspectiva arquitectura de gabinete. Cada módulo de la interfase de línea de la MD-110 (LIM) contenía un complejo control común que operaba independientemente aún en coordinación con todos los otros LIM gabinetes en el

sistema. Los LIMs podían ser geográficamente dispersos sobre una locación ó campus, ó a través de la red de telefonía (troncales analógicas o digitales, cableados de cobre o fibra óptica, microondas o transmisión satelital). Cada LIM tenía su propio backplane del sistema de conmutación con otros LIMs utilizando una conmutación de grupo centralizada. Enlaces PCM entre LIMs y conmutación de grupos podía ser duplicado.

En los mediados de los 80 Rolm introdujo un diseño de PBX similar a la ofrecida por Ericsson. La Rolm CBX II 9000 no tenía un grupo centralizado de conmutación, sino tenía funcionalidad independiente del gabinete de control. La Northern Telecom SL-100, una versión modificada del fabricante del DMS-100 Sistema de conmutación de Oficina Central, paso a ser el sistema PBX mas popular para configuraciones muy grandes (mil a diez mil extensiones de usuarios) de comunicaciones distribuidas, requiriendo niveles altamente extremos de confiabilidad y redundancia. El SL-100 Centro de Conmutación Remota (RSC), podía ser localizado a cientos de kilometros desde la ubicación de la PBX principal, brindaba soporte a miles de extensiones de usuarios, y funcionaba como un sistema autónomo, si era necesario, con mínimas perdidas de facilidades si el enlace de control hacia la unidad de control común principal fallaba. La disponibilidad de crecimiento de la PBX de soportar múltiples unidades de control común y gabinetes de puertos geográficamente dispersos a través de grandes distancias marcaba un cambio significativo de las viejas plataformas de diseños monolíticos de las PBXs antes de los 80.

Para clientes con simples requerimientos de ubicaciones y que no estaban interesados en las opciones de gabinetes de puertos remotos, la más importante innovación de gabinetes para PBX de principios de los 1980 fue la introducción de un diseño de gabinete apilable. Los clientes eran obligados a comprar e instalar costosos y grandes gabinetes capaces de soportar muchos equipos, aún si ellos requerían expansión para unas pocas extensiones. El costo para agregar pocas extensiones era demasiado costoso. Cuando la NEC NEAX2400 fue introducida en el mercado en 1983, se constituyó como la primera PBX basada en un diseño de

gabinete apilables, con gabinetes únicos dedicados para las funciones de procesamiento y gabinetes de puertos apilables. Hasta 4 puertos de interfaces de módulos PIM gabinetes podían ser apilados cada uno sobre la parte superior del otro, compartiendo una conmutación y procesamiento por el backplane. Cada PIM poseía inicialmente una interfase dedicada de procesador de puerto y una matriz de conmutación. La NEAX2400 ofrecía a los clientes una solución efectiva en costo más económica a los requerimientos de crecimiento comparado con los otros sistemas PBX.

A comienzos de los 1990 todos los sistemas destinados al cliente con requerimientos pocos o intermedios de puertos, eran basados en un diseño de gabinetes de puertos modular y apilable. Muchos fabricantes de PBX ofrecieron una opción de gabinete de puerto remoto para los clientes que necesitaban un sistema de comunicaciones único para los requerimientos de configuración de múltiples ubicaciones. Diseños de conmutación y procesamiento distribuido llegaron a ser comunes. El surgimiento de CTI en los 90 permitía a los fabricantes ofrecer opciones de software avanzado, particularmente para la gestión de centros de llamadas, a través de servidores cercanos dedicados para aplicaciones específicas. Programas de aplicaciones de software opcionales corriendo sobre un equipo servidor suministrado por el cliente, reduciendo la carga de procesamiento de llamadas en la unidad de control principal y ofreciendo mas flexibilidad hacia la migración y actualización para mejorar las viejas plataformas de sistemas PBX que aún continúan desempeñando las funciones de comunicaciones básicas con problemas. Las primeras soluciones de hardware CTI requerían enlaces de hardware propietario entre la PBX y el Servidor, pero el diseño de arquitectura de las PBX evolucionó y condujo a la estandarización de los enlaces TCP/IP sobre las redes LANs Ethernet.

El desarrollo de la señalización en el control de procesamiento de llamadas sobre una infraestructura LAN simplificó la instalación de la tercera parte de las soluciones de hardware y software detrás del sistema principal de la PBX y dio inicio a los desarrollos de las actividades para la telefonía IP y el emergente diseño cliente/servidor de sistemas IP-PBX. Usando la infraestructura LAN (switches

ethernet, router multiservicio), para transporte de voz y conmutación entre clientes Softphones con PC conectados a la LAN y servidores para el procesamiento de llamadas conectados a la red constituyen el último diseño de un sistema modular, porque el procesamiento y las funciones de conmutación son totalmente distribuidas a través de la red entera.

2.6.- Introducción a los Sistemas IP-PBX

La evolución de la conmutación de circuitos a la conmutación de paquetes en las plataformas de los sistemas de comunicaciones ha sido uno de los eventos más discutidos dentro del mercado de los sistemas de comunicaciones empresariales durante los últimos años. Globalmente, los clientes han invertido más de un cuarto de trillón de dólares en los actuales sistemas de comunicaciones de conmutación de circuitos y la migración hacia una nueva plataforma tecnológica de conmutación de paquetes se ha convertido en un proceso lento y gradual porque la protección a la inversión es un criterio de decisión muy importante. Los clientes están empezando a ver los sistemas de comunicaciones empresariales basados en una plataforma de transmisión de comunicación y señalización de control IP, no como un nuevo producto sino como una nueva categoría de sistema PBX. Un sistema de comunicaciones empresariales de un cliente continuará siendo referido como un sistema PBX, a través de la subyacente tecnología usada para soportar comunicaciones en tiempo real entre las extensiones de usuarios. El surgimiento en la tecnología de comunicaciones de la conmutación de paquetes IP, no es la primera vez que una evolución importante de la tecnología ha ocurrido en los sistemas PBX.

La transformación de los sistemas PBX analógicos a PBX digitales durante el final de la década de los 70 y a principios de los 80, es similar a la situación de como las PBXs digitales de conmutación de circuitos están actualmente transformándose en PBXs de conmutación de paquetes, pero los remanentes de la vieja tecnología no desaparecerán inmediatamente. Cuando Rolm adquirido por Siemens, introdujo el primer sistema PBX basado en una plataforma de

conmutación de circuitos digital en 1975, esto no significó el comienzo del fin de las ventas y uso de teléfonos analógicos. El sistema de conmutación de circuitos CBX de Rolm no soportó los teléfonos digitales inicialmente. Muchas otras PBXs digitales fueron introducidas posteriormente en la década, pero los teléfonos digitales no estaban disponibles. Teléfonos electrónicos usando tecnología de transmisión analógica eran los instrumentos de escritorio más avanzados hasta que Intecom introdujo el sistema IBX S/40 en 1980. El IBX S/40 fue el primer sistema PBX que soportó teléfonos digitales con codec integrados para digitalizaciones de comunicaciones de voz de escritorio. Después de los 80 todos los sistemas PBX soportaban teléfonos digitales, pero muchos instrumentos analógicos eran todavía vendidos y configurados en las instalaciones de los nuevos sistemas. Los embarques de teléfonos digitales no excedieron los puertos de extensiones analógicas sino hasta 1990.

Más de 25 años después de la introducción de la conmutación y transmisión digital de las PBX, una cantidad considerable de teléfonos analógicos, terminales de fax y módems permanecen en uso. Los clientes de los sistemas de comunicación de voz han adaptado tradicionalmente nuevas tecnologías, pero no abandonan rápidamente sus plataformas. Una característica distintiva en el espacio del mercado de las comunicaciones de voz, es la evolución lenta y gradual entre las plataformas tecnológicas.

Los clientes que aceptan e implementan rápidamente una nueva tecnología y/o plataforma, después de su disponibilidad son conocidos como adoptadores tempranos, pero la aceptación por la cultura dominante tradicionalmente toma varios años por una variedad de razones:

- Corrección de los inconvenientes de las nuevas tecnologías (bugs).
- Definición y aceptación de estándares.
- Económicas (curva de precios).
- Depreciación de los activos existentes.

Los sistemas de comunicación de voz tradicionales han logrado un alto nivel de confiabilidad y soporte, así como un muy robusto conjunto de facilidades y funciones. A menos que un cliente pueda balancear el riesgo de la nueva tecnología contra el ahorro de los costos potenciales y el mejoramiento de la productividad, la tendencia natural es minimizar los riesgos y proceder lentamente en el futuro

Aunque las funciones básicas de la PBX – procesamiento de llamadas, conmutación, transmisión y almacenamiento en memoria – han permanecido constante en el tiempo, el método y la tecnología usada para mejorar las funciones han cambiado. Esto frecuentemente toma varios años, para que los nuevos elementos o atributos introducidos a una PBX pasen a ser un Standard de la industria. Por ejemplo, la mayoría de las ventas de los sistemas PBX nuevos eran basadas todavía en diseños de sistemas de conmutación analógica hasta los principios de los 80, aunque los sistemas PBX digitales se comercializaban desde 1976. Los teléfonos digitales no dominaron el mercado sino hasta principios de los 90. Las ventas de CTI y opciones de sistemas inalámbricos eran limitadas, aunque estas opciones fueron introducidas a principios de los 90. Las PBXs basadas en las LAN, incorporando un diseño cliente/servidor IP, actualmente cuenta con un muy pequeño porcentaje del mercado basado en el total de los sistemas instalados, a pesar de la publicidad generalizada en la prensa comercial. Desde el punto de vista de los suplidores de equipos y analista de industria la conmutación de paquetes basada en IP suplantarà a la tecnología de conmutación de circuitos como el medio primario de transporte y conexión de llamadas, pero el cambio no aparecerà de la noche a la mañana.

2.7.- ToIP y Sistemas PBX IP.

Las redes de conmutación de paquetes basadas en IP son el principio para la tecnología conocida como telefonía sobre IP (ToIP). ToIP es simplemente descrita como la infraestructura basada en redes LAN/WAN IP que soporta aplicaciones y sistemas de comunicaciones telefónicas. Una infraestructura LAN/WAN de

conmutación de paquetes de un cliente puede llevar el control y las señales de comunicación de voz dentro de un formato empaquetado en IP, entre el procesamiento de una llamada con los periféricos finales o entre dos periféricos finales. El sistema de procesamiento central CPU de la PBX puede lógicamente administrar una conexión conmutada entre dos puntos finales, pero la función de conmutación física entre los periféricos IP puede ser manejada externamente a la PBX por equipos comunes como switches Ethernet. La red interna de conmutación de circuitos en la PBX puede no tener un rol en las llamadas de comunicaciones de voz.

Un sistema PBX usando tecnología ToIP en el soporte parcial o total del control o la señalización de comunicaciones de voz puede ser categorizada como un sistema PBX-IP. En teoría, un sistema PBX-IP puede cumplir con todos o alguno de los siguientes atributos:

- Unidad Central de Procesamiento (CPU) conectada a la LAN, tales como servidores de telefonía que provea el control de señalización de llamadas para los módulos de puertos y periféricos, así como el almacenamiento del programa de facilidades de software genérico para las operaciones que brindan las facilidades y funciones.
- Señalización de control basada en LAN de los periféricos IP (Extensiones y/o circuitos troncales) con o sin tarjetas de circuitos de puertos con funciones de gateway/gatekeeper integrados. Esta forma de ToIP podría estar disponible con un sistema PBX basado en un CPU tradicional ó un servidor de telefonía conectada a la LAN.
- Soporte conmutado ethernet de periféricos IP para llamadas de periféricos IP ó llamadas de periféricos no IP a periféricos IP. La manera en que se realiza la llamada anterior típicamente podría no involucrar conexiones de circuitos conmutados. Un ejemplo, es una conexión de llamada entre una extensión analógica tradicional o extensión digital y un teléfono IP. Las señales de comunicación de voz son llevadas a través de la infraestructura LAN entre los

periféricos IP ó a través de interfaces enrutadoras para la conversión a los equipos no IP.

Un sistema PBX de conmutación de circuitos basado en un CPU tradicional que soporta periféricos IP usando un gateway externo y/o elementos de red gatekeeper no puede ser calificado como una PBX-IP. Una PBX basada en un diseño CTI que soporte teléfonos analógicos lógicamente integrados con un computador de escritorio equipado con software de telefonía IP no puede ser una PBX-IP, a menos que el sistema también soporte teléfonos IP o tenga una completa función de gateway integrada e interfase para troncales IP WAN/LAN.

Una PBX-IP no es necesariamente un diseño cliente/servidor basado sobre comunicaciones de datos LAN/WAN. Un sistema PBX tradicional, con una tarjeta integrada de modulo gateway, usada para redes inter-sistemas a través de la Wan del cliente, puede también ser categorizado como un sistema PBX-IP basado en los criterios anteriormente descritos. Hay algunas PBX categorizadas como sistemas PBX-IP que soportan teléfonos IP pero que carecen de soporte troncal integrado. Un sistema PBX que no soporte extensiones IP ni puertos troncales pero soporta un diseño de gabinete distribuido usando una infraestructura LAN/WAN para la señalización entre los gabinetes y comunicaciones intergabinetes puede ser categorizada como una PBX-IP aun si no hay teléfonos IP ó capacidades de redes troncales privadas de líneas IP. Así como la arquitectura del diseño y las capacidades de facilidades de las PBXs tradicionales de conmutación de circuitos no son uniformes a través de los modelos de productos desde el mismo suplidor o suplidores de la competencia, las PBX-IP están basadas en una variedad de diseños de arquitectura y configuraciones de hardware que soportan diferentes capacidades de funciones y facilidades.

Reconociendo que hay algunas diferencias significantes en el diseño y funciones de PBX a través del espectro de productos ofrecidos y que hay una tendencia natural para etiquetar el producto, un sistema simple de clasificación debe ser definido. Como una consecuencia, los sistemas PBX actualmente pueden ser

clasificados en tres categorías basadas en el control de llamadas y la plataforma de conmutación:

1. Conmutación de circuitos TDM/PCM. Sistemas PBX de conmutación de circuitos TDM/PCM con CPU propietario y red conmutada de circuitos interna.
2. Conmutación de paquetes IP. Sistemas PBX de conmutación de paquetes basados en un diseño cliente/servidor basándose de un servidor de telefonía que usa una infraestructura LAN/WAN para el control y operaciones de señalización de comunicaciones. Una red de comunicaciones conmutada no esta incluida como parte del diseño del sistema estándar.
3. Sistemas PBX Convergentes que integran conmutación de circuitos y paquetes con un CPU propietario, una red conmutada de circuitos interna, e interfaces de gateway integradas para soportar los gabinetes y los periféricos IP conectados directamente a una red externa LAN/WAN. Tradicionalmente periféricos basados en PCM y nuevos periféricos IP pueden ser soportados.

La segunda y tercera categoría de PBX son clasificadas como sistemas PBX-IP porque cada una usa tecnología ToIP para alguna o todas las funciones de conmutación y/o procesamiento del sistema. Así como hay muchas variaciones de diseños de un sistema tradicional de PBX de conmutación de circuitos, hay variaciones de conmutación de paquetes IP y sistemas PBX-IP convergentes. Por ejemplo, la solución del sistema AVVID CallManager de Cisco, tiene una diferencia radical de diseño NEAX 2000 IPS de NEC. Ambos sistemas están claramente categorizados como PBX-IP de conmutación de paquetes IP, pero el servidor de telefonía y los periféricos soportan opciones que difieren mucho. La solución de Cisco requiere una variedad de opciones de gateway para soportar extensiones analógicas e interfaces de circuitos troncales a la PSTN, muchos de los cuales son alojados en switch ethernet exclusivos para Cisco y requieren un servidor de mensajería dedicado en adición al servidor de telefonía primario. La solución NEAX

2000 IPS esta basada en un CPU incorporado a un modulo de interfase de puertos (PIM), el CPU se interconecta a la LAN y realiza la conmutación peer-to-peer entre los terminales IP, para la conversión IP a TDM se incorporan tarjetas dentro del mismo PIM (IP PAD) cuando se requiere la interconexión entre terminales IP y teléfonos no IP (digitales y/o analógicos), así como la interconexión de E1 y/o troncales analógicos hacia la PSTN. Con la NEAX 2000 IPS se ofrecen todos los mismos servicios y facilidades, pero ahora la forma en el procesamiento y la manera de hacerlo es diferente.

Un diseño cliente/servidor de PBX-IP no necesariamente excluye el soporte de hardware de los sistemas PBX de conmutación de circuitos. La Mitel Networks 3300 (MN3300) esta basado en un gabinete servidor cerrado que puede soportar un gabinete tradicional de puertos MITEL SX-2000 Light a través de una cable de fibra óptica dedicado o conexión troncal T1 dedicado.

Soporte de equipos gabinete TDM/PCM puede no ser inusual en PBX-IP basadas en una arquitectura de diseño cliente/servidor.

Los diseño de sistemas PBX-IP convergentes están basado en un diseño de plataforma tradicional de conmutación de circuitos con CPU propietario, buses TDM internos para el acceso a la red de conmutación local. Tarjetas de circuitos de interfaces troncales y/o extensiones con gateway integrados son usadas para soportar periféricos IP. La función del Gateway provee canales de conexión hacia la TDM local interna para llamadas entre periféricos IP y periféricos no IP. La tarjeta de interfase puede también soportar gatekeeper para señalización de control de llamadas sobre la LAN para los periféricos IP. Las funciones del gateway y el gatekeeper algunas veces pueden ser divididas entre dos tarjetas de circuitos de puertos. Por ejemplo, la tarjeta 1 ITG de Nortel Networks Meridian soporta control de señalización y conexiones de canal de bus TDM para periféricos IP; la Definity Avaya requiere una tarjeta de procesamiento de medio IP para soportar conexiones de canales de gateway y una tarjeta CLAN para señalización de control de llamadas.

Un sistema PBX-IP convergente puede también soportar TDM/PCM multicarrier ó gabinetes de puertos single-carrier sobre una infraestructura similar a la

descrita anteriormente con un servidor de telefonía, excepto que los sistemas convergentes están basados sobre un CPU tradicional. Este arreglo de diseño requeriría una tarjeta de interfase gateway/gatekeeper en el gabinete equipo común centralizado y una función de interfase gateway. Todas las funciones de procesamiento de llamadas son originadas en el CPU y son transportadas en una infraestructura LAN/WAN para soporte de gabinetes de equipos de puertos localizados remotamente.

2.8.- Diseño Sistemas PBX-IP Convergentes

Las dos categorías de diseño de PBX-IP, convergentes y cliente-servidor, están basados en plataformas de arquitecturas muy diferentes. Modelos de productos individuales dentro de ambas categorías también muestran arquitecturas de diseños diferentes. Así como dos sistemas PBX de conmutación de circuitos no están basados en sistemas idénticos de procesamiento de llamadas, conmutación, topologías y construcción, tampoco los modelos de sistemas PBX-IP tienen los mismos atributos de diseño. Las opciones de hardware de un sistema PBX-IP convergente están influenciados por el diseño básico de la plataforma de conmutación de circuitos sobre la cual éste esta basado. Mas allá de la dependencia total de una infraestructura LAN/WAN para toda la conmutación y transporte, actualmente sistemas PBX-IP cliente-servidor tienen suficientes atributos de diseños únicos para distinguirse fácilmente por si mismos de los ofrecimientos competitivos. Soporte de control de señalización IP y comunicaciones de voz paquetizadas son algunas veces el único factor común entre muchos de los sistemas PBX-IP que están siendo actualmente comercializados.

Un diseño de sistema PBX-IP convergente esta basado sobre una plataforma de diseño tradicional de conmutación de circuitos que soporta puertos analógicos y digitales con transmisión TDM/PCM y formatos de codificación de voz. Lo que distingue a un sistema PBX-IP convergente de un sistema PBX tradicional, es la

integración de la tecnología ToIP para soportar control de llamadas ó señalización IP de comunicaciones de voz. La señalización es encapsulada usando un formato IP, y la codificación de voz puede o no puede involucrar compresión de los 64 Kbps tradicionales de muestreo PCM usados para digitalizar la forma de onda de la voz analógica.

Los sistemas PBX-IP pueden incluir alguno o todos de los siguientes atributos de diseños de sistemas.

1. Soporte integrado para puertos de extensiones IP.
2. Soporte integrado para troncales IP.
3. Soporte integrado de gabinetes de puertos de equipo común TDM/PCM sobre una infraestructura LAN/WAN basada en IP.

2.9.- Puertos de extensiones IP

El término principal en los atributos de diseños descritos anteriormente es el soporte integrado. Un sistema PBX de conmutación de circuitos que soporte periféricos IP usando algún equipo gateway externo no es considerado una PBX-IP. Un sistema PBX debe ser configurado con señalización integrada ó circuiteria de interfase de puerto para soportar comunicaciones ToIP sí éste es clasificado como una PBX-IP.

La mayoría de los sistemas PBX-IP convergentes fueron basados sobre un CPU propietario y tradicional. El CPU, específicamente el procesador del sistema principal, funciona como gatekeeper para clientes IP. Un Gatekeeper era originalmente definido como un componente en un sistema de comunicación H.323 usado para el control de admisión y resolución de direcciones. Los gatekeepers permiten a las llamadas ser colocadas directamente entre dos puntos terminales IP con el uso de conexiones conmutadas de LAN de igual a igual (peer-to-peer); dos teléfonos IP pueden comunicarse sobre una infraestructura LAN/WAN sin usar la red de conmutación de circuitos interna de la PBX. Un sistema PBX-IP convergente

también soporta llamadas entre un punto terminal IP y un punto terminal no IP usando recursos de gateways. La función principal de un gatekeeper tradicional es la conversión de direcciones, control de admisión, administración del ancho de banda y control de la zona. La unidad de procesamiento principal de la PBX-IP asume esta responsabilidad para todas las comunicaciones IP.

El modelo de la Meridian 1 Option 81C de conmutación de circuitos tradicional puede ser actualizada hacia una plataforma PBX-IP convergente, a través simplemente de la inserción de una tarjeta opcional ITG y la actualización del software para soportar telefonía IP. La tarjeta de interfase opcional soporta teléfonos IP aprovisionando conexión física a la LAN, lo cual establece el enlace entre el equipo común de la PBX-IP hacia los terminales de voz IP de escritorio para el control y señalización de las comunicaciones de voz. La tarjeta de líneas de interfase ITG realiza la conversión PCM e IP y la conectividad hacia la LAN Ethernet a través de una interfase 10BaseT ó 10/100BaseT, y pasa las señales de control de gatekeeper entre el procesador de llamadas de la PBX y los puntos terminales IP.

