



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

**“CONVERGENCIA DE LA RED DE VOZ Y DATOS EN LA
UNAM”**

**TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
(ELÉCTRICO ELECTRÓNICO)**

P R E S E N T A

CÁRDENAS SÁNCHEZ SALVADOR

DIRECTOR DE TESIS:

ING. JUAN GASTALDI PÉREZ

SAN JUAN DE ARAGÓN ESTADO DE MÉXICO

2007





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradezco en primera instancia a mis padres **Ana Rosa Sánchez** y **Salvador Cárdenas**, que sin su apoyo en la escuela posiblemente no estaría redactado este párrafo, por todo el sacrificio que realizaron al darme las facilidades de estudiar a ellos dedico estas líneas.

A mi esposa **Lorena Martínez** y mi hijo **Rodrigo Cárdenas**, que me han motivado a seguir con mis logros profesionales y han dado alegría a mi vida.

A mis hermanos **Félix** y **Manuel** que vivimos juntos grandes momentos de niños y ahora somos adultos responsables a ellos le agradezco lo que aprendí de cada uno además quiero que sepan que aunque no nos frecuentamos son muy importantes en mi vida.

A todos mis maestros que han logrado formar en mí una persona profesional, a la **UNAM** y a la **FES Aragón**. En especial al **Ing. Juan Gastaldi Pérez** en general todos los que por pequeña que sea su participación me han permitido llegar a terminar mi licenciatura.

“CONVERGENCIA DE LA RED DE VOZ Y DATOS EN LA UNAM”

Introducción	i
1. Antecedentes de redes de voz y datos en la UNAM.	3
1.1. Antecedentes redes de voz y datos	3
1.2. Telefonía IP	4
1.3. H323	4
1.3.1. Componentes de H323	5
1.3.2. Plataformas	6
1.4. SIP	7
1.4.1. Arquitectura de red SIP	7
1.4.2. Servicios de SIP	8
1.4.3. Componentes de una red SIP	8
2. Descripción de la red de Voz y datos de la UNAM	10
2.1. Propósito	10
2.2. Alcance	10
2.3. Necesidades.	10
2.4. Topología de la red de voz	11
2.5. Descripción de familias y modelos de PBXs.	12
2.6. Capacidad operando (troncales y extensiones digitales y analógicas)	12
2.7. Promedio de tráfico semanal por rutas internas y externas	14
2.8. Topología de la red de datos	16
2.9. Descripción de familias y modelos de switches	16
2.10. Capacidad operando e instalada en core y distribución	18
2.11. Promedio de tráfico semanal por switch/puerto	18
3. Requerimientos de servicios de voz en la UNAM	20
3.1. Actualización de la red de voz con soporte de telefonía IP y TDM	20
3.2. Integración de voz, datos y video bajo protocolo ruteable IP	20
3.3. Disminución de PBX.	20
3.4. Administración centralizada y tarifación en tiempo real	20
3.5. Escalabilidad y tiempo de vida útil	21
3.6. Mensajería Unificada	21
3.7. Portabilidad de números y facilidades	21
3.8. Migración en fases	21
3.9. Reutilización de los aparatos telefónicos y PBX	21
3.10. Reutilización de cableado de cobre	22

4. Información Requerida para la convergencia	23
4.1. Descripción de equipos	23
4.2. Administración	25
4.3. Servicios	26
4.4. Implementación	27
4.5. Perfil de la empresa	28
4.6. Costos	28
5. Requerimientos de datos para implementar una red telefónica IP	29
5.1. Instalación Eléctrica	29
5.2. Cableado Estructurado	30
5.3. Arquitectura de la Red	31
5.4. Calidad de Servicio	32
5.5. Diferencias entre QoS y CoS	33
5.6. Parámetros de desempeño de la red	34
5.7. Selección del codificador	38
5.8. Requerimientos en una red WAN	38
6. Maquetas de pruebas para compatibilidad de Conmutadores TDM e IP	43
6.1. Maqueta 1 Facilidades y funciones de equipo (TDM e IP)	45
6.2. Maqueta 2) Conexión de troncales analógicas a PBX	46
6.3. Maqueta 3) Conexión de enlace digital R2 modificado a PBX	47
6.4. Maqueta 4) Conexión de enlace digital QSIG a PBX	48
6.5. Maqueta 5) Tándem de PBX único	49
6.6. Maqueta 6) Facilidades y procedimientos de PBX en red	50
6.7. Maqueta 7) Redes superpuesta	51
6.8. Maqueta 8) Tándem de PBX en red	52
6.9. Maqueta 9) Tarifación local y centralizada	53
6.10. Maqueta 10) Administración local y centralizada	54
Conclusiones	56
Glosario de términos	60

CONVERGENCIA DE LA REDE DE VOZ Y DATOS EN LA UNAM

Introducción

La comunicación en nuestros días es uno de los aspectos más importantes en la educación, gobierno, comercio, milicia y muchas más actividades de la vida diaria. El hombre ha creado gran cantidad de dispositivos de comunicación para todo tipo de circunstancias, como son las terrestres, marítimas, aéreas y espaciales. La comunicación por fibra, cobre, satélite y otras han dejado notables avances en aplicaciones de comunicación para diversos usuarios.

Actualmente existen diversas soluciones de comunicaciones para las variadas necesidades de los usuarios o aplicaciones, en este caso enfocaremos el objetivo de este trabajo en el proceso de cambio para utilizar dos aplicaciones importantes como datos y voz en un solo medio de comunicación y olvidar el concepto de redes separadas. Actualmente la infraestructura de red permite tener mayor confiabilidad en la comunicación, la tecnología desarrolla mecanismos que hacen segura la transmisión de información, por lo anterior las aplicaciones también pueden ser más flexibles es decir, podemos tener en una sola Terminal es decir un punto de conexión varias aplicaciones como la que veremos en el resto del documento llamada telefonía IP la cual está cambiando la manera de ver las redes, derivado de esto es importante hacer un buen proceso de migración de dicha aplicación.

Veremos los elementos a considerar para un buen cambio en la migración, desde la capa física hasta las aplicaciones como mensajería unificada

Detallando las características sobre telefonía IP diremos que: VoIP (voice over IP - esto es, voz entregada empleando el protocolo de Internet) es un término usado en la llamada telefonía IP para un grupo de recursos que hacen posible que la voz viaje a través de Internet empleando su protocolo IP o Internet Protocol. En general, esto quiere decir enviar voz en forma digital en paquetes en lugar de enviarla en forma de switcheo de circuitos como una compañía telefónica convencional o PSTN. La principal ventaja de este tipo de servicios es que evita los cargos altos de telefonía (principalmente de larga distancia) por las compañías ordinarias. En la actualidad la calidad de voz es indistinta entre una llamada VoIP o una llamada convencional. Otro tipo de servicio que puede evitar pagar un centavo en cuanto a llamadas telefónicas es implementar una solución VoIP dentro de una empresa interconectando sus sucursales.

Para comprender mejor sobre las tecnologías podemos responder dos preguntas muy frecuentes:

¿Cómo funciona el servicio de teléfono tradicional?

La red telefónica tradicional se le conoce como PSTN acrónimo de Public Switched Telephone Network o Red Pública de Telefonía Conmutada y emplea la tecnología de conmutación de circuitos para transmitir las llamadas. Se crea una conexión dedicada o circuito que conecta a las dos partes involucradas en la comunicación. Cuando se marca un número telefónico se genera un camino dedicado desde el teléfono del que llama hasta el que recibe la llamada. La red telefónica proporciona transmisiones en tiempo real con garantía de calidad en el servicio asegurado por el circuito dedicado durante la llamada. El circuito no es empleado eficientemente porque está dedicado durante el todo el tiempo que dure la llamada pero la mayoría de las conversaciones están compuestas principalmente por silencio, así que el circuito en uso, no está transmitiendo nada realmente.

¿Cómo funciona el servicio VoIP?

VoIP es diferente del PSTN porque no emplea circuitos dedicados. La información se transmite sobre la red Internet en paquetes de datos y esto es muy eficiente porque la red es empleada solamente cuando está transportando paquetes de datos.

Cuando se emplea una red IP como Internet para transmitir voz, existen diversos factores que pueden influir en la calidad de la voz, como la velocidad de conexión a Internet, el tráfico del Internet, latencia (el retardo que se genera cuando alguien habla hasta que la otra persona pueda escucharlo).

El método de cobro de VoIP está basado en el destino de la llamada y el tiempo que dure.