En algunos diseños de sistemas, la tarjeta de puertos IP con recursos de gateway también funciona como un servidor proxy por el sistema gatekeeper para transmitir las señales de control hacia y desde los puntos terminales IP. La tarjeta de líneas ITG de Nortel es usada para las conexiones de señalización de control TCP/IP entre el sistema PBX y la LAN. Las tarjetas de interfaces de líneas IP de Siemens y Alcatel también soportan el servidor como un servidor gatekeeper proxy. La señalización Gatekeeper también puede ser transmitida con una tarjeta de circuitos dedicada de interfase TCP/IP Ethernet, como la tarjeta de interfase Definity/IP 600 CLAN de Avaya, o a través de un conector ethernet localizado en el CPU, tal como la tarjeta hija que se incorpora en la tarjeta del CPU de las Centrales NEC. Los terminos gatekeeper y gateway fueron originalmente definidos para los sistemas de telefonía basados en LAN H.323, pero ahora también son usados para describir el rol

del CPU de la PBX y las nuevas tarjetas de interfaces de puertos IP usadas por las PBXs de circuitos conmutados para soportar conexiones y puntos terminales IP.

Un gateway esta compuesto de dos elementos: un MGC y un MG. El MGC maneja la señalización de las llamadas y otras funciones no relacionadas a multimedia. El MG maneja las comunicaciones y transmisiones multimedia. Las funciones del gateway H.323 típicamente incluyen conversión de protocolo, conectividad, compresión, descompresión, modulación y demodulación de fax. Las ultimas dos funciones del gateway no son comunmente usadas con las tarjetas de interfaces de puertos IP de los sistemas PBX-IP, porque los terminales de fax son soportados con tarjetas tradicionales de circuitos de extensiones analógicas. La función gateway de la PBX es extremadamente importante porque los puertos TDM/PCM van a permanecer en los próximos años con un significativo porcentaje del numero total de los puntos terminales de las PBX-IP convergentes. Las comunicaciones entre los puertos IP y los puertos no-IP requieren un protocolo de conversión entre los diferentes formatos de codificación de la voz y la conectividad hacia el bus TDM local vía el gateway.

2.10.- CALIDAD DE SERVICIO

La Calidad de servicio (QoS) puede ayudar a resolver algunos de los problemas que se presentan cuando se usa voz sobre IP (VoIP) en implementaciones de telefonía, como son la pérdida de paquetes, la fluctuación de fase y el retraso de manejo, entre otros.

Algunos de los problemas que la QoS no puede resolver son el retraso de la propagación (no existe solución a los problemas de la velocidad de la luz), el retraso de muestreo y el retraso de digitalización.

Una llamada telefónica de un sistema PBX que utilice VoIP puede ser equivalente a cualquier otro gasto que se planeara. Por tanto, es importante conocer que partes del límite no se pueden cambiar y qué partes se pueden controlar como se muestra en la tabla:

Tabla 1. Retraso previsto de extremo a extremo

	Retraso Fijo	Retraso Variable
Retraso de codificador G.729 (5 ms look-ahead)	5 ms	
Retraso de codificador G.729 (5 ms look-ahead)	20 ms	
Retraso de empaquetamiento, incluido retraso de codificador		
Retraso de gestión de cola 64 Kbps troncal		6 ms
Retraso de serialización 64 Kbps troncal	3 ms	
Retraso de propagación (líneas privadas)	32 ms	
Retraso de red (por ejemplo, Public Frame Relay Svc)		
Búfer de fluctuación de fase		2-200 ms
Total – Asumiendo un búfer de fluctuación de fase de 50 ms	110 ms	

La recomendación G.114 de la ITU-T sugiere que no haya más de 150 milisegundos (ms) de retraso de extremo a extremo para mantener una “buena” calidad de voz. La definición de “buena” de un cliente puede ser un retraso mayor o menor, por tanto se debe recordar que 150 ms es simplemente una recomendación.

2.10.1.- Ancho de Banda Adicional

Una de las primeras consideraciones al diseñar una red VoIP lo constituye el ancho de banda. Dependiendo de qué códec se esté utilizando y de cuántas muestras de voz se utilice, la cantidad del ancho de banda por llamada se ve afectada. Para una descripción sobre los tamaños de los paquetes y el ancho de banda consumido, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 2. Efecto del tipo de códec y tamaño de la muestra en el Ancho de Banda (AB)

Códec	Ancho de banda consumido	Ancho de banda consumido con cRTP (cabecera de 2 Bytes)	Latencia de muestra
G.729 w/ una 10 ms muestra/trama	40 Kbps	9,6 Kbps	10 ms
G.729 w/ cuatro 10 ms muestra/trama	16 Kbps	8,4 Kbps	40 ms
G.729 w/ dos 10 ms muestra/trama	24 Kbps	11,2 Kbps	20 ms
G.711 w/ una 10 ms muestra/trama	112 Kbps	81,6 Kbps	10 ms
G.711 w/ dos 10 ms muestra/trama	96 Kbps	80,8 Kbps	20 ms

La tabla anterior no incluye las cabeceras de la capa 2 (PPP, Frame Relay, etc). Sí incluye las cabeceras de la Capa 3 (capa de red) sólo por encima. Por tanto, la misma llamada G.729 puede consumir diferentes cantidades de ancho de banda dependiendo de que capa de enlace de datos utiliza (Ethernet, Frame Relay, PPP, etc.)

2.10.2.- Protocolo de transporte en tiempo real comprimido (cRTP)

Para reducir el gran porcentaje de ancho de banda consumido por una llamada de voz G.729, se puede utilizar cRTP. La mayoría de las veces, cRTP permite comprimir la cabecera de 40 bytes IP/RTP/UDP a 2 ó 4 bytes.

Con cRTP, la cantidad de tráfico por llamada VoIP se reduce de 24 Kbps a 11,2 Kbps. Este es un gran aumento para enlaces de ancho de banda bajo.

Para evitar el consumo innecesario de ancho de banda disponible, se utiliza cRTP en una base de enlace a enlace. Este esquema de compresión reduce la cabecera IP/RTP/UDP a 2 bytes cuando las sumas de verificación de UDP no se utilizan, ó a 4 bytes cuando se utilizan las sumas de verificación UDP.

cRTP utiliza algunas de las mismas técnicas que la compresión de cabecera del Protocolo para el control de la transmisión (TCP). En la compresión de cabecera TCP, la reducción del primer factor de dos en la velocidad de los datos ocurre porque la mitad de los bytes de las cabeceras IP y TCP permanecen constantes a lo largo de la vida de la conexión.

Sin embargo, la principal ventaja viene del hecho de que la diferencia entre paquete y paquete es a menudo constante, aunque cambien varios campos en cada paquete. Por tanto, el algoritmo puede simplemente agregar un "1" a cada valor recibido. Al mantener compartidos, tanto la cabecera no comprimida como las diferencias de la primera orden en el estado de la sesión entre el compresor y el descompresor, cRTP debe comunicar únicamente una indicación de que la diferencia de la segunda orden es cero. En este caso, el descompresor puede reconstruir la cabecera original sin perder ninguna información, simplemente añadiendo las primeras diferencias de primer orden a la cabecera no comprimida que ha sido guardada conforme cada paquete comprimido es recibido.

De la misma manera que la compresión de cabecera TCP/IP mantiene compartido el estado para múltiples y simultáneas conexiones TCP, esta compresión IP/RTP/UDP debe mantener el estado para contextos de sesiones múltiples. Un contexto de sesión está definido por la combinación de las direcciones IP de origen y destino, los puertos UDP de origen y destino y el campo de origen (SSRC) de la sincronización RTP. La implementación de un compresor puede utilizar una función de dispersión (hash) en esos campos para indexar una tabla de contextos de sesión almacenados.

El paquete comprimido transporta un pequeño número entero, llamado identificador de contexto de sesión, o CID, para indicar en que contexto de sesión deberá interpretarse ese paquete. El descompresor puede utilizar el CID para indexar su tabla de contextos de sesión almacenados.

Se deberá utilizar cRTP en cualquier interfaz WAN donde se vea afectado el ancho de banda y donde exista una gran parte de tráfico RTP.

No se deberá utilizar cRTP en interfases de alta velocidad, ya que los inconvenientes de hacerlo son mayores que las ventajas. “Red de alta velocidad” es una expresión relativa: normalmente todo lo que supere la velocidad de T1 o E1 no necesita cRTP, pero en algunas redes, 512 Kbps se puede considerar como una conexión de alta velocidad.

Al igual que ocurre con la compresión, la CPU (Unidad central de procesamiento) realiza trabajos de procesamiento adicionales para comprimir el paquete. Esto incrementa la cantidad de utilización de la CPU en el router. Por eso suele ser una buena regla mantener la utilización de la CPU por debajo del 60 ó 70 % para que la red funcione correctamente.

2.10.3.- Gestión de colas.

La gestión de colas es un concepto bastante sencillo. En la gestión de colas existe el concepto de Primero en entrar, primero en salir (FIFO). La gestión de colas del tipo FIFO fue la primera que se utilizó en los routers y sigue utilizándose actualmente, dependiendo de la topología de la red. Las redes actuales, con su variedad de aplicaciones, protocolos y usuarios, requieren una manera diferente para clasificar el tráfico, por lo que existen varias herramientas de gestión de colas que permiten especificar que tipo de tráfico es especial ó importante y organizar la cola del tráfico sobre la base de esa información en lugar de hacerlo conforme al orden de llegada de los paquetes. La más común de estas técnicas de gestión de cola se conoce como WFQ.

2.10.3.1- Gestión de colas apropiada ponderada (WFQ, Weighted Fair Queuing)

La gestión de colas FIFO coloca todos los paquetes que recibe en una cola y los transmite conforme va habiendo ancho de banda disponible. La gestión de colas apropiada ponderada (WFQ, Weighted Fair Queuing) utiliza múltiples colas para separar los flujos y concede a cada flujo la misma cantidad de ancho de banda. Esto evita que una aplicación, como el Protocolo de transferencia de archivos (FTP), consuma todo el ancho de banda disponible.

WFQ asegura que las colas no carecen de ancho de banda y que el tráfico tiene un servicio previsible. Los flujos de datos de bajo volumen reciben un servicio preferente, transmitiendo la totalidad de su carga ofrecida de manera oportuna. Las corrientes de gran volumen de tráfico comparten la capacidad restante, obteniendo un ancho de banda igual o proporcional.

WFQ es igual a la multiplexación por división de tiempo (TDM), ya que divide el ancho de banda de igual manera entre los diferentes flujos de tal forma que no le falte a ninguna aplicación. Sin embargo, WFQ es superior a TDM, simplemente porque cuando un flujo ya no está presente, WFQ se ajusta dinámicamente para utilizar el ancho de banda que queda libre para los flujos que todavía están transmitiendo.

La gestión de colas equitativa identifica las corrientes o flujos de datos sobre la base de varios factores. Estos flujos de datos tienen la prioridad dependiendo de la cantidad de ancho de banda que el flujo consuma. Este algoritmo permite que el ancho de banda sea compartido equitativamente, sin utilización de listas de acceso u otras herramientas administrativas que consuman tiempo. WFQ determina un flujo utilizando la dirección de origen y destino, el tipo de protocolo, la toma o número de puerto y los valores de QoS/ToS.

La gestión de colas equitativa permite que aplicaciones de ancho de banda bajo, que constituyen la mayoría del tráfico, tengan todo el ancho de banda que necesitan relegando el tráfico de ancho de banda alto a compartir el tráfico que resta

de manera equitativa. La gestión de colas equitativa ofrece una fluctuación de fase reducida y permite que el ancho de banda disponible sea compartido entre todas las aplicaciones.

La ponderación en WFQ se ve afectada por seis mecanismos: precedencia IP, notificación explícita de congestión hacia delante de Frame Relay (FECN), notificación explícita de congestión retrospectiva (BECN), RSVP, prioridad IP RTP y reserva IP RTP.

2.10.3.2.- Consideraciones sobre WFQ

El administrador de la red debe asegurar que las clases en WFQ son invocadas adecuadamente. Con esto se evita que alguna aplicación solicite o utilice una prioridad mayor de la que corresponde. WFQ no está destinada a ejecutarse en interfaces que están registradas a más de 2.048 Mbps.

2.10.3.3.- Gestión de colas personalizada (CQ, Custom Queuing)

La gestión de colas personalizada (CQ, Custom Queuing) permite que los usuarios especifiquen un porcentaje de ancho de banda disponible para un protocolo determinado. Se pueden definir hasta 16 colas de salida, así como una cola adicional para mensajes del sistema (como los mensajes de actividad). Cada cola es atendida secuencialmente de manera cíclica, transmitiendo un porcentaje de tráfico antes de pasar a la siguiente cola.

El router determina cuántos bytes de cada cola deben ser transmitidos, sobre la base de la velocidad de la interfaz y del porcentaje de tráfico configurado. En otras palabras, otro tipo de tráfico puede utilizar el ancho de banda que no se utilice de una cola A hasta que esa cola A requiera su porcentaje total.

2.10.3.4.- Consideraciones sobre CQ.

CQ requiere que se conozcan los tipos de puertos y de tráfico. Esto equivale a una gran cantidad de sobrecarga administrativa. Pero una vez que se ha completado esa sobrecarga administrativa, CQ ofrece una propuesta mayor para la gestión de colas, que es lo que prefieren algunos clientes.

2.10.3.5.- Gestión de colas por prioridad (PQ, Priority Queuing)

PQ permite que el administrador de la red configure cuatro prioridades de tráfico: alto, normal, media y baja. El tráfico de entrada es asignado a una de las cuatro colas de salida. El tráfico de la cola de prioridad alta es atendido hasta que la cola esté vacía; luego se transmiten los paquetes que se encuentran en la cola de prioridad siguiente.

Este orden en la gestión de colas asegura que el tráfico crítico recibe siempre todo el ancho de banda que necesita, sin embargo, impide que otras aplicaciones lo tengan.

Por tanto, es importante entender los flujos del tráfico cuando se utiliza este mecanismo de gestión de colas para que las aplicaciones no carezcan del ancho de banda necesario. PQ se utiliza mejor cuando el tráfico de prioridad más alta consume la menor cantidad de ancho de banda de la línea.

2.10.3.6.- Consideraciones sobre PQ.

PQ puede generar que el administrador de la red no atienda bien las aplicaciones. Una PQ inadecuadamente configurada puede atender a una cola y desatender completamente todas las demás. Esto puede provocar que algunas aplicaciones dejen de funcionar. Siempre y cuando el administrador del sistema tenga en cuenta esta advertencia, PQ puede ser la alternativa apropiada para algunos clientes.

2.10.3.7.- Gestión de colas apropiada ponderada basada en clases (CB-WFQ, Class-Based Weighted Fair Queuing).

CB-WFQ tiene todas las ventajas de WFQ y, además, cuenta con la funcionalidad de proporcionar soporte granular para clases de tráfico definidas por el administrador de la red. CB-WFQ puede también ejecutarse en interfaces de velocidad alta (hasta T3).

CB-WFQ permite definir qué constituye una clase sobre la base de criterios que exceden los confines del flujo. Con CB-WFQ se puede crear una clase específica para el tráfico de voz. El administrador de la red define esas clases mediante listas de acceso. Esas clases de tráfico determinan cómo se agrupan los paquetes en diferentes colas.

Las características más interesantes de CB-WFQ es que permite que el administrador de la red especifique la cantidad exacta de ancho de banda que hay que asignar por clase de tráfico. CB-WFQ puede manejar hasta 64 clases diferentes y controlar los requisitos de ancho de banda para cada clase.

Con WFQ estándar, los pesos determinan la cantidad de ancho de banda asignado por conversación. Depende de cuántos flujos de tráfico se produzcan en un momento dado.

Con CB-WFQ, cada clase se asocia a una cola separada. Se puede asignar una cantidad mínima específica de ancho de banda garantizado a la clase como un porcentaje del enlace o bien en Kbps. Otras clases pueden compartir el ancho de banda no utilizado en proporción a sus pesos asignados.

A la hora de configurar CB-WFQ, se debe tener en cuenta que la asignación del ancho de banda no significa necesariamente que el tráfico que pertenece a una clase sufra un retraso bajo; sin embargo, se pueden desvirtuar los pesos para simular PQ.

2.10.3.8.- Gestión de colas de baja latencia (PQ dentro de CB-WFQ)

PQ dentro de CB-WFQ (LLQ, Low latency Queuing) es un mecanismo de gestión de colas que fue desarrollado para dar una prioridad absoluta al tráfico de voz sobre cualquier otro tráfico en una interfaz.

La función LLQ aporta a CB-WFQ la funcionalidad de estricta prioridad de gestión de colas de IP RTP Priority que se requiere para un tráfico en tiempo real sensible al retraso, como la voz. LLQ permite la utilización de una PQ estricta.

A pesar de que es posible poner en la cola varios tipos de tráfico en una PQ estricta, es altamente recomendable que se dirija únicamente tráfico de voz en esta cola. Esta recomendación se basa en el hecho de que el tráfico de voz se comporta bien y envía paquetes a intervalos regulares; otras aplicaciones transmiten a intervalos irregulares y pueden arruinar toda una red si están configuradas de manera inapropiada.

Con LLQ se puede especificar el tráfico de muchas maneras para garantizar una entrega de prioridad precisa. Para indicar que el flujo de voz debe colocarse en la cola para la PQ precisa, se puede utilizar una lista de acceso. Es diferente de la IP RTP Priority, que solo permite un rango de puerto UDP específico.

2.10.4.- Clasificación de paquetes

Para conseguir la entrega de paquetes deseada, se debe conocer cómo ponderar adecuadamente WFQ. A continuación se describen las diferentes técnicas de ponderación y en cómo se pueden utilizar en varias redes para conseguir la cantidad de calidad de servicio que se requiere.

2.10.4.1.- Precedencia IP

La precedencia IP hace referencia a los tres bits del campo ToS en una cabecera IP. Estos tres bits ochos tipos de CoS diferentes (0-7) que se enumeran a continuación:

Tabla 3. TOS (Precedencia IP)

Tipo de servicio	Propósito
Rutina	Definir precedencia de rutina (0)
Prioridad	Definir precedencia de prioridad (1)
Inmediato	Definir precedencia inmediata (2)
Flash	Definir precedencia de Flash (3)
Flash-override	Definir precedencia de ignorar Flash (4)
Crítica	Definir precedencia crítica (5)
Internet	Definir precedencia de control de internetworking (6)
Red	Definir precedencia de control de red (7)

Las precedencias IP 6 y 7 están reservadas para la información de red (actualizaciones del enrutamiento, paquetes hello, etc.), por lo que quedan 6 configuraciones de precedencia para los flujos normales del tráfico IP.

La precedencia IP permite que un router agrupe flujos de tráfico sobre la base de las ocho configuraciones de precedencia y administre el tráfico de la cola sobre la base de esa información, así como la dirección de origen, dirección destino y número de puerto.

Se puede considerar la precedencia IP como un mecanismo QoS dentro de banda. No está involucrada una señalización adicional ni tampoco existe una carga general de cabecera de paquetes. Teniendo en cuenta estas ventajas, la precedencia IP es el mecanismo QoS que utilizan con mayor asiduidad las reglas de gran escala.

2.10.4.2- Políticas de enrutamiento (Policy routing)

Con las políticas de enrutamiento, se puede configurar una norma definida para los flujos de tráfico y no tener que depender completamente de los protocolos de

enrutamiento para determinar el envío del tráfico y del enrutamiento. El enrutamiento con normas permite también definir el campo de precedencia IP de tal manera que la red pueda utilizar diferentes clases de servicios.

Se pueden basar las normas en las direcciones IP, los números de puerto, los protocolos o el tamaño de los paquetes. Se puede utilizar uno de estos descriptores para crear una simple norma, o se pueden utilizar todos ellos para crear una norma complicada.

Todos los paquetes recibidos en una interfaz que permita políticas de enrutamiento pasadas a través de filtros de paquetes mejorados, que se conocen como mapas de ruta. Los mapas de ruta dictan donde se transmiten los paquetes.

También se pueden marcar las sentencias del mapa de ruta como “permitido” (permit) o “denegado “ (deny). Si la sentencia está marcada como “denegado”, los paquetes que reúnan los criterios de correspondencia son devueltos a través de los habituales canales de envío (en otras palabras, se lleva a cabo el enrutamiento basado en destino). Únicamente si la sentencia está marcada como “permitido” y los paquetes reúnen los criterios de correspondencia se aplican todas las cláusulas definidas.

Si la sentencia está marcada como “permitido” y los paquetes no reúnen los criterios de correspondencia, dichos paquetes también son enviados a través del canal de enrutamiento.

Se pueden utilizar las listas de control de acceso (ACL) estándar o ampliadas IP para establecer los criterios de correspondencia; las listas de acceso estándar IP para especificar los criterios de correspondencia para la dirección de origen, y las listas de acceso ampliadas para especificar los criterios de correspondencia basados en la aplicación, tipo de protocolo, TOS y precedencia.

La función de cláusula de correspondencia fue ampliada para incluir la longitud del paquete de correspondencia entre valores mínimo y máximo especificados. El administrador de la red puede utilizar la longitud de correspondencia como criterio que distingue entre tráfico interactivo y bulk (el tráfico bulk tiene normalmente paquetes de tamaño mayor).

El proceso de política de enrutamiento actúa a través del mapa de ruta hasta que encuentra una correspondencia. Si no se encontrara ninguna, o si la entrada de mapa de ruta estuviera marcada como “denegado” en lugar de “permitido”, resultara un enrutamiento normal del tráfico basado en destino.

2.10.4.3.- Protocolo de reserva de recursos (RSVP, Resource Reservation Protocol).

RSVP (Protocolo de configuración de reserva de recursos) permite que los puntos finales (usuarios finales) señalen en la red con el tipo de QoS necesario para una aplicación determinada. Supone una gran salida asumir ciegamente desde la red que QoS requieren las aplicaciones.

Los administradores de red pueden utilizar RSVP como listas de acceso dinámicas. Esto significa que el administrador de la red no necesita preocuparse por los números de puerto de los flujos de paquetes IP, ya que RSVP señala esa información durante su petición original.

RSVP es un protocolo de señalización de extremo a extremo fuera de banda que solicita una determinada cantidad de ancho de banda y latencia con cada salto de red que soporta. Si un nodo de la red (router) no soporta RSVP, este protocolo se mueve hasta el siguiente salto. Un nodo de la red tiene la opción de aprobar o denegar la reserva sobre la base de la carga de la interfaz para la que se solicita el servicio.

Las aplicaciones reciben una retroalimentación dependiendo de si su petición de QoS ha sido aprobada o rechazada. Algunas aplicaciones transmiten sus datos a todos, sin preocuparse de la QoS; sin embargo, otras aplicaciones inteligentes eligen no transmitir o tomar otra ruta. En el caso de VoIP, esa ruta será la Red pública de telefonía conmutada (PSTN).

Es importante tomar nota que quien solicita los niveles de servicio en RSVP es la estación receptora y no la estación que transmite. Esto permite que RSVP

escale cuándo se utiliza la tecnología de multidifusión IP. (Con la tecnología de multidifusión IP un transmisor envía a múltiples receptores.)

RSVP no es un protocolo de enrutamiento y no modifica la tabla de enrutamiento IP basado en los flujos de tráfico o congestión. RSVP recorre simplemente IP y permite que los protocolos de enrutamiento IP elijan la ruta óptima. Esta ruta óptima puede resultar no ser la ruta ideal de QoS. Sin embargo, RSVP no puede ajustar los routers para modificar ese comportamiento.

2.10.4.4.- Advertencias sobre RSVP

A pesar de que RSVP es una herramienta importante en QoS, este protocolo no resuelve todos los problemas relacionados con QoS. RSVP tiene tres inconvenientes: la escalabilidad, el control de admisión y el tiempo que tarda en preparar una reserva de extremo a extremo.

RSVP tiene, además, que ser desplegado en un entorno de gran escala. En la peor de las situaciones posible para RSVP, un router backbone debe administrar varios miles de reserva RSVP y la cola de cada flujo de acuerdo con esa reserva.

Los problemas de escalabilidad desconocidos que rodean a RSVP lo relegan hacia los límites de la red y obligan a utilizar otras herramientas QoS para el backbone de la red. A largo plazo, el Internet Engineering Task Force (IETF) está trabajando sobre cómo utilizar mejor RSVP e incrementar el factor de escalabilidad.

RSVP funciona en el tamaño total del paquete IP y no justifica ningún esquema de compresión, verificación por redundancia cíclica (CRC) o encapsulación de línea (Frame Relay, PPP o Control de enlace de datos de alto nivel HDLC).

Por ejemplo, cuando se utiliza RSVP y G.729 para VoIP, la petición de software de reserva Cisco IOS es de 24 Kbps, comparado con un valor real de 11 Kbps cuando se utiliza cRTP. En otras palabras, en un enlace a 56 Kbps, solo se permiten dos reservas de 24 Kbps, incluso si hay suficiente ancho de banda disponible para tres flujos de VoIP de 11 Kbps.

Se puede sortear esta situación suscribiendo en exceso el ancho de banda disponible del enlace para permitir que RSVP reserve más ancho de banda del que está disponible. Se puede utilizar la sentencia de ancho de banda en una interfaz en particular para hacer esta reserva. Esta solución esta permitida siempre y cuando la red esté apropiadamente construida y se puedan controlar los flujos de red.

2.10.4.5.- IP RTP Reserve

Cisco IOS tiene otro mecanismo para clasificar el tráfico sobre la base del rango de puerto UDP del flujo de paquetes. Se puede comparar IP RTP Reserve con una reserva RSVP “estática”. Cuando se utiliza una IP RTP Reserve no se necesita utilizar la precedencia IP o RSVP.

A pesar de que IP RTP Reserve clasifica los paquetes sobre la base de un rango de puerto UDP, también permite que se especifique la cantidad de ancho de banda que debe ser priorizada en ese rango de puerto.

La reserva estática de IP RTP Reserve permite que el tráfico sea clasificado con una ponderación alta cuando el trafico “reservado” esta presente. Cuando este trafico no esta presente, cualquier otro flujo de tráfico puede utilizar un ancho de banda adicional que no está siendo utilizado por esta reserva.

IP RTP Reserve no es la solución disponible con mayor capacidad de ampliación. Sólo permite una gama de 100 puertos UDP y no admite el control de admisión, todos los flujos de paquetes dentro del rango especificado del IP RTP Reserve son ponderados.

2.10.4.6- Prioridad RTP IP (IP RTP Priority)

Cuando WFQ esta habilitado e IP RTP Priority esta configurado, se crea una cola de prioridad estricta. Se puede utilizar la función de IP RTP Priority para habilitar la utilización del esquema de gestión de colas de prioridad estricta para datos sensibles al retraso.

Se puede identificar el tráfico de voz por sus números de puerto UDP y clasificarlo en una cola de prioridad. El resultado es una voz que tiene un servicio de prioridad estricta con preferencia sobre todos los demás tráficos. Es el esquema de clasificación más recomendado para redes VoIP en enlaces de ancho de banda bajo (768 Kbps e inferiores).

2.10.5.- Medición y flujos de formación del tráfico.

Algunas veces es necesario regular o limitar la cantidad de tráfico que una aplicación pueda enviar a través de varias interfaces o redes.

Existen ciertas herramientas que permiten que el administrador de la red defina cuanto ancho de banda pueda utilizar una aplicación o incluso un usuario. Estas funciones vienen de dos maneras: herramientas de límite de tasa, como CAR, y las herramientas de formación, como GTS o FRTS.

La principal diferencia entre ambas herramientas de regulación del tráfico es que las herramientas de límite de tasa derivan el tráfico sobre la base de la medición, y que las herramientas de formación generalmente almacenan temporalmente en un búfer el exceso de tráfico mientras esperan el siguiente intervalo abierto para transmitir los datos.

CAR y las herramientas de formación del tráfico son similares en que ambas identifican cuando el tráfico excede el umbral definido por el administrador de la red.

A menudo, esas herramientas se utilizan juntas. La formación del tráfico se utiliza en el límite de la red (terminal del abonado) para asegurar que el cliente está utilizando el ancho de banda necesario para la empresa.

CAR se utiliza también en las redes de los proveedores de servicios para asegurar que un abonado no excede de la cantidad de ancho de banda definida por su contrato con el proveedor de servicios.

2.10.5.1.- Tasa de Acceso comprometido (CAR)

CAR (Committed Access Rate, Tasa de acceso comprometido) es un mecanismo de medición que permite que el administrador de la red defina acciones de cumplimiento o de exceso. Se puede utilizar una acción de cumplimiento o de exceso. Se puede utilizar una acción de cumplimiento para transmitir el tráfico y una acción de exceso para interrumpir el paquete o marcarlo con un valor de precedencia IP mas bajo.

Los mecanismos de limitación de tasa CAR permiten que el usuario:

- Controle la velocidad máxima del tráfico transmitido o recibido en una interfaz.
- Otorgue un control granular a la Capa 3, lo que permite que una red IP exhiba cualidades de red TDM.

Se puede limitar la tasa del tráfico por precedencia, dirección de control de acceso al medio (MAC), direcciones IP u otros parámetros. Los administradores de la red pueden configurar listas de acceso para crear normas de limite de tasa más granulares.

Es importante denotar que CAR no almacena temporalmente ningún tráfico para suavizar las aceleraciones del mismo. Por tanto, CAR es ideal para entornos de alta velocidad, ya que la gestión de colas no agregara ningún retraso.

Se puede utilizar CAR y el Procesador de interfaz versátil CAR distribuido (VIP-DCAR, Versatile interfase Processor Distributed CAR) únicamente con tráfico IP. El tráfico que no es IP no tiene límites de tasa.

2.10.5.2.- Formación del Tráfico

Existen tipos de formación de tráfico: GTS y FRTS, ambos métodos de formación del tráfico son similares en cuanto a su implementación, aunque sus interfaces de líneas de comandos difieren algo y utilizan diferentes tipos de colas para contener y formar el tráfico que es aplazado.

Si un paquete es aplazado, GTS utiliza WFQ para retener el tráfico diferido. FRTS utiliza CQ o PQ para retener el tráfico aplazado, dependiendo de lo que haya configurado. En abril de 1999, FRTS también soportaba WFQ para retener el tráfico diferido.

La formación del tráfico permite controlar el tráfico saliente de una interfaz para hacer coincidir su flujo con la velocidad de la interfaz de destino remota y asegurar que el tráfico se ajusta a las normas que se han contratado para el mismo. Así, se puede formar el tráfico adhiriéndose a un perfil determinado para reunir los requisitos de flujo y, por tanto, eliminar los cuellos de botella en aquellas topologías que tengan desajustes de datos-tasa.

La formación del tráfico evita la pérdida de paquetes. Es especialmente importante utilizar la formación del tráfico en redes Frame Relay porque el switch no puede determinar qué paquetes tienen precedencia y, por tanto, qué paquetes deben interrumpirse cuando tiene lugar una congestión.

Además, resulta de vital importancia para VoIP que se controle la latencia. Al limitar la cantidad de tráfico y pérdida de tráfico en la red, se pueden suavizar los patrones de tráfico y dar prioridad al tráfico en tiempo real.

2.10.5.3.- Formación de tráfico y gestión de colas

La formación del tráfico suaviza el tráfico almacenado que está por encima de la tasa configurada en una cola. Cuando llega un paquete a la interfaz para su transmisión, ocurre lo siguiente:

- Si la cola esta vacía, el formador de tráfico procesa el paquete de tráfico que llega. Si es posible lo envía. De otra manera, lo coloca en la cola.
- Si los paquetes están en la cola, el formador de tráfico envía otro paquete nuevo a la cola.

Cuando los paquetes están en la cola, el formador de tráfico suprime el número de paquetes que puede transmitir desde la cola en cada intervalo de tiempo.

2.10.5.4.- Formación de tráfico Genérico (GTS)

GTS se aplica sobre una base de interfaz y puede utilizar listas de acceso para seleccionar el tráfico que haya que formar. Funciona con una variedad de tecnologías de Capa 2, incluidas Frame Relay, ATM, Servicio de datos multimegabit conmutado (SMDS, Switched Multimegabit Data Service) y Ethernet.

En una subinterfase de Frame Relay, se puede configurar GTS para que se adapte dinámicamente al ancho de banda disponible integrando señales BECN, o para formar simplemente una tasa preestablecida. También se puede configurar GTS en una interfaz ATM para responder a RSVP señalados sobre circuitos permanentes (PVC) ATM estáticamente configurados.

2.10.5.5.- Formación de tráfico Frame Relay (FRTS)

Al igual que GTS, FRTS suaviza las puntas de tráfico almacenando temporalmente el exceso de tráfico. FRS también puede eliminar problemas causados por diferentes velocidades de acceso en la entrada o salida de una red Frame Relay. Por ejemplo, un sitio central de una red Frame Relay tiene a menudo una conexión a una velocidad alta (E1 o mayor) a la red y un sitio remoto normalmente tiene una conexión con la red a menos de 384 Kbps.

El router del sitio central puede transmitir al router remoto a velocidades de E1, pero el router remoto sólo puede recibir el tráfico a 384 Kbps o menos. Esto obliga a la red Frame Relay a almacenar temporalmente el tráfico y puede agregar segundos a un flujo de paquetes. Esto hace que la voz sea inaceptable en casi todas las redes.

FRTS permite la utilización de FECN y BECN para transmitir de forma dinámica más o menos ancho de banda.

En las redes Frame Relay, BECN y FECN indican que hay congestión. BECN y FECN se especifican con bits dentro de una trama Frame Relay.

Al utilizar la información contenida en los paquetes etiquetados con BECN recibidos de la red, FRTS puede también estrangular el tráfico dinámicamente. Con un estrangulamiento basado en BECN, los paquetes son retenidos en los búferes del router para reducir el flujo de datos desde el router a la red Frame Relay.

El estrangulamiento se hace en cada circuito virtual (VC) y la velocidad de transmisión es ajustada sobre la base del número de paquetes etiquetados como BECN que se reciben.

2.10.6.- Fragmentación

El razonamiento que hay detrás de la necesidad de fragmentación es simple. Los paquetes grandes (1500 bytes de MTU [Unidad de Máxima de Transmisión]) tardan mucho tiempo en desplazarse por enlaces de ancho de banda bajo (768 Kbps y menos). La fragmentación divide los paquetes grandes en paquetes más pequeños. Se puede llevar a cabo en la Capa 2 o en la Capa 3 del modelo de referencia de Internetworking de sistemas abiertos (OSI, Open System Interconnection).

En muchas aplicaciones de datos, la latencia causada por enlaces de ancho de banda bajo no tiene importancia para el usuario final. Sin embargo, en las aplicaciones en tiempo real, esto puede ocasionar numerosos problemas (calidad de voz variable, tramas que faltan, llamadas fallidas, etc.).

Por ejemplo, un paquete de 1500 bytes que se mueve por un circuito de 56 Kbps tarda 214 ms en recorrer el circuito. La recomendación de la ITU-T para una latencia de voz unidireccional máxima es de 150 ms. Por tanto, un circuito de 56 Kbps y un paquete de 1500 bytes consumen la totalidad del límite de retraso VoIP.

La fragmentación en si misma no es suficiente para eliminar el problema de la latencia en circuitos de ancho de banda bajo. El router también debe de ser capaz de gestionar la cola sobre la base de fragmentos o paquetes más pequeños en lugar de por el paquete original (antes de ser fragmentado).

2.10.7.- Bloqueo

La fragmentación ayuda a eliminar los problemas de “bloqueo”. El bloqueo es la cantidad de tiempo que se concede para que otro paquete consuma ancho de banda WAN disponible y obligue a que los demás paquetes de tiempo real sean colocados en cola. El bloqueo afecta directamente al retraso previsto. Se pueden utilizar diferentes reglas, pero generalmente, se suele fijar el retraso de bloqueo en el 80 % del tamaño total del paquete de voz.

2.10.8.- Impedimento de congestión

Como se ha visto hasta ahora los mecanismos WFQ, PQ y CQ administran la congestión existente y priorizan el tráfico de mayor importancia. El impedimento de congestión afronta un problema similar desde un ángulo completamente diferente. En lugar de administrar la congestión existente, el impedimento de congestión intenta evitar la congestión interrumpiendo paquetes de diferentes flujos. Esto evita lo que se conoce como sincronización global, que tiene lugar cuando muchos flujos de TCP IP empiezan a transmitir y dejan de transmitir a la vez. Esto se debe a la falta de QoS en el backbone de un proveedor de servicios.

2.10.9.- Detección temprana aleatoria ponderada (WRED)

La RED (Random Early Detection, Detección temprana aleatoria) es un mecanismo de impedimento de la congestión (en oposición a un mecanismo de administración de la congestión) potencialmente muy útil, especialmente en redes de tránsito de alta velocidad. Rally Floyd y Van Jacobson lo propusieron en varios artículos a principios de los años noventa.

La teoría que hay detrás de WED es que la mayoría de los transportes de datos son sensibles a la pérdida, y por lo menos reducen la marcha si parte de su tránsito se interrumpe.

Para indicar a una estación TCP que debe dejar de transmitir, simplemente se interrumpe parte del tráfico de la estación que envía. WRED es una implementación para interrumpir el tráfico y evitar que haya una sincronización global.

WRED combina las posibilidades del algoritmo RED con la precedencia IP. Esta combinación proporciona el manejo de un tráfico preferente para paquetes de alta prioridad. Puede descartar de manera selectiva el tráfico de baja prioridad cuando la interfaz empieza a estar congestionada y proporciona características de rendimiento diferenciadas para diferentes clases de servicios.

WRED también reconoce RSVP y puede proporcionar un servicio QoS de carga controlada IS.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DEL MODELO PARA LA MIGRACIÓN DE LOS SISTEMAS PBX NEC HACIA LA TELEFONÍA IP

3.1.- El Concepto de las Redes Empresariales de Arquitectura Abierta de NEC “NEON”

La red empresarial de arquitectura abierta de NEC llamada NEON (Network Enterprise Open Network), abarca los sistemas NEC de telefonía IP, productos de infraestructura, aplicaciones de telefonía y herramientas de administración, integrados en una red convergente empresarial, que entrega “Comunicaciones Sin Compromiso”

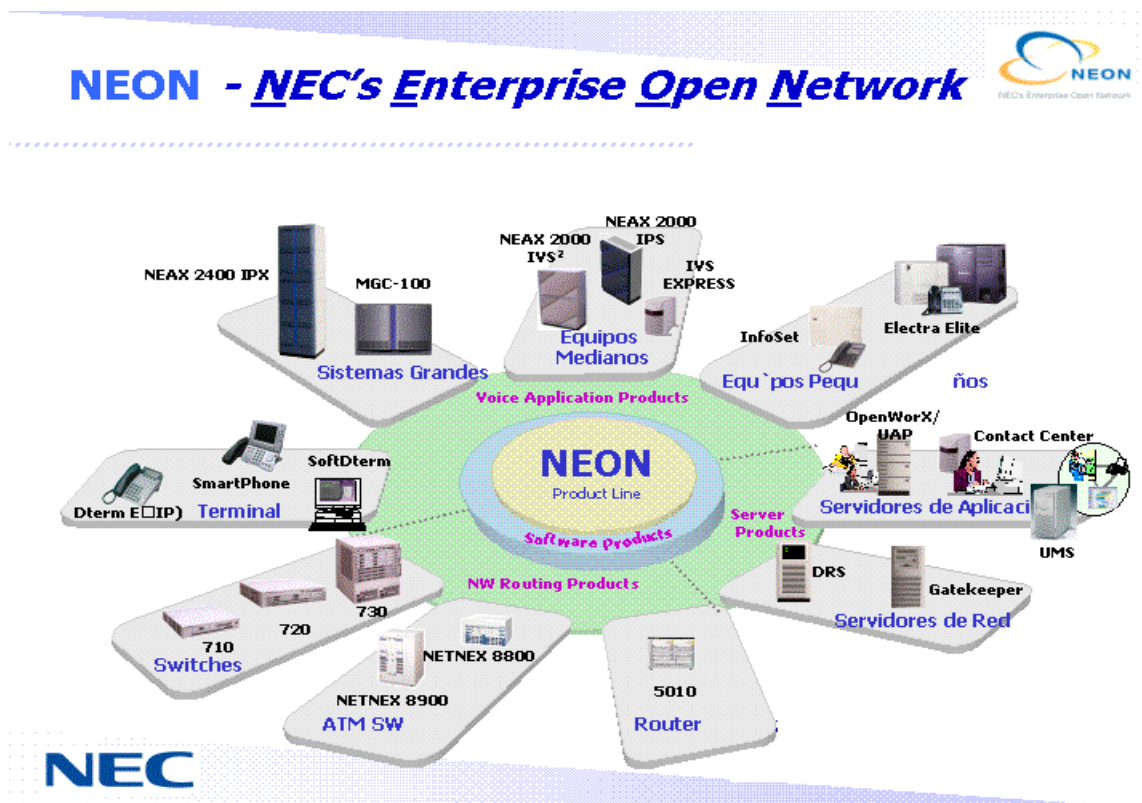


Figura 1 Representación del concepto Redes Empresariales de Arquitectura Abierta de NEC “NEON”

Muchas compañías tienen la creencia que están enfrentados a decisiones alternativas, entre crear soluciones basadas en IP, o basadas en telefonía TDM. Pero NEC ofrece soluciones para aprovechar los beneficios de ambos mundos, y que permiten pasar de uno a otro sin obstáculos, al momento que el cliente lo decida.

NEC ha demostrado a través de su historia, el hecho de disponer de una filosofía de diseño que proteja la inversión permitiendo actualizar los equipos, basada en la migración sin obsolescencia

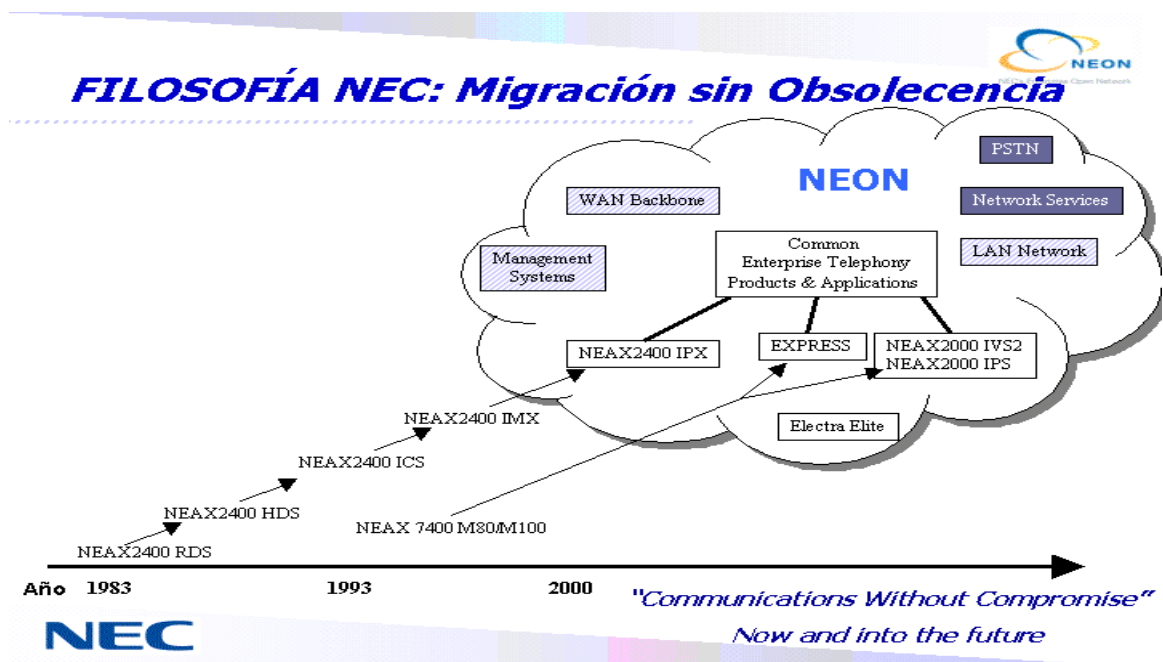


Figura 2. Filosofía de NEC: Migración sin Obsolescencia

Dentro de la filosofía NEON de ofrecer comunicaciones sin comprometer al usuario, NEC se plantea los retos de diseño que implican que:

- El usuario final no debe experimentar diferencias al utilizar un Dterm IP (extensión IP) y un Dterm estándar (extensión digital TDM)

- Las facilidades de la troncal IP deben proveer el mismo nivel de funcionalidad de las interfaces de troncales actuales
- La calidad de voz ofrecida debe ser equivalente a la ofrecida por NEC en los sistemas tradicionales TDM
- Se deben proveer opciones a los clientes cuando ellos estén preparados para adoptar la telefonía IP, los cuales pueden ser tan simple como utilizar troncales / extensiones IP sobre la LAN / WAN existente o tan compleja como soluciones IP puras para aplicaciones PBX corporativas.
- Estrategias de migración de los sistemas hacia las soluciones IP que sean presentadas por NEC.

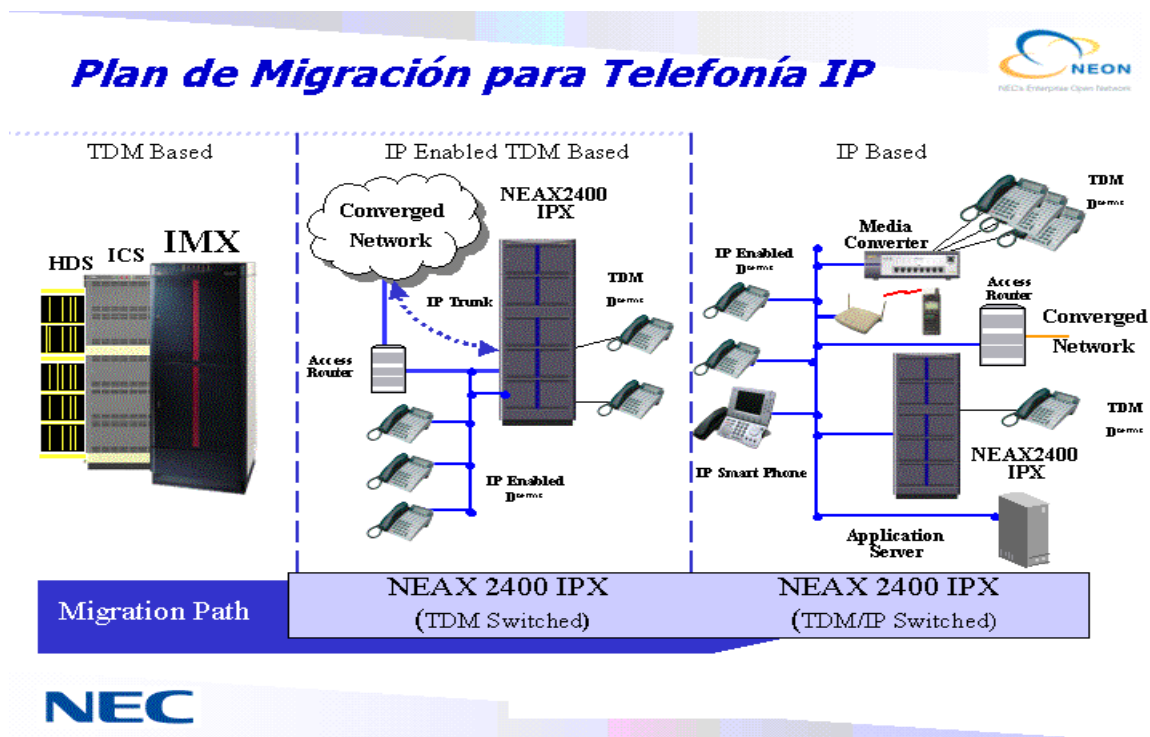


Figura 3. Plan de migración para telefonía IP de sistemas PBX de gran capacidad

Los sistemas PBX NEC de gran y mediana capacidad han ido evolucionando desde los modelos que permitían y presentaban una conmutación basada en TDM,

pasando por soluciones de sistema PBX tradicionales habilitados para IP que implican la incorporación de tarjetas al sistema y permiten ofrecer troncales y extensiones IP, hasta sistemas basados en una conmutación peer-to-peer en IP que establece comunicaciones entre los distintos teléfonos IP sin involucrar a la PBX, tal como se muestra en la figura 3 para los sistemas de gran capacidad y en la figura 4 para los sistemas NEC de mediano tamaño.

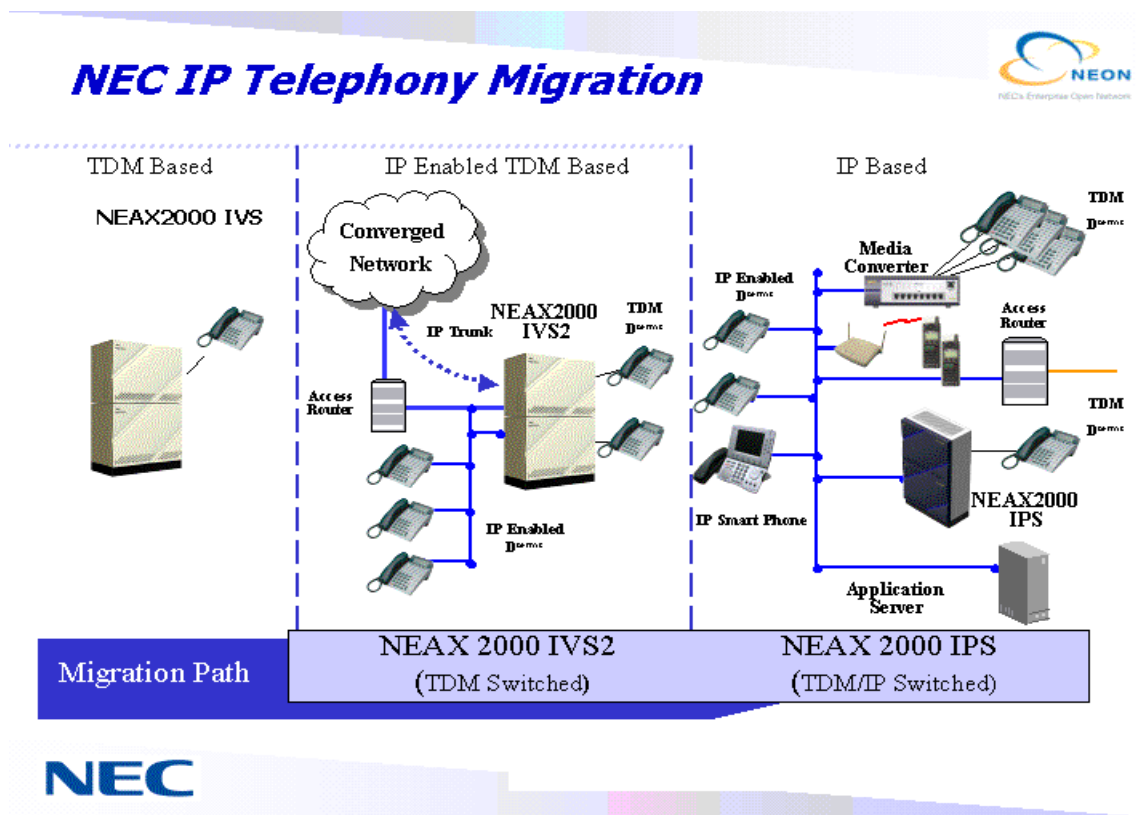


Figura 4. Plan de migración para telefonía IP de sistemas PBX de mediana capacidad

La primera generación de la NEC NEAX 2400 fue introducida en 1983 siendo una PBX de diseño modular, con puertos universales definidos por software, procesamiento distribuido patentado, opciones de redundancia únicas, matriz de conmutación sin bloqueo y crecimiento desde 300 hasta mas de 20000 puertos. Desde 1983 hasta 1988 la arquitectura presentaba procesadores de 16 bit 8086, bus de procesamiento de 4 MHz, tarjetas y ranuras de 8 puertos.

En 1989 aparece la segunda generación con la NEAX2400 IMS/HDS, sistema de alta densidad con procesador de 32 bit V70, bus de procesamiento de 32 bit y 12 MHz, tarjetas y ranuras de 16 puertos, además de incorporar nuevas aplicaciones para OAI (Interfase de aplicación abierta) y nuevas tarjetas E1 y T1 para interconexiones digitales entre PBX.

En 1993 para el décimo aniversario se crea la 3ra generación con el lanzamiento de la NEAX 2400 ICS, Sistema de Comunicaciones Integradas usando un procesador de 32 bit V70, el cual fue sustituido por procesadores más rápidos, un 486 de 32 bit en 1995 y para 1996 por un Pentium. La NEAX 7400 ICS presentó una evolución de la densidad con ranuras de 16 y 32 puertos en el PIM básico, arquitectura de puertos universales que permite colocar cualquier tarjeta en cualquier ranura disponible, diseño modular del hardware y software, ofreciendo una expansión del sistema acorde con las necesidades del cliente, además de una arquitectura abierta que hace las actualizaciones más fáciles y efectivas en costo.

La cuarta generación de la NEAX2400, nace en marzo de 1997 con la NEAX2400 IMX Integrated Multimedia eXchange, la cual presentaba una capacidad de crecimiento desde 384 puertos universales hasta 24576, pudiendo llegar a 48000 puertos en una configuración de RED con fusión, CPU tipo horizontal con procesador de 166 MHz, 128 MB de memoria, disco duro de 250 MB, nuevas opciones de redundancia, TDSW y de red son incorporadas, permitiendo más versatilidad en las facilidades y aplicaciones.

Para el año 2001 se presentan las opciones de migración ofrecidas por NEC hacia telefonía IP, incorporadas a la PBX a través de extensiones y troncales IP con la NEAX 2400 IPX / IMX habilitada para IP, nuevo CPU de 200 MHz, RAM incrementada a 256 MB, aplicaciones de software IP, tarjetas IPELC para extensiones IP y tarjetas de troncales IP TRK.

Por medios de las tarjetas IP ELC incorporadas a la PBX se permite ofrecer extensiones IP, con lo cual un teléfono Dterm habilitado para IP ó un teléfono IP conectado desde cualquier punto de la LAN y con acceso a la PBX brinda las opciones de comunicación de voz al usuario.

Solución de Extensiones IP habilitadas en la PBX

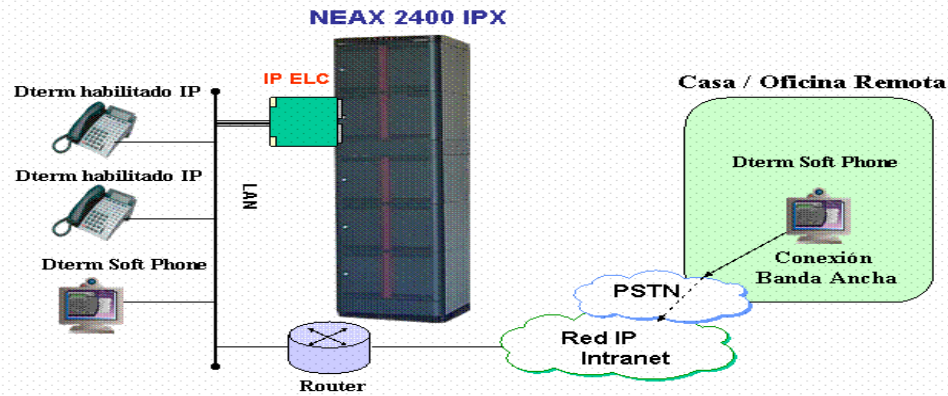


Figura 5. Solución de extensiones IP habilitadas en la PBX

La interconexión de las PBX se puede ofrecer a través de troncales IP con tarjetas IP TRK incorporadas a la central y estableciendo enlaces entre los sistemas, por medio de los cuales se puede habilitar un sistema de señalización CCIS sobre IP que ofrece transparencia en un determinado número de facilidades y aplicaciones entre los usuarios del sistema.

Solución de Troncales IP habilitadas en la PBX

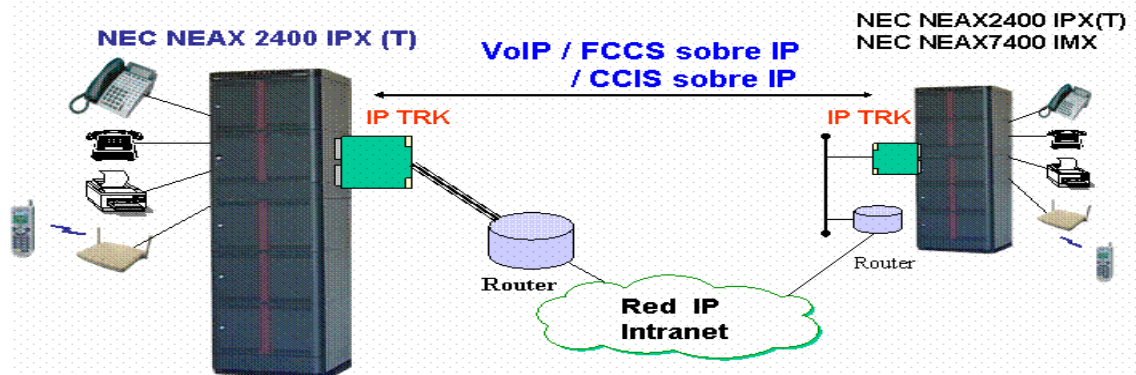


Figura 6. Solución de troncales IP habilitadas en la PBX

Todo lo anteriormente descrito permite ofrecer una solución completa a fin de poder incorporar la telefonía IP a un sistema PBX habilitado para IP, tal como se muestra a continuación.

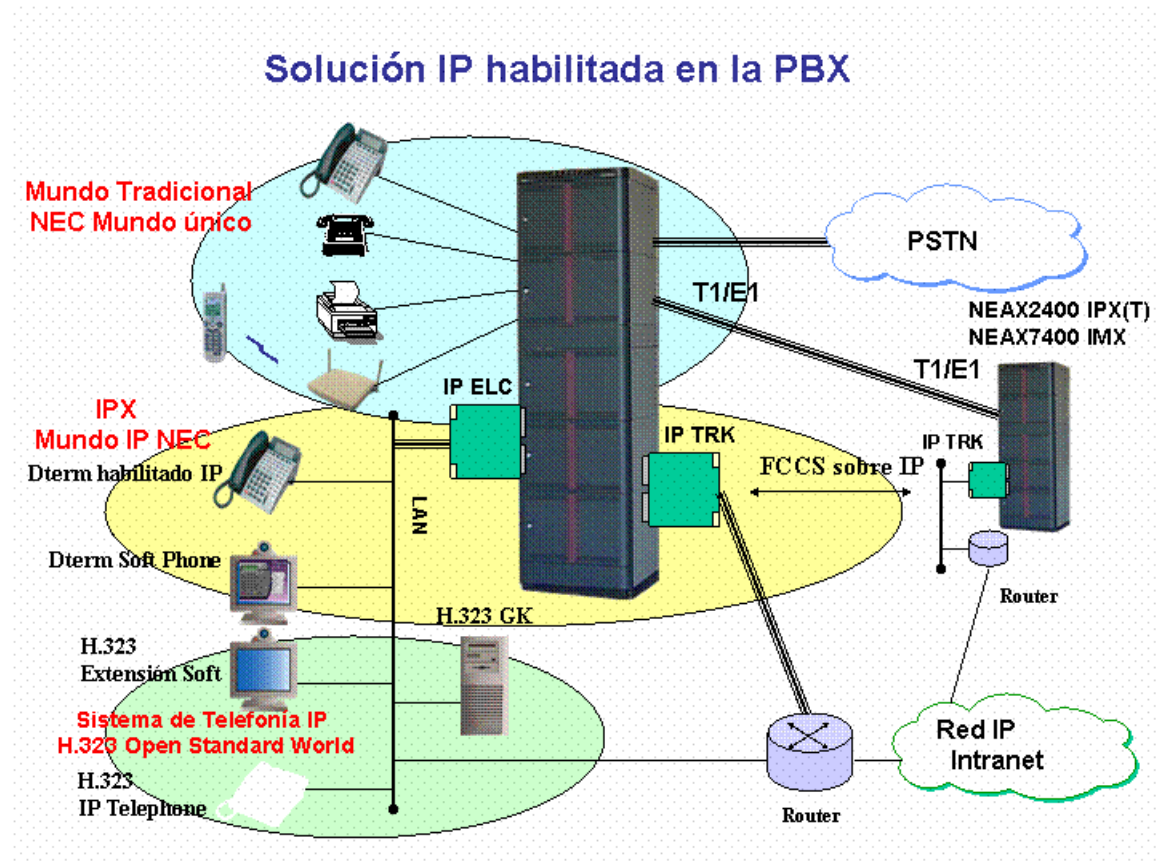


Figura 7. Solución IP habilitada en la PBX

Finalmente los sistemas de gran y mediana capacidad: NEAX 2400 IPXi y NEAX 2000 IPS, representan la quinta generación brindando una conmutación IP Peer-to-peer, así como también transporte IP y telefonía tradicional TDM al mismo tiempo que ofrecen la confiabilidad y completa funcionalidad de la PBX con una mayor cantidad de facilidades telefónicas implementadas.

La NEAX2400 IPXi y la NEAX2000IPS constituyen los últimos pasos en las Redes Empresariales Abiertas de NEC (NEON), la estrategia de migración de las empresas para introducir las redes convergentes basadas en confiabilidad,

funcionalidad y protección de la inversión; todo sin comprometer la experiencia del usuario.

La centrales de la nueva generación IPS e IPX proveen una conexión peer to peer vía IP sin degradar las facilidades de servicios que son ofrecidos con los sistemas PBX de conmutación TDM tradicionales NEAX de NEC, además de proveer conexión entre terminales IP y terminales tradicionales incluidos los terminales móviles.

La conmutación peer-to-peer significa que las extensiones que participan en una llamada son conectadas directamente una a la otra a través de la red IP. Las señales de voz viajan a través de la red pero no a través de la PBX como se hace en la telefonía tradicional. El hecho de que la NEAX 2400 IPX y la NEAX 2000 IPS puedan funcionar y soportar una red híbrida con conmutación tradicional digital/analógica, conmutación IP/TDM y conmutación totalmente peer-to-peer, significa que los usuarios pueden continuar utilizando su equipamiento existente mientras que incorporan progresivamente la telefonía IP sentando las bases para redes futuras.

Peer-to-peer permite que las facilidades/servicios del teléfono, que previamente existían solo para los teléfonos TDM de escritorio, puedan ahora ser transportadas a cualquier lugar de la red del cliente. Simplemente introduciendo la clave del usuario en cualquier extensión IP y el perfil será instantáneamente cargado en el terminal. No hay necesidad de reprogramar absolutamente nada. El usuario se podrá mover libremente de extensión en extensión, de piso en piso ó de oficina en oficina, sabiendo que desde cualquier terminal IP tendrá las mismas características y funciones existentes en su teléfono original.

Para las comunicaciones peer-to-peer el CPU es utilizado únicamente para administrar el canal de señalización Protims (propietario de NEC), brindando transparencia total de facilidades con requerimientos mínimo de ancho de banda.

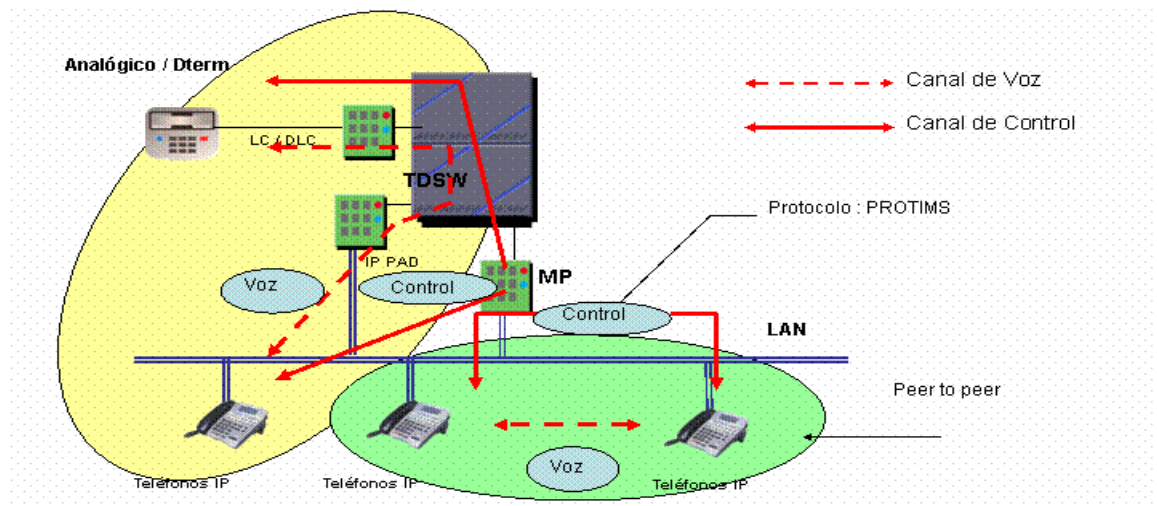


Figura 8. Establecimiento de llamada en comunicaciones peer-to-peer

Las comunicaciones de voz por lo tanto no requieren tomar un camino de ida y vuelta sino se establece directamente entre los terminales.

En un sistema IP las PBX solo intervienen para establecer el control y señalización de las llamadas y una vez establecida la comunicación, la voz es cursada directamente a través de la red de datos.

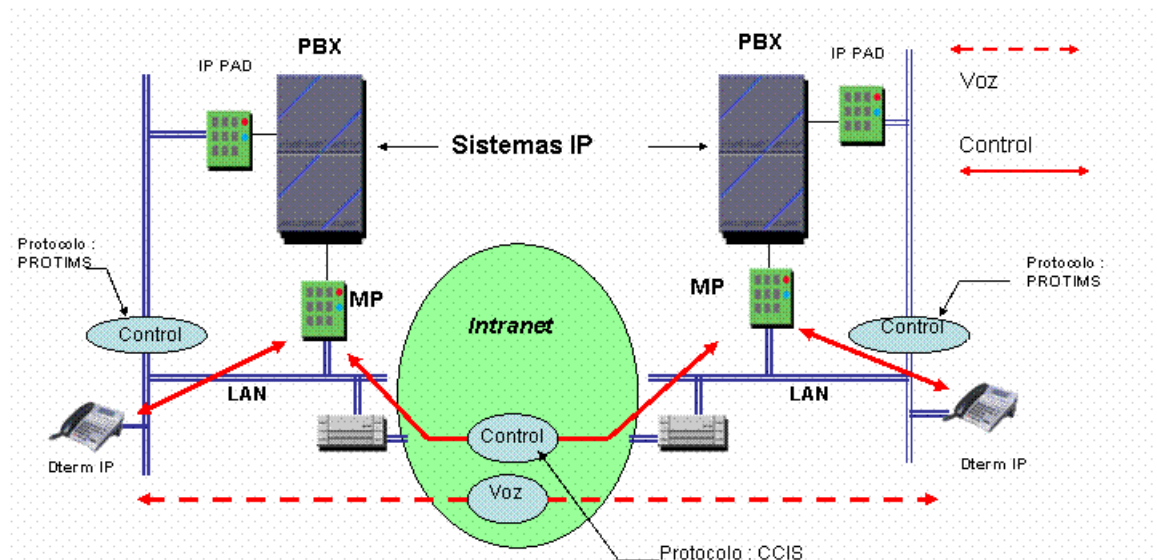


Figura 9. Establecimiento de llamada en comunicaciones peer-to-peer entre dos PBX-IP

La IP PAD es la tarjeta de conversión IP a TDM y viceversa, la cual provee conexión de voz entre terminales/CCIS "Peer to Peer" basados en IP y los terminales y troncales existentes TDM.

El paquete de datos del control de las llamadas (excepto datos de voz) es procesado a través de la PBX. El camino de la llamadas entre la IP PAD y las troncales/líneas existentes es conectado vía conmutación Time Division Dinámicamente.

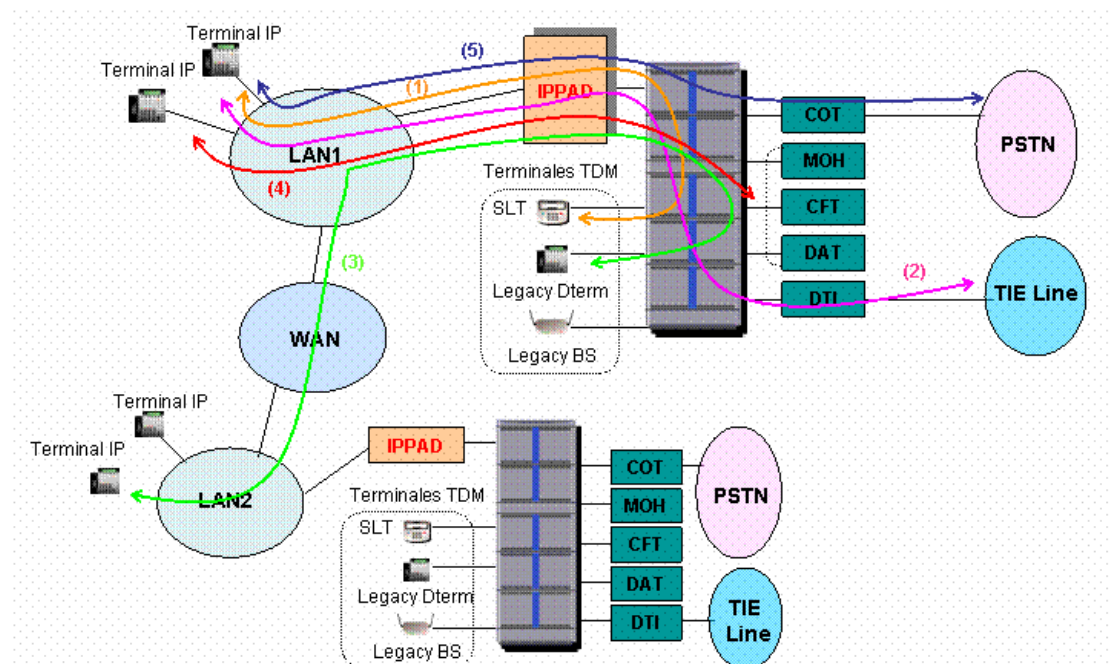


Figura 10. Patrones de conexiones en donde se requiere la IP PAD

La IP PAD es requerida para los siguientes patrones de conexiones:

1. Llamadas entre terminales IP y terminales TDM
2. Llamadas privadas de un terminal IP usando un enlace TIE LINE.
3. Llamadas privadas de un terminal TDM usando la WAN a un terminal IP
4. Conexiones de música en espera (MOH), conferencia tripartitas (CFT), anuncios digitales (DAT) desde un terminal IP.
5. Llamadas a la PSTN a través líneas COT desde un terminal IP.

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS PBX NEC PARA TELEFONÍA IP EN LOS REQUERIMIENTOS DE DISTINTAS EMPRESAS

El surgimiento de voz sobre (VoIP) como un nuevo medio de transporte en las comunicaciones de voz, ha hecho que los fabricantes de sistemas PBX incorporen esta tecnología en la línea de productos y soluciones que brindan y ofrecen a sus clientes.

NEC como fabricante de Sistemas PBX ha ido habilitando IP “IP Enabling” en su línea tradicional de PBX para que sus clientes disfruten de la telefonía IP sin permitir la obsolescencia de los sistemas existentes, y ha ido desarrollando nuevas centrales que permiten la conmutación compartida TDM-IP, hasta centrales que conmutan totalmente IP (peer-to-peer).

A continuación se describen tres casos en donde se puede observar como ha ido evolucionando la implementación de la telefonía IP en los sistemas PBX NEC, desde las primeras soluciones que implicaban la conexión de enrutadores IP (Dterm Gateway IP), implementación de troncales IP para la interconexión de PBX, hasta las centrales telefónicas que permiten una conexión de igual a igual (peer-to-peer) en las comunicaciones de voz a través de la red.

4.1- Implementación de un Dterm IP Gateway para convertir extensiones digitales a extensiones IP.

4.1.1.- Descripción e identificación de los Objetivos

INTEVEP posee una central telefónica marca NEC modelo NEAX7400 ICS, en la cual requería implementar extensiones IP, con el fin de brindar servicio de

comunicaciones de voz a distintos usuarios a través de la red de datos del Instituto, garantizando la transparencia en todas las facilidades que se brindan en una extensión digital que pertenezca a la central telefónica. Con esta implementación se pretende que el usuario pueda conectar el teléfono y usar la extensión configurada desde cualquier punto de la red

4.1.2.- Determinación de los requerimientos.

El proceso de formulación de los requerimientos se basó en la realización de las siguientes actividades: conocimiento de la estructura y de los planes estratégicos de la organización para ofrecer a un determinado número de usuarios extensiones IP.

4.1.2.1.- Requerimientos propios del Sistema

- El sistema debe poder garantizar al usuario la conexión desde cualquier punto de la red interna de INTEVEP y así poder disponer de la extensión IP.
- Se debe garantizar la disponibilidad y la calidad de servicio en la comunicación de voz.

4.1.2.2.- Requerimientos Funcionales y Operativos

- Soportar todas las facilidades de servicios que actualmente pueden ser habilitadas en cualquier extensión digital.
- Desde el teléfono IP se debe tener la opción de conectar un PC a la LAN a través de un conector RJ-45, el cual actúe como un repetidor.
- El sistema debe proporcionar algoritmos de compresión de la voz que permitan ser configurados en los casos que sean necesario para garantizar el ancho de banda cuando se requiera.
- El sistema debe permitir al usuario las opciones de auto-conexión, la cual permita registrarse automáticamente cuando la extensión es inicializada o desconectada y la opción de password el cual es requerido para registrar la extensión al Gateway IP.

- El sistema debe brindar la posibilidad de conexión a través de la WAN.

4.1.3.- Análisis de las necesidades para la implantación

- Identificación de las extensiones digitales que se van a conectar al Dterm IP Gateway, así como el apropiado cableado de éstas con terminación en conector amphenol macho de 25 pares.
- Cable de conexión RJ-45 con conexión instalada y funcionando a la red de datos.
- La conexión entre el Dterm IP Gateway y el teléfono IP debe estar operativa y garantizada adecuadamente.
- El sistema ha sido diseñado para trabajar en el rango de 100 – 240 VAC, 50 – 60 Hz.
- La distancia entre la PBX hasta unidad Dterm IP Gateway no debe exceder los 200 mts.
- Se debe proveer de una dirección IP fija que se le debe asignar al Dterm IP Gateway.

4.1.4.- Diseño y Desarrollo del Sistema Propuesto.

Tomando en cuenta los planteamientos hechos en los objetivos y basados en los requerimientos establecidos para este caso, se elaboró el siguiente diseño para la implementación de extensiones IP utilizando un Dterm IP Gateway y un adaptador de teléfonos digitales a IP (Dterm IP Adapter) instalado en los teléfonos digitales.

La implementación del Dterm IP Gateway es la solución que permite ofrecer extensiones IP, sin la necesidad de realizar una actualización de hardware o software al sistema PBX y poder soportar telefonía IP integrada a la plataforma existente



Figura 11.- Implementación de extensiones IP utilizando un Dterm IP Gateway y teléfonos digitales a IP usando adaptador IP (Dterm IP Adapter).

El Dterm IP Gateway, recibe las extensiones digitales de la central telefónica, se encarga de realizar la conversión TDM a IP, y se conecta a la red LAN. Adicionalmente se utilizan adaptadores IP para teléfonos Digitales (Dterm IP Adapter), que permiten la interconexión del teléfono tradicional TDM a la red, dándole así las funciones de una extensión IP.

Una vez instalada el adaptador al teléfono digital, la extensión IP es configurada con los datos necesarios para realizar la conexión al Dterm Gateway IP (dirección IP), direccionamiento IP a usar en la extensión IP (estático o dinámico) y el algoritmo de compresión que se va a implementar de acuerdo a las características de la RED.

4.1.4.1.-Descripción Técnica de los Equipos:

4.1.4.1.1.- Unidad Dterm IP Gateway.



Figura 12.- Unidad Dterm IP Gateway

Tabla 1.- Datos de la descripción técnica Unidad Dterm IP Gateway

CPU	Motorola 68MH360, 33 MHz
DSP	Ocho Dispositivos Analógicos 2187 52 MIPS
Compresión de Voz	G.711, ADPCM 32, ADPCM 24, G729a
Protocolos y Servicios	- WAN: RVP (Remote Voice Protocol) Propietario sobre HDLC. - LAN: RVP (Remote Voice Protocol) sobre IP
Memoria	- DRAM: 4 MB. Flash Memory: 4MB. Boot ROM: 512 KB
Interfaces	- Ethernet: 10 BaseT - Serial: EIA/TIA-232, EIA/TIA-530 - Consola de Gestión: Serial RS-232, DB9 - PBX: 12 puertos para extensiones Digitales, interfaces RJ-21

4.1.4.1.2.- Adaptador de Teléfonos Digitales a IP (Dterm IP Adapter).

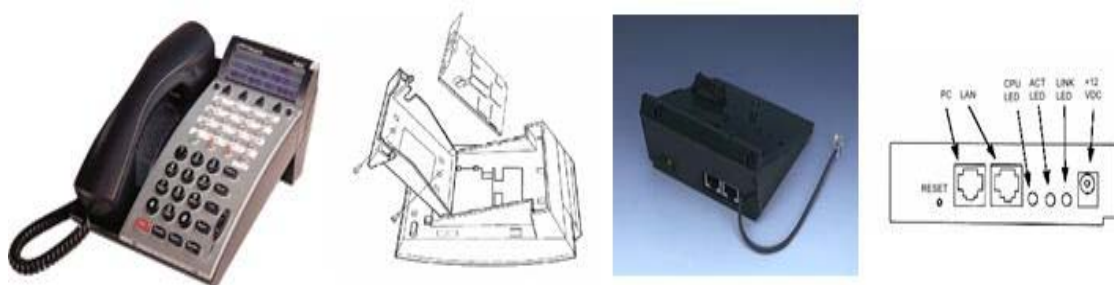


Figura 13.- Adaptador de Teléfonos Digitales a IP (Dterm IP Adapter).

Tabla 2.- Datos de la descripción técnica Dterm IP Adapter

CPU	Motorola 68EN302, 20 MHz
DSP	Dispositivo Analógico 2187, 52 MIPS
Compresión de Voz	G.711, ADPCM 32, ADPCM 24, G729a
Protocolos y Servicios	LAN: TCP/IP
Memoria	DRAM: 4 MB. Flash Memory: 4MB. Boot ROM: 512 KB
Interfaces	- Puerto Ethernet hacia la LAN: RJ-45, Ethernet. Interface: 10BaseT. Direccionamiento IP: Estático y Dinámico (DHCP) - Puerto Ethernet hacia un PC: RJ-45, Ethernet, Interface: 10BaseT. Teléfono: RJ-11.

4.1.5.- Pruebas, Implantación y Evaluación del Sistema

Se procedió a la instalación del Dterm Gateway IP, el cual se interconecta por un lado a la central telefónica recibiendo las extensiones digitales TDM que se van a convertir en extensiones IP, y por otro a la red LAN.

Una vez instalado el sistema Dterm Gateway IP, se colocaron los adaptadores IP en los teléfonos digitales respectivos y se verificó la conexión de las extensiones IP al Dterm Gateway IP.

Para verificar el funcionamiento del sistema se siguieron los siguientes pasos:

1. Realizar la conexión de los teléfonos IP a los puntos de Red.
2. Verificar la conexión de los teléfonos IP al Dterm Gateway IP

3. Chequear que sean desplegados en pantallas los parámetros correspondientes a las extensiones configuradas.
4. Verificar el tono de la extensión IP.
5. Realizar desde el teléfono IP pruebas de llamadas. Las pruebas consistían en:
 - a. Realizar llamadas a extensiones analógicas, digitales e IP de la PBX.
 - b. Verificar la calidad de la Voz
 - c. Recibir llamadas desde extensiones analógicas, digitales e IP de la PBX en el teléfono IP.
 - d. Verificar la calidad de la Voz.
 - e. Realizar llamadas salientes a la PSTN.
 - f. Verificar el funcionamiento de las facilidades de servicios.
6. Se realizaron pruebas chequeando los distintos algoritmos de compresión: G.711, ADPCM 32, ADPCM 24, G729a. Todas las pruebas resultaron satisfactorias y ya que los teléfonos IP van a estar ubicados dentro de la RED LAN de INTEVEP el algoritmo de compresión seleccionado es el G.711, ya que no se requiere comprimir la voz, puesto que el ancho de banda es adecuado para garantizar las comunicaciones.

A través de esta solución utilizando un Dterm Gateway IP y Dterm IP adapter, INTEVEP realizó la implementación de extensiones IP sin necesidad de hacer actualización de hardware y software en la PBX, y pudo obtener los beneficios de implementar extensiones IP, que configuradas con DHCP en el teléfono, permiten mantener el número con independencia de su ubicación física y manteniendo la apariencia de la llamada igual que cualquier extensión digital de la PBX, pero usando como medio de transporte la red IP.

4.2.- Implementación de Troncales IP para interconectar las Centrales Telefónicas de Enelven en Maracaibo, Santa Bárbara y Machiques.

4.2.1.- Descripción e identificación de los Objetivos:

Enelven posee una red telefónica conformada con sistemas PBX Marca NEC. Estas centrales telefónicas están interconectadas entre ellas utilizando un sistema de señalización de Canal Común CCIS (Channel Common Inter Office), a través de enlaces E1 y conmutación TDM, que permiten la comunicación entre las distintas sedes.

Enelven quería actualizar los sistemas telefónicos NEAX 7400 M100 ubicados en las Sedes de Santa Bárbara y Machiques, y a su vez incorporar las nuevas centrales telefónicas para permitir la conexión directa a la red telefónica privada de Enelven, usando como medio para la interconexión la red de datos, y así poder realizar la llamadas inter-oficinas sin la necesidad de utilizar la red telefónica pública (PSTN), que es la manera en que se establecen las comunicaciones internas hacia estas localidades.

4.2.2.- Determinación de los requerimientos.

Entre los requerimientos determinados, se tienen los propios del sistema en cuanto a su administración y características, y los que corresponden a los operativos y funcionales, que tratan sobre los servicios que ellos soportan y de la forma en cómo se debe hacer.

4.2.2.1.- Requerimientos propios del Sistema:

- Actualización de los sistemas PBX de las sedes de Enelven en Machiques y Santa Bárbara.
- Realizar la interconexión de los nuevos sistemas PBXs de Machiques y

Santa Bárbara, con la Central de Enelven NEAX 7400 IMX de Caujarito a través de troncales IP.

- Garantizar la disponibilidad y la calidad de servicio en la comunicación de voz.

4.2.2.2.- Requerimientos Funcionales y Operativos:

- Se debe poder implementar el Sistema de señalización CCIS sobre IP, que permita transparencia en todas las facilidades de servicios que actualmente pueden ser habilitadas entre las distintas extensiones de la red telefónica.
- El sistema debe proporcionar algoritmos de compresión de la voz que permitan ser configurados en los casos que sean necesario para garantizar el ancho de banda cuando se requiera.
- El sistema PBX debe suministrar alguna manera de identificar o marcar los paquetes a fin de aplicar calidad de servicio en el enlace IP.

4.2.3.- Análisis de las necesidades para la implantación

- Para la implementación de troncales IP se requiere actualizar la central de Enelven Caujarito NEAX 2400 IMX, en software y hardware del CPU, a fin de que pueda soportar las tarjetas de troncales IP.
- Conexión instalada y funcionando hacia la red de datos, para la interconexión de las tarjetas troncales IP.
- La conexión IP entre las localidades de Maracaibo, Santa Bárbara y Machiques debe estar operativa y garantizada adecuadamente.
- Se debe proveer de las direcciones IP estáticas que se deben asignar a las tarjetas troncales IP ubicadas en las centrales de Caujarito en Maracaibo y de las centrales en Santa Bárbara y Machiques.

4.2.4.- Diseño y Desarrollo del Sistema Propuesto.

Tomando en cuenta los planteamientos hechos en los objetivos y basados en los requerimientos establecidos para este caso, se elaboró el siguiente diseño para la implementación de troncales IP y la actualización de las centrales telefónicas que implican la conexión entre Maracaibo (Caujarito), Santa Bárbara y Machiques.

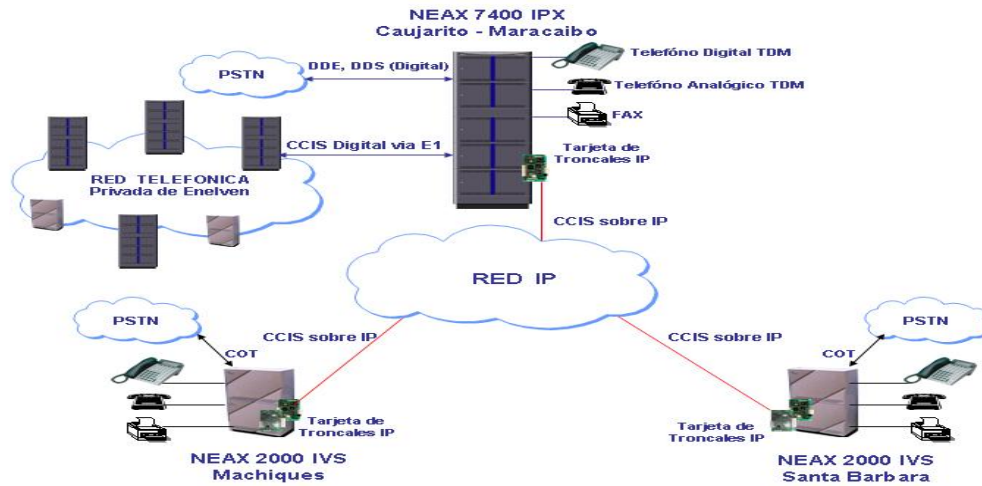


Figura 14.- Diseño de la implementación de troncales IP para interconectar las Centrales Telefónicas de Enelven en Maracaibo, Santa Bárbara y Machiques

A la central Telefónica de Caujarito NEAX 2400 IMX, se hace necesario realizar una actualización en hardware del CPU y software, hacia una NEAX 2400 IPX (Internet eXchange Protocol), a fin de que puedan soportar y manejar las tarjetas troncales IP que se instalan en la PBX de Caujarito y que se conectan a las tarjetas troncales IP instaladas en las PBX de Santa Bárbara y Machiques.

Las Centrales M100 instaladas en Santa Bárbara y Machiques son actualizadas por Centrales NEAX 2400 IVS2 (Internet Voice Server), equipadas para manejar troncales IP que permitan su conexión hacia la Central de Caujarito por medio de la red.

El sistema de señalización CCIS sobre IP configurado en el enlace brinda total transparencia en las facilidades de las PBX interconectadas.

4.2.4.1.- Descripción de los Equipos.

4.2.4.1.1.- NEAX 2400 IPX (Internet Protocol eXchange).

La NEAX 2400 Internet Protocol eXchange (IPX), el miembro más nuevo de la familia NEAX, fusiona la existente tecnología NEC con adelantos dinámicos en hardware y software para satisfacer los requerimientos de los sistemas más estrictos.

NEC también introduce el protocolo IP con conmutación peer to peer en la NEAX 2400 IPX. Esta capacidad permite a la NEAX 2400 IPX proveer todos los servicios de networking de NEC y de las facilidades en los teléfonos digitales Dterm Series E e IP cuando son implementados sobre una red IP.

El diseño modular de NEC, el procesamiento distribuido, la migración sensible, las soluciones de red comprensivas y la capacidad para personalizar funcionalidad en aplicaciones específicas de negocios son apenas unas pocas de las referencias de NEC, que la NEAX 2400 IPX implementa.

El innovador diseño modular del hardware y el software permite a la NEAX 2400 IPX funcionar eficientemente y crecer incrementalmente su capacidad desde 384 puertos hasta 24576 puertos.

Sirviendo como el controlador de una red integrada de información, la NEAX 2400 es capaz de integrar y mejorar todas las formas de servicios de gestión y procesamiento de información avanzado. La NEAX 2400 combina voz y datos, envío y almacenamiento, conmutación de paquetes y muchas otras facilidades avanzadas.

El sistema también brinda aplicaciones avanzadas tales como Fusión, CCIS y networking IP, extensiones IP (IP habilitado y peer-to-peer), Conmutación Remota, Servicios de Operadora Centralizado, ACD Integrado, Integración de Mensajería de Voz, conjuntamente con muchas otras amplias facilidades a través de las Interfases de Aplicaciones Abiertas OAI (Open Applications Interface). Esto refleja la filosofía de la Corporación NEC para integrar tecnología C&C (Computer and Communications), y hace lo posible para que la NEAX 2400 IPX provea servicios de voz y datos.

Tabla 3.- Especificaciones técnicas de la NEAX 2400

Especificaciones del Sistema	NEAX 2400 IPX	NEAX 2400 IPX-U	NEAX 2400 IPX-UMG
Fecha de Introducción	Nov 1, 2000	April 1, 2001	April 1, 2001
Tipo de Procesador	Pentium® III 600 Mhz	Pentium® 200 Mhz	Pentium® 200 Mhz
Arquitectura de Procesamiento Básico	Central	Distribuido	Distribuido
Capacidad de Puertos Universales	6,144	24,576	24,576
Time Slots	8,192	32,768	32,768
Tipo de Modulación	PCM Time Division	PCM Time Division	PCM Time Division
Arquitectura por División de Tiempo	Non-Blocking Single Stage	Non-Blocking Three Stage	Non-Blocking Three Stage
Multiplexación Básica (Spec. Int.)	32 Canales	32 Canales	32 Canales
Composición de la Señal - Señal Voz/Datos - Señal de Control	8 Bit 4 Bit	8 Bit 4 Bit	8 Bit 4 Bit
Almacenamiento de Datos del Programa.	Flash ROM	HD / FD	HD / FD
Redundancia	Opcional - CPU, TSW and Power	Opcional - CPU, TSW and Power	Opcional – CPU, TSW and Power
Configuración estandar Busy Hour Call Attempts (BHCA) <i>Maximum</i> BHCA Rating	46,000 por sistema (1 Fusion Node) Máxima	160,000 por sistema (4 Fusion Nodes) Máxima	160,000 per system (1 Fusion Node) Máxima
Extensiones IP - Extensiones Peer-to-Peer - IP Enabled TDM Stations	4,000 Total Por sistema	16,000	16,000
Compresion IP Soportada	G.711 G.723.1 G.729 ^a	G.711 G.723.1 G.729 ^a	G.711 G.723.1 G.729 ^a
Información de Configuración de PIM - 32 Port Slots - 16 Port Slots - Total Ports por PIM	6 12 384	6 12 384	6 12 384
Numero Total de PIMs	16	64	64
Sistema de Alimentación de Energía	-48 VDC	-48 VDC	-48 VDC
Alimentación por modulo DC-DC - PWR #0 & #1 for LPR - PWR #0 for PIM - PWR #1 for PIM - PWR #0 & #1 for HSWM	PX-PW02 - PWR 0&1 PA-PW55-B PA-PW54-B PA-PW14	PZ-PW92 - PWR 0 PZ-PW106 - PWR 1 PA-PW55-B PA-PW54-B PA-PW14	PZ-PW92 - PWR 0 PZ-PW106 - PWR 1 PA-PW55-B PA-PW54-B PA-PW14
Software de Administración y mantenimiento	MATWorX 3.61 ó Superior	MATWorX 3.61 ó Superior	MATWorX 3.61 ó Superior

4.2.4.1.2.- Tarjetas de Troncales IP (IP Trunks) NEAX 2400 IPX

A través de las troncales IP se convierten las señales de voz en un paquete IP, y se transmite a la red de datos.

Existen dos opciones para realizar la implementación e integración de troncales IP en la Neax 2400 IPX. La primera opción consiste en utilizar una tarjeta de troncales IP modelo PA-8IPTB y una sub-tarjeta PZ-8VCTB. La segunda opción es una tarjeta de troncales IP modelo PA-16IPTB y una sub-tarjeta PZ-8VCTB.

Tabla 4.- Especificaciones técnicas de la tarjeta de troncales IP modelo PA-16IPTB IP Trunks NEAX 2400 IPX

Función		Especificaciones	Comentarios
Hardware	Tarjeta de troncales	SPA-16IPT	
	Tarjeta Opcional	PZ-8VCTA	
	Software	R9	
	Numero de conexiones troncales	16 conexiones	*8 conexiones adicionales pueden ser provistas usando una tarjeta PZ-8VCT
	Capacidad de Montaje	2 por Unidad (4 por PIM)	
Interfase	Interfase de Red	10/100 Base-T (IEEE 802.3), RJ45	
	Jitter Buffer	Soporte Dinámico hasta un Max 300ms	Buffer value (10 - 300 ms)
	Ethernet	Full-Duplex	
	Calidad de Servicio	802.1Q, Type of Service (ToS) Bit and Diff-Services	
	Indicadores	10/100 Base-T Status	
		Data Link	
Collision Detection			
Voz	Voz sobre IP	FCCS, CCIS	
	Compresión de Voz	G.711, G.723.1, G.729a*	
	Cancelador de Eco	G.168	Round Trip Delay = 32ms
	Control de Ganancia	Programable	
Señalización	Control	FCCS, CCIS	
	Direccionamiento IP	Asignación estática	
	Versión IP	IPv4	
	Fax	T.38 Spoofing/G3Fax (V.17, V.1, V.27ter, V.29, V.33)	Super G3 (V.34, etc.)
	Modem	-	

La tarjeta PA-16IPTB es una tarjeta de circuitos troncales que se utiliza para proveer servicios de CCIS y FCCS vía Internet, para enviar y recibir información de voz o FAX (G3) sobre IP. La tarjeta esta equipada con un total de 16 puertos; sin embargo, una sub-tarjeta (PZ-8VCTB) provee ocho puertos adicionales, cuando es montada en la tarjeta principal.

4.2.4.1.3.- Tarjetas de Troncales IP (IP Trunks) Neax 2400 IVS2

Existen dos tipos de tarjetas las cuales trabajan en conjunto y deben ser montadas en combinación a fin de ofrecer las funciones de troncales IP.

*Tabla 5.- Especificaciones técnicas de la tarjeta de troncales IP modelo SPN-IPTB
IP Trunks NEAX 2000 IVS2*

Función		Especificaciones	Comentarios
Hardware	Tarjeta de Troncales	SPN-IPTB with SPN-4VCTI	4 SPN-VCTI pueden ser integradas por 1 SPN-IPTB card.
	Software	2100 Series R 3.1	2200 Series R 3.2 soporta Conectividad H.323.
	Numero de conexiones troncales	4 Conexiones	12 conexiones adicionales pueden ser realizadas (16 en total) con la integración de 4 SPN4VCTI tarjetas por SPN-IPTB.
	Capacidad de Montaje	1 por unidad (1 por PIM)	Total de 8 max. el sistema.
Interfase	Interfase de Red	10/100 Base-T (IEEE 802.3), RJ45	
	Jitter Buffer	Soporte Dinamico hasta un Max 300ms	Buffer value (10 - 300 ms)
	Ethernet	Full-Duplex	
	Calidad de Servicio	802.1Q, Type of Service (ToS) Bit and Diff-Services	
Voz	Voz sobre IP	CCIS, H.245, Q.931	Soportado en 2200 R 3.2 software.
	Compresión de Voz	G.711, G.723.1, G.729a	
Señalización	Control	CCIS, H.225, Q.931	Soportado en 2200 R3.2 software
	Direccionamiento IP	Direccionamiento Estático.	
	Versión IP	IPv4	
	Fax	T.38 Spoofing/G3Fax (V.17, V.1, V.27ter, V.29, V.33)	Fax Super G3 (V.34, etc.)

4.2.5.- Pruebas, Implantación y Evaluación del Sistema

Una vez realizado el upgrade a la central telefónica de Caujarito en Maracaibo a NEAX 2400 IPX, se instaló la tarjeta de troncales IP modelo PA-16IPTB con una sub-tarjeta PZ-8VCTB, para un total de 24 Troncales IP las cuales están distribuidas para la integración con las PBX de las localidades de Santa Bárbara y Machiques.

Se actualizaron las centrales telefónicas en Santa Bárbara y Machiques a NEAX 2000 IVS equipadas con una capacidad de 12 troncales IP en cada una de ellas (1 tarjeta SPN-IPTB y 3 tarjetas SPN-VCTI).

Se realizó la conexión a la red y la integración de los sistemas PBX a través de las troncales IP.

Por la velocidad del enlace entre las distintas localidades se estableció el algoritmo de compresión G.729 a fin de comprimir los canales de voz, y optimizar el ancho de banda en la red.

Se establecieron en los equipos router calidad de servicio con el objeto de establecer la prioridad de los paquetes de voz sobre los datos.

La técnica de QoS aplicada fue Gestión de cola de baja latencia de encolamiento (PQ dentro de CB-WFQ).

Se ejecutaron pruebas de llamadas a través de las troncales IP establecidas entre las PBXs, en donde se verificó la calidad de la voz y el funcionamiento de las facilidades sobre el CCIS.

Una vez realizadas las pruebas e implementada la solución, Enelven cuenta con la integración de las centrales telefónicas de Maracaibo (Caujarito), Santa Bárbara y Machiques, utilizando troncales IP a través de la red de datos y las ventajas que ofrecen y establece el CCIS sobre IP.

4.3- Implementación e interconexión de Sistemas PBX NEC Modelo IPS estableciendo comunicación peer-to-peer.

4.3.1.- Descripción e identificación de los Objetivos:

Harvest Vincler requiere la actualización de la PBX de su sede principal en Maturín, y realizar la interconexión de esta central con las distintas sedes ubicadas en Temblador, Caracas y Tucupita. La interconexión de las PBX se debe implementar a través de la red de datos que enlaza actualmente estas localidades por medio del protocolo WAN frame relay.

4.3.2.- Determinación de los requerimientos.

Entre los requerimientos determinados, se tienen los propios del sistema en cuanto a su administración y características, y los que corresponden a los operativos y funcionales, que tratan sobre los servicios que ellos soportan y de la forma en cómo se debe hacer:

4.3.2.1.- Requerimientos propios del Sistema

- Ampliación y actualización de la central telefónica NEAX M100 de la sede principal en Maturín.
- Se debe realizar la interconexión entre las distintas localidades de Maturín, Temblador, Caracas y Tucupita, utilizando telefonía IP a través la red de datos existente.
- Se debe garantizar la disponibilidad y la calidad de servicio en la comunicación de voz.

4.3.2.2.- Requerimientos Funcionales y Operativos:

- Se debe implementar una comunicación peer-to-peer, que permita establecer la comunicación de voz a través de la red de datos y

transparencia en todas las facilidades de servicios de la red telefónica.

- El sistema debe proporcionar algoritmos de compresión de la voz que permitan ser configurados en los casos que sean necesario para garantizar el ancho de banda cuando se requiera.
- El sistema PBX debe suministrar alguna manera de identificar o marcar los paquetes a fin de aplicar calidad de servicio en el enlace IP.

4.2.3.- Análisis de las necesidades para la implantación

- Para la implementación de troncales IP se requiere actualizar la central de Harvest Vincler Maturín NEC modelo NEAX 7400 M100, en software y hardware del CPU, a fin de que pueda soportar la conmutación en IP.
- Conexión instalada y funcionando a la red de datos, para la interconexión de las tarjetas troncales IP.
- El enlace frame relay y la conexión IP entre las localidades de Maturín, Caracas, Temblador y Tucupita debe estar operativo y garantizado adecuadamente.
- Se debe proveer de las direcciones IP fija que se le deben asignar a las centrales telefónicas y a las tarjetas IP PAD, ubicadas en las distintas Centrales telefónicas.,

4.3.4.- Diseño y Desarrollo del Sistema Propuesto.

Basándonos de los planteamientos hechos en los objetivos y chequeando los requerimientos realizados para este caso, se elaboró el siguiente diseño para la actualización de la central telefónica de Maturín y la implementación de telefonía IP que permita la interconexión de las distintas centrales telefónicas utilizando conmutación peer-to-peer entre las extensiones IP.

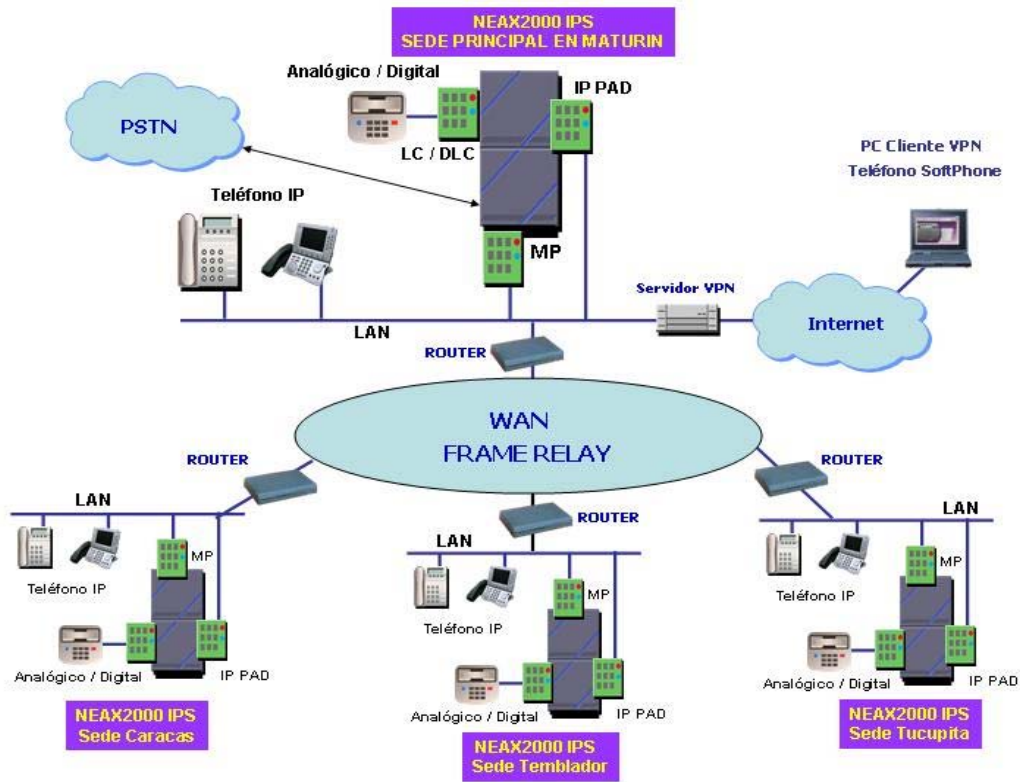


Figura 15.- Diseño propuesto para la Implementación e interconexión de Sistemas PBX NEC Modelo IPS estableciendo comunicación peer-to-peer.

La central telefónica de Maturín se actualiza a una PBX NEAX 2000IPS (Internet Protocol Server), y esta misma PBX es el modelo a instalar e implementar en el resto de las localidades, ya que permiten manejar la conmutación peer-to-peer, lo cual implica que las extensiones que participan en una llamada son conectadas directamente una a la otra a través de la red IP. Las señales de voz viajan a través de la red IP pero no a través de la PBX como se hace en la telefonía tradicional.

El hecho de que la NEAX 2000 IPS pueda funcionar y soportar una red híbrida con conmutación tradicional digital/analógica, conmutación IP/TDM y conmutación totalmente peer-to-peer, hace posible combinar la telefonía IP con la tradicional.

Las centrales están configuradas para soportar telefonía TDM para los enlaces E1 DDE (Discado Directo Entrante) y DDS (Discado Directo Saliente) hacia la

PSTN, extensiones digitales y extensiones analógicas. La telefonía IP que presenta ofrece los servicios de extensiones IP y el enlace CCIS sobre la red a través de troncales IP virtuales en una conmutación totalmente en IP, peer-to-peer.

Se hace necesario la incorporación de las tarjetas IPPAD, que son las encargadas de realizar la conversión de IP a TDM y viceversa, permitiendo establecer por ejemplo, la comunicación entre una extensión IP y una analógica, o una extensión analógica que se comunique con otra extensión analógica que se encuentre en otra central a través de troncales IP virtuales y usando la red de datos.

4.3.4.1.- Descripción de Equipos.

4.3.4.1.1.- NEAX 2000 IPS

La NEAX 2000 IPS es un sistema de comunicaciones basado en IP, con funciones completas que proporciona el conjunto de características amplio de la NEAX 2000 IVS2, con comunicaciones de Voz sobre IP puras peer-to-peer (VoIP - conexiones IP de igual a igual), a lo largo de Redes Corporativas de Área Local y de Área Extendida (LAN y WAN).

La NEAX 2000 IPS soporta tanto conmutación IP (conexiones IP de igual a igual), como Conmutación por División de Tiempo TDM. La conmutación IP pura se proporciona para comunicaciones entre DtermIPs y para conexiones de redes CCIS con otro NEAX 2000 IPS/2400 IPX (CCIS sobre IP). Por otro lado, la conmutación TDM se proporciona para comunicaciones entre extensiones / troncales tradicionales.

Los teléfonos IP (DtermIP) están diseñados para proporcionar una infraestructura convergente en cada escritorio, con una conexión Ethernet 100 Base T a la LAN y un hub integrado para la conexión del PC al teléfono mismo. El sistema puede proporcionar conexiones IP de igual a igual entre teléfonos DtermIP con compresión de voz, con base en CCIS (CCIS sobre IP).

La NEAX 2000 IPS también puede proporcionar interfaces de extensiones /troncales tradicionales para soportar la infraestructura basado en Conmutación por División de Tiempo (TDM) existente, tales como teléfonos analógicos, redes

analógicas y redes digitales (T1/E1, ISDN, etc.) Las tarjetas de interfase de extensión /troncal tradicionales (tarjetas LT y AP) se pueden acomodar en los Módulos de Interfase de Puerto (PIM), de la misma manera que en la NEAX 2000 IVS. En configuración máxima, el sistema puede proporcionar 512 puertos para teléfonos IP (DtermIP) y tarjetas LT tradicionales y 256 puertos para tarjetas AP tradicionales. Las comunicaciones entre las extensiones /troncales tradicionales y los teléfonos DtermIP /redes IP se hacen a través del IP PAD, que convierte los datos de voz encapsulados en IP a datos de voz TDM y viceversa. Tanto las conexiones IP de igual a igual como las conexiones con base en TDM se controlan mediante la nueva tarjeta de Procesamiento Principal (MP). La nueva tarjeta MP incorpora un Servidor de Registro de Dispositivos (DRS) integrado y un sólo punto de interfase para conexiones IP a teléfonos IP, MATWorX y Servidores OAI/ACD.

4.3.4.1.2.- Tarjetas IP PAD

Las conexiones entre los DtermIP/CCIS sobre IP y las extensiones / troncales tradicionales se hacen a través de IP PADS, que convierten los datos de voz encapsulados en IP a datos de voz TDM y viceversa.

La IP PAD permite 32 accesos simultáneos a la porción TDM del PBX extensiones TDM, MOH, conferencia, troncales externas TDM, etc., de forma que cualquier usuario puede utilizar cualquier puerto.

La codificación de voz soporta los algoritmos de compresión G.711, G.729.a (8 Kbps) y G.723.1 (5.3, 6.3 Kbps).

La IP PAD posee conexión a la LAN a 10/100 BaseT, soporta VLAN, Fax G3 (14.4 Kbps).

4.3.5.- Pruebas, Implantación y Evaluación del Sistema

Se realizó la actualización en la central telefónica de Maturín y se procedió a la configuración respectiva a fin de programar las extensiones IP, las cuales se incorporan a la central telefónica a través de licencias y no requieren de ningún tipo

de tarjetas de hardware para extensiones IP a fin de ser habilitadas en la central telefónica.

Se chequearon estas extensiones IP y se verificó el normal funcionamiento al conectarse desde cualquier punto de la red LAN de la sede de Maturín.

La instalación e implantación de las centrales en las distintas localidades se realizó en tres fases, siendo la primera la interconexión entre Maturín y Temblador, la segunda la incorporación de Caracas y finalmente la instalación e integración a la red de telefonía IP de Harvest Vincler de la sede de Tucupita.

La integración entre estas centrales es a través de troncales IP virtuales configuradas entre ellas y estableciendo una conmutación peer to peer entre las distintas extensiones IP a lo largo de la red.

Por la velocidad del enlace entre las distintas localidades se estableció el algoritmo de compresión G.729 a fin de comprimir los canales de voz, y optimizar el ancho de banda en la red.

La topología de la red es en estrella usando Frame Relay como protocolo WAN para la interconexión de las LAN en cada una de las localidades.

Se establecieron en los equipos router calidad de servicio con el objeto de establecer la prioridad de los paquetes de voz sobre los datos. La técnica de QoS aplicada fue Gestión de cola de baja latencia de encolamiento (PQ dentro de CB-WFQ).

Se ejecutaron pruebas de llamadas a través de las troncales IP establecidas entre las PBXs, en donde se verificó la calidad de la voz y el funcionamiento de las facilidades sobre el CCIS.

Se realizaron pruebas de llamadas entre teléfonos TDM (Analógicos y digitales) con teléfonos IP ubicados en distintos puntos de la red telefónica de Harvest Vincler.

Una vez realizadas las pruebas e implementada la solución, Harvest Vincler posee una red de telefonía IP privada que permite las comunicaciones de voz entre las distintas localidades utilizando la red de datos y las ventajas que ofrecen y establece el CCIS sobre IP y las comunicaciones peer-to-peer.

CAPITULO V

Desarrollo e implantación del sistema de telefonía para el Ministerio de Salud y Desarrollo Social (MSDS) e interconexión de las localidades regionales utilizando troncales IP a través de Frame Relay.

5.1.- Descripción e identificación de los Objetivos:

El proyecto del sistema de telefonía para el Ministerio de Salud y Desarrollo Social MSDS, consiste en la implantación de la plataforma de telefonía de su sede principal ubicada en Caracas y de 24 localidades regionales ubicadas en todo el país, así como la interconexión de los sistemas PBX instalados a través de la red de datos, utilizando la plataforma WAN Frame Relay.

El sistema de telefonía debe garantizar en la interconexión de las PBXs, la transparencia de facilidades y las comunicaciones entre todas las sedes.

El sistema debe proveer la implementación de la telefonía IP a través de extensiones y troncales IP

5.2.- Determinación de los requerimientos.

El proceso de formulación de los requerimientos se basó en la realización de las siguientes actividades: conocimiento de la estructura y de los planes estratégicos de la organización de telefonía, ofrecer a un determinado numero de usuarios extensiones IP e interconectar todas las localidades, de tal forma que se puedan garantizar las comunicaciones de voz a través de la red de datos

Entre los requerimientos determinados, se tienen los propios del sistema en cuanto a su administración y características, y los que corresponden a los operativos y funcionales, que tratan sobre los servicios que ellos soportan y de la forma en cómo se debe hacer:

5.2.1.- Requerimientos propios del Sistema:

- El sistema de telefonía de la sede principal debe ofrecer extensiones digitales y analógicas en TDM, así como extensiones IP a un determinado número de usuarios.
- El Sistema de telefonía de la sede principal debe realizar la interconexión a la red pública telefónica usando enlaces E1 para el discado directo entrante (DDE) y el discado directo saliente (DDS).
- El sistema de telefonía para las localidades remotas debe ofrecer extensiones digitales y analógicas TDM y la interconexión a la PSTN usando troncales analógicas.
- Se debe poder realizar la integración de la PBX de la sede principal con las 24 PBX de las localidades ubicadas en el interior del país utilizando la red de datos.
- El sistema debe poder garantizar a los usuarios de los teléfonos IP la conexión desde cualquier punto de la Red interna del MSDS y así poder disponer de la extensión.
- Se debe garantizar la disponibilidad y la calidad de servicio en la comunicación de voz.

5.2.2.- Requerimientos Funcionales y Operativos:

- Se debe poder implementar el sistema de señalización CCIS sobre IP, que permita transparencia en todas las facilidades de servicios que pueden ser habilitadas entre las distintas extensiones de la red telefónica.
- El sistema debe proporcionar algoritmos de compresión de la voz que permitan ser configurados en los casos que sean necesario para garantizar el ancho de banda cuando se requiera.
- El sistema debe suministrar alguna manera de identificar o marcar los

paquetes a fin de aplicar calidad de servicio en el enlace IP.

- El sistema debe poseer un sistema de correo de voz centralizado que suministre servicios a todos los usuarios de la red telefónica.

5.3.- Análisis de las necesidades para la implantación

- La conexión IP entre las localidades a través de la red wan Frame Relay debe estar operativa y garantizada adecuadamente.
- Se debe proveer el direccionamiento IP que va a ser utilizados por las PBX.
- Se debe establecer el plan de numeración a ser utilizado en la red telefónica.
- Conexión instalada y funcionando a la red LAN

5.4.- Diseño y Desarrollo del Sistema Propuesto.

Tomando en cuenta los planteamientos hechos en los objetivos y basados en los requerimientos realizados para este caso, se elaboró el siguiente diseño para la implementación del Sistema de Telefonía del MSDS, utilizando una Central Telefónica NEC modelo NEAX 2400 IPX ubicada en la sede Principal y Centrales Telefónicas NEAX 2000 IPS en cada una de las localidades remotas.

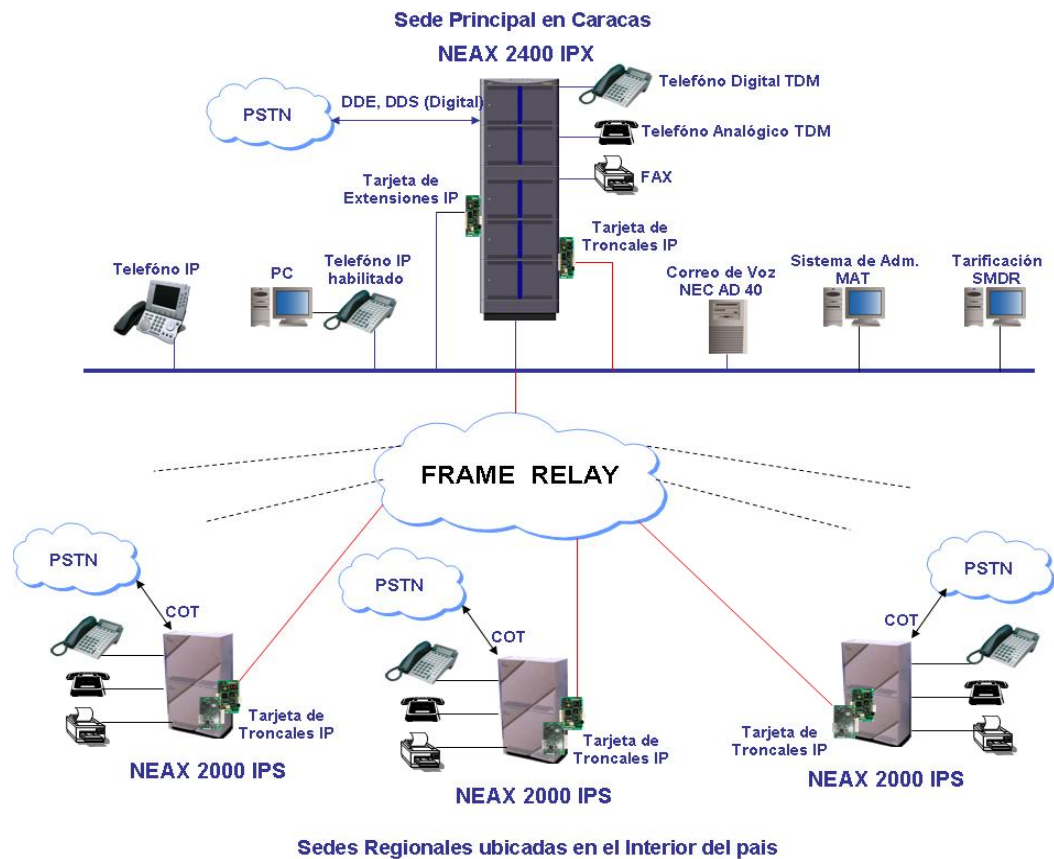


Figura 16. Diseño para la implementación del Sistema de Telefonía del MSDS,

5.4.1.- Arquitectura del Hardware NEAX 2400 IPX.

La conectividad IP en la NEAX2400 IPX está disponible a través de tarjetas de extensiones y troncales habilitadas para IP (basadas en TDM con transmisión IP) y a través de comunicaciones IP tipo Peer-to-Peer para extensiones y troncales ó una combinación de ambas tecnologías.

La IPX emplea los últimos avances en circuitos VLSI (Very Large Scale Integration) y técnicas de fabricación de componentes para crear un sistema de comunicaciones altamente confiable y servicial.

La IPX sigue el cambio introducido en la ICS, de CPUs tradicionalmente en PROM a sistemas basados en CPU con RAMs, sin embargo las tarjetas de

línea/troncal continúan usando EPROMs. Esta combinación del uso de RAM y la alta confiabilidad de las EPROMs entregan un sistema confiable, flexible y con sustanciales mejoras en el software.

La NEAX2400 IPX (R15) utiliza un microprocesador Intel Pentium III operando a 600MHz. Este CPU está equipado con 256K de caché y 256M RAM y utiliza una tarjeta de flash ROM para almacenar el programa genérico del sistema y su base de datos. El CPU, la tarjeta de red y RAM están todos en una sola caja. Este CPU permite el crecimiento desde 384 puertos hasta 6.144 con solo agregar Módulos de Interfase de Puertos (PIM) y componentes adicionales del Control Común, sin reemplazar el CPU.

La arquitectura de la NEAX2400 IPXi consta de tres grandes componentes funcionales:

- Controlador Distribuido: Está compuesto por Unidades de multiprocesamiento distribuido, memoria genérica, instrucciones de base de datos, interfase al sistema, y puertos de interfase para labores de administración y mantenimiento.
- Red de Conmutación Digital: Consta de una matriz de conmutación sin bloqueo por división en tiempo, que permite que todos los puertos sean utilizados simultáneamente.
- Interfase de Puertos: Este módulo ó PIM (Port Interfase Module) es quien provee el acceso a redes públicas y/o privadas a los dispositivos terminales, incluyendo teléfonos analógicos y digitales, terminales de datos, computadores y sub-sistemas como Correos de Voz, Redes de Conmutación de datos, redes LAN/WAN, y servicios relacionados de información y comunicación.

La NEAX2400 IPX puede ser equipada para eliminar virtualmente, la posibilidad de una interrupción del servicio por una falla del sistema de control. Su diseño modular distribuido y la calidad de los componentes fabricados, pueden ser mejorados por un arreglo de opciones de redundancia. Todos los componentes

principales del Control Común pueden ser configurados para trabajar en forma activo/reserva. Esto incluye procesadores, interfaz hombre-máquina, bus de procesamiento y matriz de conmutación. Los componentes de potencia pueden ser configurados en modo de carga compartida con fuentes de poder en cada PIM. Cuando las comunicaciones de la empresa requieren que las interrupciones del servicio se mantengan absolutamente al mínimo, la NEAX2400 IPX es una solución a estas necesidades.

5.4.2.- Arquitectura del software NEAX 2400 IPX.

Fusión de Programas RAM y ROM: La NEAX2400 IPXi incorpora la flexibilidad de memorias de acceso aleatorio (RAM) que contienen el programa genérico del sistema con la dependencia de las memorias EPROMs para todos los otros programas como microprocesadores de puertos, control y procesadores de aplicación e interfaz. Esta fusión de tecnologías de memorias divergentes da como resultado una operación altamente confiable con un alto desempeño de un procesamiento de 32-bits, a la vez que brinda una rápida recuperación en caso de pérdida de energía del sistema. Esta configuración única proporciona una mejorada eficiencia en actualizaciones del programa genérico a través del uso de Flash Memory Card y simplifica las actualizaciones de las facilidades, servicios y capacidades a lo largo de toda la vida útil del sistema.

Modularidad en Software: La NEAX2400 IPX provee paquetes de software individuales, que permiten una mayor flexibilidad a la hora de seleccionar las aplicaciones de software que más se adapten a las necesidades del cliente. Se ofrece una amplia variedad de paquetes de software para servicios y cantidades de puertos, tales como:

- Opción de Configuración para 1 PIM, 2 PIMs, 4, 8, 16, 32, 48 y 64.

- Opción de Redes (ISDN, CCIS y Fusión)
- Opción de telefonía inalámbrica.
- Opción Hotelera Básica
- Opción ACD y OAI
- Opción de extensiones IP
- Opción de Troncales IP
- Opción de extensiones IP Peer-to-Peer
- Opción ACD desde 25 hasta 1000 agentes, entre otros

5.4.3.- Arquitectura del Hardware NEAX 2400 IPS.

Potente Procesador Principal con Funcionalidades integradas: El Procesador Principal de la NEAX 2000 IPS (CPU) es el corazón de las conexiones IP y TDM. El CPU Utiliza un procesador ELAN SC520 (equivalente a un Pentium), que junto con la tecnología SOC (System On Chip) integra funciones como:

- Servidor de Registro de Dispositivos (DRS)
- Funciones de AP01 – OAI (tarjeta opcional utilizada en el sistema anterior NEAX2000 IVS2)
- Manejo de hasta 128 troncales IP y 448 Dterm IP

Adicionalmente y gracias al uso de la avanzada tecnología de LSI, el tamaño de la tarjeta de CPU es minimizado y su interfase a la red Ethernet se realiza a través de una pequeña tarjeta adjunta que evita la necesidad de utilizar puertos ó espacio adicional en el PIM. Con ésta tarjeta se establece la conexión con la Red LAN para el control del procesamiento de las llamadas de los Dterm IP, el control con el Terminal de Administración y Mantenimiento (MAT) y el servidor OAI. Y para incrementar su confiabilidad el sistema permite la dualidad del procesador.

Puertos Universales: Un PIM provee 12 ranuras ó “slots” para la instalación de tarjetas de línea/troncal (LT). También pueden ser utilizados para tarjetas de

aplicación (AP) sin limitaciones complicadas. Esto hace más simple y fácil la configuración e instalación de los sistemas.

Modularidad del Hardware: La NEAX2000 IPS continúa con el diseño modular empleando PIM con capacidad de 64 puertos. El sistema permite a los usuarios comprar solo la capacidad de troncales y extensiones que se necesitan y expandir esta capacidad sencillamente agregando módulos para acomodar la demanda adicional. El diseño modular de la NEAX2000 IPS permite crecer desde 24 hasta 512 puertos. Esta modularidad del hardware y el software resulta en una de las más seguras, flexible, y poderosas características del sistema.

Interfase de puertos flexible: La NEAX2000 IPS utiliza una arquitectura de puertos universales que tiene la flexibilidad de instalar terminales, troncales y procesadores adjuntos. Este backplane digital universal permite a la IPS maximizar espacio en los slots (ranuras) y tener costos de expansión muchos más bajos. Por otro lado se introduce el concepto de PIM virtual donde los puertos son meramente software sin necesidad de hardware, para programar teléfonos y troncales IP

5.4.4.- Arquitectura del software NEAX 2400 IPS.

Memorias de Almacenamiento: La NEAX2000 IPS incorpora la flexibilidad de memorias de acceso aleatorio (RAM) para memoria de datos de oficina y Flash ROM la cual contiene el sistema operativo. Esta fusión de tecnologías de memorias divergentes resulta en un alto desempeño para el procesamiento de 32 bits. Esta configuración única proporciona eficiencia para la carga del programa genérico por floppy disk y simplifica la actualización para facilidades del sistema y capacidades a través de la vida útil.

5.5.- Pruebas, Implantación y Evaluación del Sistema

Se realizó la instalación y configuración de la central telefónica de la Sede principal NEAX 2400 IPX.

Se instaló en la central telefónica NEAX 2400 IPX de la sede principal en Caracas la tarjeta de extensiones IP y se verificó el funcionamiento de estas extensiones al conectarse desde cualquier punto dentro de la red LAN del MSDS.

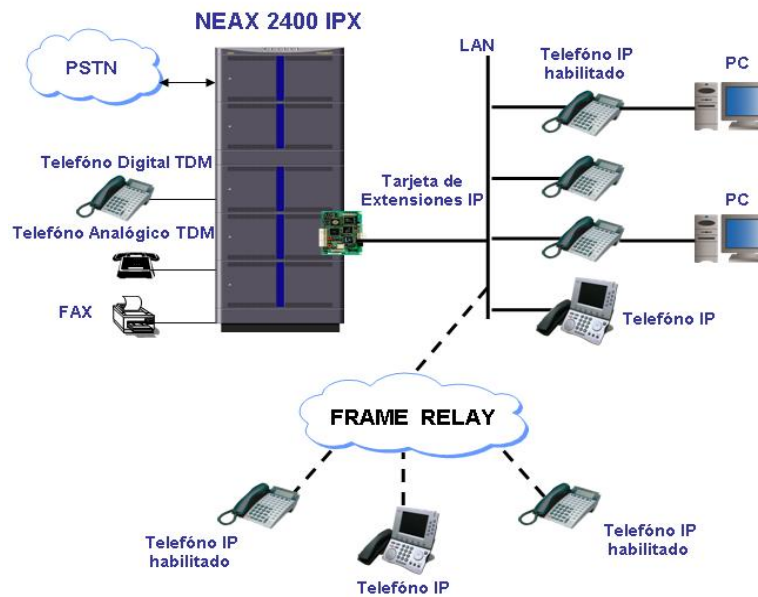


Figura 17. Diagrama de conexión de extensiones IP en la sede principal del MSDS.

Las pruebas en las comunicaciones de las extensiones IP consistían en:

1. Realizar la conexión de los teléfonos IP a los puntos de Red.
2. Verificar la conexión de los teléfonos IP a la PBX.
3. Chequear que sean desplegados en pantallas los parámetros correspondientes a las extensiones configuradas.
4. Desde un teléfono IP se verificó el tono de la extensión y se realizaron pruebas que consistían en:

- a. Realizar llamadas a teléfonos analógicas TDM, teléfonos digitales TDM y teléfonos IP de la PBX.
 - b. Verificar la calidad de la Voz
 - c. Recibir llamadas desde teléfonos analógicos, digitales e IP de la PBX.
 - d. Verificar la calidad de la Voz.
 - e. Realizar llamadas salientes a la PSTN.
 - f. Verificar el funcionamiento de las facilidades de servicios.
5. Se realizaron pruebas chequeando los distintos algoritmos de compresión de voz configurables para las extensiones IP. Debido a que todas las pruebas resultaron satisfactorias y ya que los teléfonos IP van a estar ubicados dentro de la RED LAN del MSDS para la sede principal en Caracas, el algoritmo de compresión seleccionado es el G.711, ya que no se requiere comprimir la voz, puesto que el ancho de banda es adecuado para garantizar las comunicaciones de Voz.

Una vez instalada la central telefónica de la sede principal del MSDS en Caracas, se instalaron dos tarjetas de troncales IP modelo PA-16IPTB equipadas con sub-tarjetas PZ-8VCTB en la NEAX2400 IPX, haciendo un total de 48 troncales IP las cuales están distribuidas para la integración con las PBXs de las localidades regionales.

A fin de realizar pruebas de las troncales IP, se instaló una central NEAX 2000 IPS dentro de la Red LAN del MSDS con el objeto de simular una de las localidades regionales. Esta central está equipada con una capacidad de 4 troncales IP (1 tarjeta SPN-IPTB y 1 tarjetas SPN-VCTI). Se realizó la configuración a fin de verificar el funcionamiento de los troncales IP y las facilidades por medio del CCIS habilitadas entre la Neax 2400 IPX y la Central NEAX 2000 IPS. Se hicieron llamadas de pruebas desde las extensiones de cada una de las centrales a través de la interconexión IP.

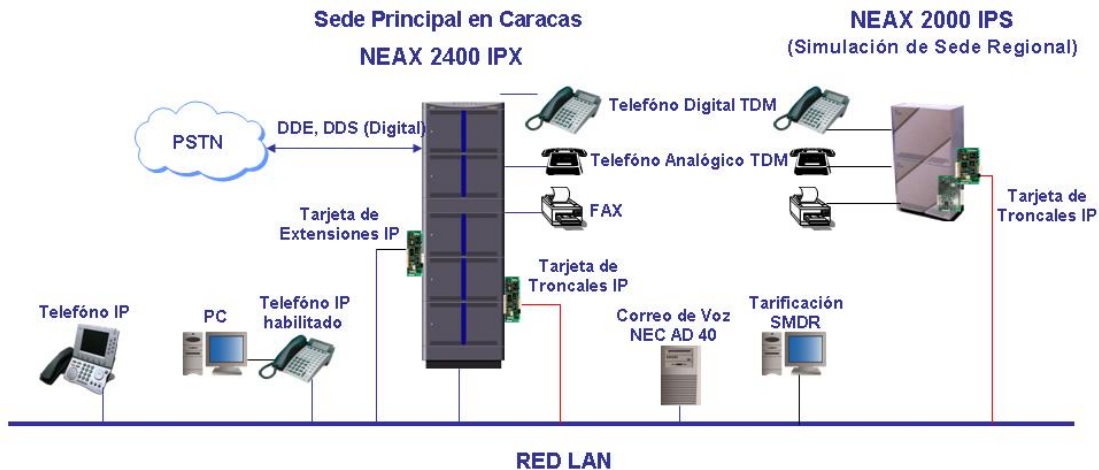


Figura 18. Diagrama de interconexión de troncales IP de prueba en la sede principal del MSDS.

La instalación e implantación de las centrales en las distintas localidades se realizó en fases, siendo la primera interconexión la localidad ubicada en el Estado. Sucre con la sede principal en Caracas.

La topología de la red WAN es en estrella usando Frame Relay como protocolo para la interconexión de cada una de las localidades. Por la velocidad del enlace entre las distintas sedes se estableció el algoritmo de compresión G.729 a fin de comprimir los canales de voz, y optimizar el ancho de banda en la red.

Se establecieron en los equipos router calidad de servicio con el objeto de establecer la prioridad de los paquetes de voz sobre los datos. La técnica aplicada es Gestión de colas con baja latencia de encolamiento (PQ dentro de CB-WFQ) de tal forma de garantizar una prioridad absoluta de la voz sobre cualquier otro tráfico.

Se ejecutaron pruebas de llamadas a través de las troncales IP establecidas entre las PBXs, en donde se verificó la calidad de la voz y el funcionamiento de las facilidades sobre el CCIS.

Igualmente se realizaron pruebas de llamadas entre teléfonos TDM (analógicos y digitales) con teléfonos IP ubicados en distintos puntos de la red telefónica.

La implementación de las sedes restantes se realiza por fases una vez satisfechas las necesidades para la implantación y el acondicionamiento en cada una de las sedes.

Realizadas las pruebas e implementada la solución total, el MSDS contará con una red de telefonía IP privada que permitirá las comunicaciones de voz entre las distintas localidades utilizando la red de datos y las ventajas que ofrecen el CCIS sobre IP.

Basándose en el concepto NEON de NEC de migración sin obsolescencia se podrá ir incorporando nuevas soluciones e implementaciones de la telefonía IP sobre el sistema de telefonía instalado en el MSDS.

CONCLUSIONES

La telefonía sobre IP (ToIP) es un tema de actualidad. El uso de las redes IP como una nueva alternativa de transporte para las comunicaciones de voz ha hecho necesario que los sistemas telefónicos hayan ido evolucionando y adaptando esta tecnología para crear una nueva línea de sistemas PBX para telefonía IP, de tal forma de ofrecer a los usuarios los beneficios y ventajas que se pueden obtener de la incorporación de esta nueva tecnología a su plataforma de comunicaciones.

La tendencia actual indica que la conmutación de paquetes basada en IP suplantará totalmente a la tecnología de conmutación de circuitos como el medio primario de transporte y conexión de llamadas en las comunicaciones de voz, lo cual hará que la telefonía IP se establezca por completo y la telefonía tradicional TDM desaparezca. Pero todo este proceso hacia el cambio se realizará gradualmente y poco a poco, en la medida en que los clientes experimenten los beneficios y ventajas de la telefonía IP y se consolide la confiabilidad, robustez y soporte de los sistemas de comunicaciones de ToIP.

En la implementación de Sistemas PBX para ofrecer una solución de telefonía IP, se hace importante considerar distintos aspectos los cuales deben ser sometidos a varios criterios de evaluación en base a las prioridades y requerimientos de cada empresa en particular a fin de satisfacer la necesidades planteadas por el cliente, como por ejemplo implementación de extensiones IP para todos o un determinado número de usuarios ó la interconexión de los sistemas PBX a través de troncales IP.

A la par de la implementación de los sistemas PBX para telefonía IP, es importante conocer las distintas soluciones de QoS a fin poder establecer en los casos que sean necesarios las políticas adecuadas con la intención de garantizar el

tratamiento especial de los paquetes de voz sobre los datos, para así mantener una calidad de voz que satisfaga los requerimientos establecidos por el cliente.

Se ha podido evidenciar como ha ido evolucionando y adaptando la telefonía IP, mediante la descripción, evaluación e implementación de los Sistemas PBX NEC para telefonía IP en los requerimientos de distintas empresas, desde las primeras soluciones que implicaban la conexión de enrutadores IP (Dterm Gateway IP), Implementación de troncales IP para la interconexión de PBX, habilitación de extensiones IP, hasta los Sistemas PBX que permiten una conexión peer-to-peer en las comunicaciones de voz.

La evolución de los sistemas PBX continúa, los últimos equipos desarrollados por los grandes fabricantes de sistemas PBX para satisfacer las comunicaciones de voz sobre IP se asemejan más a un equipo de comunicaciones de datos parecido a un router, los cuales son descritos y llamados *Servidores de Voz para telefonía IP*.

BIBLIOGRAFÍA

- David McDysan, **QoS and Traffic Management in IP & ATM Networks**, McGraw-Hill Book Company, 1999.
- Kevin Brown, **IP Telephony** Cisco Press Davison Jonathan & Peters James, “Fundamentos de Voz sobre IP” Cisco Press
- Daniel Collins, **Carrier Grade Voice Over IP** McGraw-Hill, September 2000, 496 pages.
- John C. Bellamy, **Digital Telephony** Wiley, March 2000, 643 pages.
- Regis J. 'Bud' Bates, Donald W. Gregory, **Voice and Data Communications Handbook** McGraw-Hill, August 2001, 1032 pages.
- Jonathan Davidson, et al, **Voice over IP Fundamentals** Cisco Press, March 2000, 373 pages.
- Bill Douskalis, **IP Telephony - The Integration of Robust VoIP Services** Prentice Hall, December 1999, 331 pages.

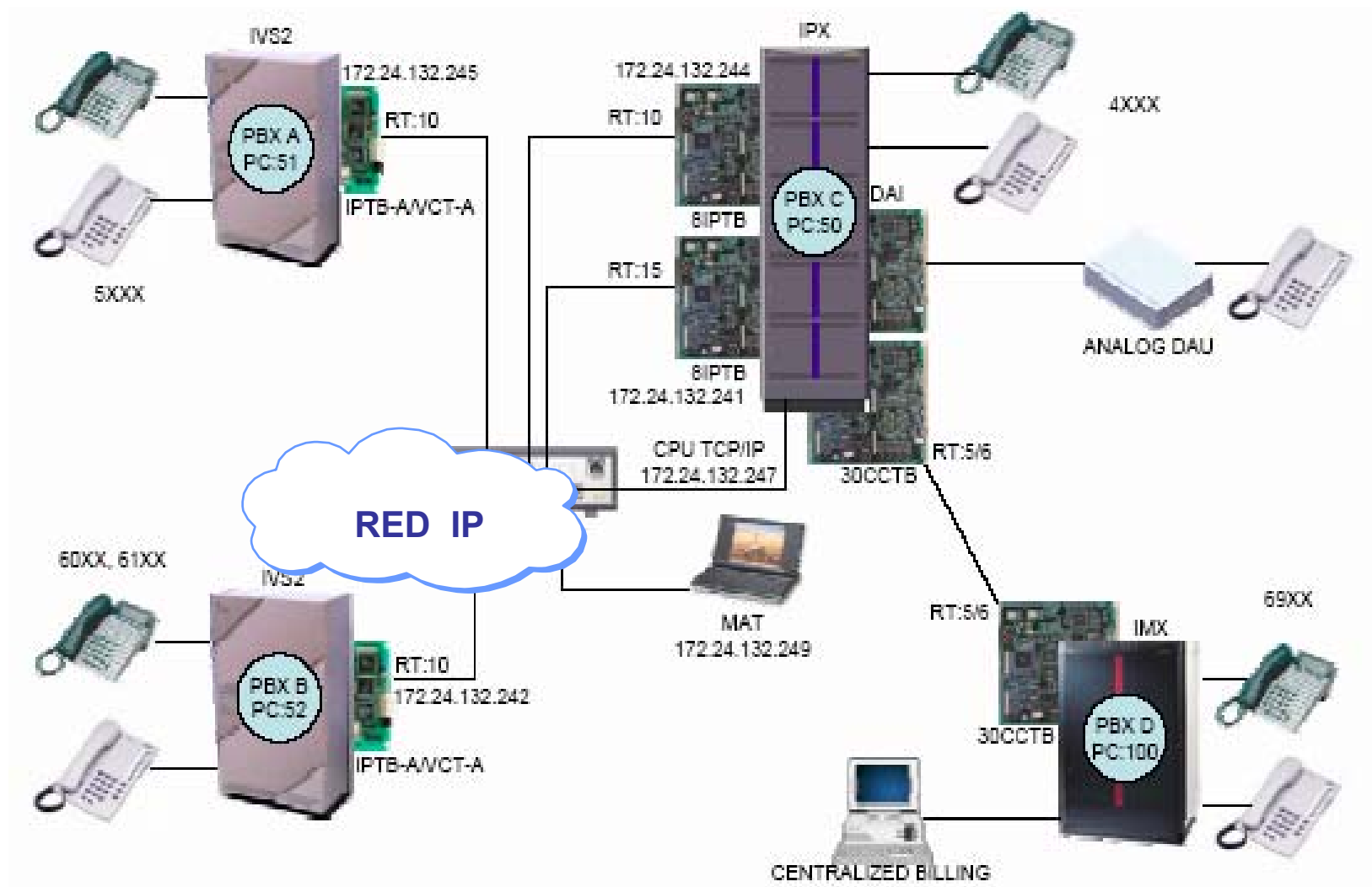
- Olivier Hersent, David Gurle, Jean-Pierre Petit, **IP Telephony: Packet-Based Multimedia Communications Systems**. Addison-Wesley, December 1999, 456 pages.
- Igor Faynberg, Lawrence Gabuzda, Hui-Lan Lu, "**Converged Networks and Services: Internetworking IP and the PSTN**" Wiley, July 2000, 368 pages.
- Mark A. Miller, "**Voice Over IP: Strategies for the Converged Network**," Hungry Minds, Inc, February 2000, 296 pages.
- Walter J. Goralski, Matthew C. Kolon, "**IP Telephony**," McGraw-Hill, September 1999, 416 pages.

FUENTES ELECTRONICAS

- <http://www.cisco.com>
- <http://www.necunied.com>
- <http://www.lasc.nec.com>

ANEXOS

Anexo A. Ejemplo de Configuración de Troncales IP



PBX C (IPX) CCIS PROGRAMMING

ASYD

SYS: 1 INDEX: 4, BIT: 4 = 1
 INDEX: 180, 181 = 32, 00
 INDEX: 182, 183 = 64, 00 (PBX-D is Centralized Billing Office)
 INDEX: 184, 185 = 00, 00 (PBX-C is Centralized Alarm Office)
 INDEX: 186 = 63
 INDEX: 189 = 50

ASYDL

SYS: 1 INDEX: 513 = 01
 INDEX: 1023 = 04

ARTD

Route: 10, 15 (IPTRK)

CDN	Data	CDN	Data	CDN	Data
001 OSGS	0	007 L/T	1	050 DPLY	1
002 ONSG	2	008 RLP	2	059 CCH	1
003 ISGS	0	015 LSG	12	060 TC/EC	1
004 INSG	2	028 ANS	1	098 CI	1
005 TF	3	030 PAD	4	112 IND	1
006 TCL	4	043 BT	1		

NOTE: assign CDN 59 (CCH) only for multiple IPTRK cards in the same system.

Route: 5 (CCTB - Voice)

CDN	Data	CDN	Data	CDN	Data
001 OSGS	0	007 L/T	1	050 DPLY	1
002 ONSG	2	008 RLP	2	059 CCH	0
003 ISGS	0	015 LSG	12	060 TC/EC	0
004 INSG	2	028 ANS	1	098 CI	1
005 TF	3	030 PAD	7	112 IND	1
006 TCL	4	043 BT	1		

Route: 6 (CCTB - Signaling)

CDN	Data	CDN	Data	CDN	Data
001 OSGS	0	007 L/T	1	050 DPLY	0
002 ONSG	2	008 RLP	2	059 CCH	0
003 ISGS	0	015 LSG	13	060 TC/EC	0
004 INSG	2	028 ANS	0	098 CI	0
005 TF	0	030 PAD	7	112 IND	0
006 TCL	4	043 BT	0		

Route: 63 (Dummy)

CDN	Data	CDN	Data	CDN	Data
006 TCL	4	007 L/T	1	013 AC	1

ARTI

Routes 10, 15

CDN	Data
051 IPTRK	1

ATRK

RT	TK	LENs
10	1	003120
10	2	003121
10	3	003122
10	4	003123
10	5	003124
10	6	003125
10	7	003126
10	8	003127
15	1	002120
15	2	002121
15	3	002122
15	4	002123
15	5	002124
15	6	002125
15	7	002126
15	8	002127
5	1	002201
5	2	002202
5	3	002203
5	4	002204
5	5	002205
5	6	002206
5	7	002207
5	8	002210
5	9	002211
5	10	002212
5	11	002213
5	12	002214
5	13	002215
5	14	002216
5	15	002217
6	1	002220
6	2	002200

NOTE: Number of trunks of each route is an example.

MBRT or MBTC

Routes: 10, 15, 5

ARSC

Routes: 10, 15, 5

ADPC

Route	Determinate Point Code
10	50
15	50
5	100

NOTE: assign IPTRK routes to the own Point Code of the PBX.

ACSC

CSC Group	CCH LENS for:							
	CIC Grp 0	CIC Grp 1	CIC Grp 2	CIC Grp 3	CIC Grp 4	CIC Grp 5	CIC Grp 6	CIC Grp 7
130	00312	00312	00312	00312	00312	00312	00312	00312
131	00212	00212	00212	00212	00212	00212	00212	00212
132	00220	00220	00220	00220	00220	00220	00220	00220
133	00220	00220	00220	00220	00220	00220	00220	00220

NOTE: CSC Group 131 points to the alternate IPTRK.

ACIC1

PC	CSCG
50	130
51	130
52	130
100	132

NOTE: assign all point code nodes in IPTRK CCIS Network to the same CSCG.

ACIC2

DPC	CIC	LENS
50	1	003120
50	2	003121
50	3	003122
50	4	003123
50	5	003124
50	6	003125
50	7	003126
50	8	003127
50	9	002120
50	10	002121
50	11	002122
50	12	002123
50	13	002124
50	14	002125
50	15	002126
50	16	002127
100	1	002201
100	2	002202
100	3	002203
100	4	002204
100	5	002205
100	6	002206
100	7	002207
100	8	002210
100	9	002211
100	10	002212
100	11	002213
100	12	002214
100	13	002215
100	14	002216
100	15	002217

NOTE: Number of trunks of each route is an example.

ANPD

Tenant	1stDC	NND	Normal Busy Lamp Field	NND	Hooking Busy Lamp Field	NND	Busy Busy Lamp Field
1	4	4	In Service	4	In Service	-	-
	5	1	Out of Service	1	Out of Service	-	-
	6	2	Out of Service	2	Out of Service	-	-
	9	1	Out of Service	1	Out of Service	-	-

NOTE: 1stDC: 9 used for CO access

ASPA

TN	ACC	CI	SRV
1	4	N	STN
1	4	H	STN
1	5	N	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	5	H	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	60	N	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	60	H	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	61	N	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	61	H	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	69	N	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	69	H	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	9	N	LCR, RT: 63, 2ndDT: 1, AH: 0, SUB: 0
1	9	H	LCR, RT: 63, 2ndDT: 1, AH: 0, SUB: 0

AMND

Tenant	DC	MND	TOLL	AN	RATE	A/D
1	5	4	0	0	0	0
1	6	4	0	0	0	0
1	9	16	0	0	0	0

AFRS

TN	RT	NPC	OPR
1	63	69	1 (to PBX-D)

AOPR

OPR	RA Order	RA End	Route	SKIP	PNL	OVFT	PRSC
1	0	0	5	0	0	0	0

AFRSL

TN	RT	NPC	OPR
1	63	5	0 (to PBX-A)
1	63	60	1 (to PBX-B)
1	63	61	1 (to PBX-B)

NOTE: OPR numbers in AFRS and AFRSL are independent (may be repeated).

AOPRL

OPR	RA Order	RA End	Logical Route	SKIP	PNL	OVFT	PRSC	IP_TRKPC
0	0	1	10	0	0	0	0	1 51
0	1	0	15	0	0	0	0	1 51
1	0	1	10	0	0	0	0	1 52
1	1	0	15	0	0	0	0	1 52

ARNP

Route	Access Code
5	9
10	9
15	9

AGIP

LENS: 00312
KIND: IPTRK (CCIS)
IPTK_IP: 172.24.132.244 ToS_CONTROL: IP Precedence ARP: DIX
DG_IP: 172.24 .132.1 QoS1: 6 QoS2: 6 NETID: 0
NETMSK: 255 .255.255.0 CSLINK_NUM: 8 lines (select appropriate value)
MULT: Point to Multipoint
IRT 1: 10
PKTLOSS: 0 JIT_MAX: 0 JIT_MIN: 0 MNGS: 0
JIT_COUNT: 0 BASE_COUNT: 0 JIT_FAST: 0 TIME_FAST: 0

LENS: 00212
KIND: IPTRK (CCIS)
IPTK_IP: 172.24.132.241 ToS_CONTROL: IP Precedence ARP: DIX
DG_IP: 172.24 .132.1 QoS1: 6 QoS2: 6 NETID: 0
NETMSK: 255 .255.255.0 CSLINK_NUM: 8 lines (select appropriate value)
MULT: Point to Multipoint
IRT 1: 15
PKTLOSS: 0 JIT_MAX: 0 JIT_MIN: 0 MNGS: 0
JIT_COUNT: 0 BASE_COUNT: 0 JIT_FAST: 0 TIME_FAST: 0

NOTE: use default timer values.

APIPL

PC: 51
MODE: Permanent Virtual Connection TIMER: 0
IP ADDRESS: 172.24.132.245

PC: 52
MODE: Permanent Virtual Connection TIMER: 0
IP ADDRESS: 172.24.132.242

APAD

No Data shall be assigned for the IPTRK routes.

PBX D (IMX)

ASYD

SYS: 1
INDEX: 4, BIT: 4 = 1
INDEX: 180, 181 = 64, 00
INDEX: 182, 183 = 00, 00 (PBX-D is Centralized Billing Office)
INDEX: 184, 185 = 32, 00 (PBX-C is Centralized Alarm Office)
INDEX: 186 = 63
INDEX: 189 = 50

ARTD

Route: 5 (CCTB - Voice)

CDN	Data	CDN	Data	CDN	Data
001 OSGS	0	007 L/T	1	050 DPLY	1
002 ONSG	2	008 RLP	2	059 CCH	0
003 ISGS	0	015 LSG	12	060 TC/EC	0
004 INSG	2	028 ANS	1	098 CI	1
005 TF	3	030 PAD	7	112 IND	1
006 TCL	4	043 BT	1		

Route: 6 (CCTB - Signaling)

CDN	Data	CDN	Data	CDN	Data
001 OSGS	0	007 L/T	1	050 DPLY	0
002 ONSG	2	008 RLP	2	059 CCH	0
003 ISGS	0	015 LSG	13	060 TC/EC	0
004 INSG	2	028 ANS	0	098 CI	0
005 TF	0	030 PAD	7	112 IND	0
006 TCL	4	043 BT	0		

Route: 63 (Dummy)

CDN	Data	CDN	Data	CDN	Data
006 TCL	4	007 L/T	1	013 AC	1

ATRK

MBRT or MBTC

Routes: 10, 15, 5

ARSC

Routes: 10, 15, 5

ADPC

Route	Determinate Point Code
5	50

ATRK

RT	TK	LENs
5	1	000201
5	2	000202
5	3	000203
5	4	000204
5	5	000205
5	6	000206
5	7	000207
5	8	000210
5	9	000211
5	10	000212
5	11	000213
5	12	000214
5	13	000215
5	14	000216
5	15	000217
6	1	000220
6	2	000200

NOTE: Number of trunks of each route is an example.

MBRT or MBTC

Routes: 5

ARSC

Routes: 5

ADPC

Route

5

Determinate Point Code

50

ACSC

CSC Group	CCH LENS for:							
	CIC Grp 0	CIC Grp 1	CIC Grp 2	CIC Grp 3	CIC Grp 4	CIC Grp 5	CIC Grp 6	CIC Grp 7
130	00020	00020	00020	00020	00020	00020	00020	00020
130	00020	00020	00020	00020	00020	00020	00020	00020

NOTE: CSC Group 131 points to the alternate IPTRK.

ACIC1

PC

50

51

52

CSCG

130

130

130

ACIC2

DPC	CIC	LENS
50	1	000201
50	2	000202
50	3	000203
50	4	000204
50	5	000205
50	6	000206
50	7	000207
50	8	000210
50	9	000211
50	10	000212
50	11	000213
50	12	000214
50	13	000215
50	14	000216
50	15	000217

NOTE: Number of trunks of each route is an example.

ANPD

Tenant	1stDC	NND	Normal Busy Lamp Field	NND	Hooking Busy Lamp Field	NND	Busy Busy Lamp Field
1	4	1	Out of Service	1	Out of Service	-	-
	5	1	Out of Service	1	Out of Service	-	-
	6	2	In Service	2	In Service	-	-
	9	1	Out of Service	1	Out of Service	-	-

NOTE: 1stDC: 9 used for CO access

ASPA

TN	ACC	CI	SRV
1	4	N	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	4	H	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	5	N	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	5	H	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	60	N	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	60	H	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	61	N	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	61	H	LCR, RT: 63, 2ndDT: 0, AH: 0, SUB: 0
1	69	N	STN, NND: 4
1	69	H	STN, NND: 4
1	9	N	LCR, RT: 63, 2ndDT: 1, AH: 0, SUB: 0
1	9	H	LCR, RT: 63, 2ndDT: 1, AH: 0, SUB: 0

AMND

Tenant	DC	MND	TOLL	AN	RATE	A/D
1	4	4	0	0	0	0
1	5	4	0	0	0	0
1	6	4	0	0	0	0
1	9	16	0	0	0	0

AFRS

TN	RT	NPC	OPR	
1	63	4	1	(to PBX-C)
1	63	5	1	(to PBX-A)
1	63	60	1	(to PBX-B)
1	63	61	1	(to PBX-B)

AOPR

OPR	RA Order	RA End	Route	SKIP	PNL	OVFT	PRSC
1	0	0	5	0	0	0	0

ARNP

Route	Access Code
5	9

PBX A/B (IVS2) CCIS PROGRAMMING

CM05

Y: 0 04: 38

(IPTRK)

CM06

YY: 07 0: 04

(CCIS Channel #0)

CM08

028: 0

(CO to CO Transfer)

253: 0

(Ring Transfer)

255: 1

(Name Display)

368: 1

(Not Centralized Billing Office)

372: 0

(Alternate Routing)

373: 0

(CF Station Info)

378: 0

(Centralized Billing for Local Office)

379: 0

(Max # of Dialed Digits)

800: 0

(Built-In SMDR)

801: 1

(Do not Send Office Number)

CM10

052: D001

(Trunk Assignment)

053: D002

(VCT)

054: D003

055: D004

763: D255

(Dummy Trunk)

NOTE: VCT is mounted in LT10 of PIM0.

CM30

YY: 00 001: 10

(Route #10)

002: 10

003: 10

004: 10

YY: 01 001: 01

(Tenant #1)

002: 01

003: 01

004: 01

YY: 35 001: 001

(CIC Assignment)

002: 002

003: 003

004: 004

YY: 44 001: 01

(VCT Assignment)

002: 02

003: 03

004: 04

CM35

YY: 00 10: 04
YY: 04 10: 2
YY: 05 10: 1
YY: 14 10: 0
YY: 19 10: 7
YY: 09 10: 03
YY: 20 10: 00
YY: 90 10: 0
YY: 91 10: 0
YY: 134 10: 06
YY: 161 10: NONE
YY: 163 10: 1
YY: 186 10: 0

(Route Data)

(TIE Line)
(Answer Signal)
(Release Signal)
(Do not Bill to SMDR)
(Standard PAD values)
(CCIS Link Reconnect)
(CCIS Link Reconnect)
(Route CCIS)
(CCIS #0)
(IP Precedence for Voice)
(DiffServ not used)
(Echo Cancellor ON)
(R4.1 Alternate IP Routing)

CM36

Y: 0 1010: 0

(Allow tandem)

CMA7

YY: 00 0: 255
YY: 01 0: 00051 (PBX-A) or 00052 (PBX-B)
YY: 02 0: NONE (CCC)
YY: 03 0: 0
YY: 04 0: 00100
YY: 06 0: NONE (CCC)
YY: 10 0: 15
YY: 26 0: 0
YY: 28 0: 0
YY: 40 0: 172024132245 (PBX-A) or 172024132242 (PBX-B)
YY: 41 0: 255255255000
YY: 42 0: 172024132001
YY: 44 0: 06
YY: 45 0: NONE
YY: 46 0: 0
YY: 50 0: NONE
YY: 52 0: NONE
YY: 53 0: NONE
YY: 54 0: NONE
YY: 55 0: NONE
YY: 56 0: NONE
YY: 57 0: NONE
YY: 58 0: NONE
YY: 59 0: NONE
YY: 60 0: 7
YY: 61 0: 7
YY: 62 0: 3

(Signaling Trunk)
(Point Code)
(not used in P-MP)
(send SMDR to Centralized Billing)
(PBX-D is Centralized Billing Office)
(Closed Numbering Plan)
(ABM/UBM timer)
(Name Display CCIS)
(Transferring Party Information)
(IP Mask)
(IP Gateway)
(IP Precedence for Signaling)
(Release Timer for P-MP)
(Point-to-Multipoint)
(DiffServ not used)
(Jitter Buffer Settings – default)

A8

00050: 0
00051: 0
00052: 0
00100: 0

(Destination Point Codes)

PBX A (IVS2) NUMBERING PLAN PROGRAMMING

CM20

Y: 0	4: A129	(to PBX-C)
	5: 804	(PBX-A stations)
	60: A129	(to PBX-B)
	61: A129	(to PBX-B)
	69: A129	(to PBX-D)

CM8A

YYYY: A000	3: 4007	(Table #7)
YYYY: 4007	4: 0000	(to PBX-C)
	60: 0001	(to PBX-B)
	61: 0001	(to PBX-B)
	69: 0000	(to PBX-D through PBX-C)
YYYY: 0000	1: 00010	(to PBX-C IPTRK #1)
	2: 00110	(to PBX-C IPTRK #2)
YYYY: 0001	1: 00210	(to PBX-B IPTRK)
YYYY: 5000	000: 15	(to PBX-C IPTRK #1)
	153: NONE (CCC)	
	100: NONE (CCC)	
	167: 000	
	168: 00050	
	169: NONE (CCC)	
	170: NONE (CCC)	
	171: NONE (CCC)	
YYYY: 5001	000: 15	(to PBX-C IPTRK #2)
	153: NONE (CCC)	
	100: NONE (CCC)	
	167: 001	
	168: 00050	
	169: NONE (CCC)	
	170: NONE (CCC)	
	171: NONE (CCC)	
YYYY: 5002	000: 15	(to PBX-B IPTRK)
	153: NONE (CCC)	
	100: NONE (CCC)	
	167: 002	
	168: 00052	
	169: NONE (CCC)	
	170: NONE (CCC)	
	171: NONE (CCC)	

CM5B

YY: 01	00000: 172024132244	(PBX-C IPTRK #1)
	00100: 172024132241	(PBX-C IPTRK #2)
	00200: 172024132242	(PBX-B IPTRK)

CM85

Y: 7	4: 04	(Digit Length)
	5: 04	
	6: 04	

PBX B (IVS2) NUMBERING PLAN PROGRAMMING

CM20

Y: 0	4: A129	(to PBX-C)
	5: A129	(to PBX-A)
	60: 804	(PBX-B stations)
	61: 804	(PBX-B stations)
	69: A129	(to PBX-D)

CM8A

YYYY: A000	3: 4007	(Table #7)
YYYY: 4007	4: 0000	(to PBX-C)
	5: 0001	(to PBX-A)
	69: 0000	(to PBX-D through PBX-C)
YYYY: 0000	1: 00010	(to PBX-C IPTRK #1)
	2: 00110	(to PBX-C IPTRK #2)
YYYY: 0001	1: 00210	(to PBX-A IPTRK)
YYYY: 5000	000: 15	(to PBX-C IPTRK #1)
	153: NONE (CCC)	
	100: NONE (CCC)	
	167: 000	
	168: 00050	
	169: NONE (CCC)	
	170: NONE (CCC)	
	171: NONE (CCC)	
YYYY: 5001	000: 15	(to PBX-C IPTRK #2)
	153: NONE (CCC)	
	100: NONE (CCC)	
	167: 001	
	168: 00050	
	169: NONE (CCC)	
	170: NONE (CCC)	
	171: NONE (CCC)	
YYYY: 5002	000: 15	(to PBX-A IPTRK)
	153: NONE (CCC)	
	100: NONE (CCC)	
	167: 002	
	168: 00051	
	169: NONE (CCC)	
	170: NONE (CCC)	
	171: NONE (CCC)	

CM5B

YY: 01	00000: 172024132244	(PBX-C IPTRK #1)
	00100: 172024132241	(PBX-C IPTRK #2)
	00200: 172024132245	(PBX-A IPTRK)

CM85

Y: 7	4: 04	(Digit Length)
	5: 04	
	6: 04	

SWITCH SETTINGS

PA-8IPTB

SW10	1	OFF
	2	OFF
	3	OFF
	4	OFF
	5	OFF
	6	ON
	7	OFF
	8	OFF

SW20	1	OFF
	2	OFF
	3	OFF
	4	OFF
	5	OFF
	6	OFF
	7	OFF
	8	OFF

SW30	1	ON
	2	OFF
	3	OFF
	4	OFF
	5	OFF
	6	OFF
	7	OFF
	8	OFF

SW40	1	OFF
	2	OFF
	3	OFF
	4	OFF
	5	ON
	6	OFF
	7	OFF
	8	OFF

SW50	1	OFF
	2	OFF
	3	OFF
	4	OFF
	5	OFF
	6	OFF
	7	OFF
	8	OFF

SW60	1	OFF
	2	OFF
	3	OFF
	4	OFF
	5	OFF
	6	OFF
	7	OFF
	8	OFF

MODE: 0

PN-IPTB

SW1	1	ON
	2	ON
	3	ON
	4	ON

SW2	1	OFF
	2	OFF
	3	OFF
	4	OFF
	5	OFF
	6	ON
	7	OFF
	8	ON

MODE: 0