1. Antecedentes de redes de voz y datos en la UNAM

1.1. Antecedentes redes de voz y datos

El final de los años 60's y el principio de los 70's marcaron en la UNAM el inicio de las telecomunicaciones telefónicas y de datos. Es en ese periodo cuando se realizaron las primeras conexiones de teletipos hacia una computadora central utilizando líneas telefónicas de cobre, de la recién instalada red telefónica dentro de la institución. Rápidamente la tecnología es usada al interior de la UNAM y difundida al exterior, a partir de la segunda parte de la década de los 80's se establece la primer conexión a la red académica de cómputo BITNET mediante enlaces telefónicos, desde la Ciudad Universitaria hasta el ITESM, y de ahí hasta San Antonio Texas EUA.

No fue sino hasta 1989, cuando la UNAM a través del Instituto de Astronomía establece un convenio de enlace de la red de la NSF en EUA el cual se realizó utilizando el satélite mexicano Morelos II entre el instituto de Astronomía y UCAR-NCAR con residencia en Boulder Colorado, además se llevó acabo el primer enlace para conectar redes de área local, entre el Instituto de Astronomía y la DGSCA utilizando fibra óptica.

A partir de ese momento inició en la UNAM la revolución de las telecomunicaciones, así como la adquisición masiva de computadoras personales y su conexión en redes locales, lo cual permitió el desarrollo de infraestructura con fibra óptica y establecer más enlaces satelitales a dependencias en varios estados de la república.

En 1990 la UNAM fue la primera institución en Latinoamérica que se incorpora a la red mundial de Internet que enlaza a millones de máquinas y a decenas de millones de usuarios en todo el mundo. Dicha red es producto de un proyecto de gobierno.

La red actual de conmutadores tuvo su origen y desarrollo por el año de 1989, cuando la UNAM inicio un proceso completo de renovación y crecimiento tecnológico, siendo este uno de seis proyectos prioritarios de aquella administración.

Se inicia con la sustitución de los dos conmutadores principales que operaban en Ciudad Universitaria, ubicados en Facultad de Arquitectura y en la Zona Cultural, creciendo la nueva red en una segunda etapa para incorporar los siete campus de las unidades multidisciplinarias distribuidas en el área metropolitana. Para finales de 1992 la red de telecomunicaciones ya contaba con 31 nodos de cómputo y telecomunicaciones, enlazados a través de fibra óptica, vía satélite o vía microondas, destacando la incorporación de la Ciudad de la Investigación Científica en Cuernavaca Morelos.

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) cuenta con la red de telecomunicaciones universitaria más grande de Latinoamérica. Esta red desempeña un papel vital para el desarrollo de las actividades sustanciales de nuestra institución como lo es la docencia, la investigación y la difusión cultural, por lo que es imprescindible actualizarla y modernizarla con las tecnologías de punta aplicables al desarrollo del quehacer universitario.

La UNAM cuenta actualmente con más de 42 mil computadoras, 30 mil puertos de red, 350 servidores Internet, mil 960 kilómetros de fibra óptica, 100 redes internas LAN,

100 redes externas WAN, 15 mil aparatos telefónicos que operan 13 mil extensiones y 2 mil líneas directas en una red de 40 conmutadores telefónicos (PBXs).

Asimismo, las dos redes de la UNAM, la de voz y la de datos, son operadas y administradas de manera independiente y su evolución también se ha dado de forma separada. En el caso de la red de datos, se cuenta actualmente con una dorsal, de reciente adquisición, Gigabit Ethernet que conecta 4 nodos principales de comunicación en Ciudad Universitaria. En lo que concierne a la red de voz, se cuenta con 5 nodos principales y 35 satélites; sin embargo, ésta no ha sido renovada en la mayoría de sus equipos por más de catorce años, lo que hace urgente su actualización. Cabe mencionar que los equipos a pesar del tiempo instalados, trabajan de forma adecuada.

1.2. Telefonía IP

La telefonía por la red de datos tiene varios nombres generalmente se usa: voz sobre Internet, telefonía IP, telefonía broadband, pero todas ellas llevan un simple propósito transportar la información de voz sobre Internet o alguna otra red de datos basada sobre el protocolo IP.

Existen en el mercado diversos protocolos para la comunicación de la voz como:

- H.323 - Protocolo definido por la ITU-T
- SIP - Protocolo definido por la IETF
- Megaco (También conocido como H.248) y MGCP - Protocolos de control
- Skinny Client Control Protocol - Protocolo propiedad de Cisco
- MiNet - Protocolo propiedad de Mitel
- CorNet-IP - Protocolo propiedad de Siemens
- IAX - Protocolo original para la comunicación entre PBXs Asterisk
- Skype - Protocolo propietario peer-to-peer utilizado en la aplicación Skype
- IAX2 - Protocolo para la comunicación entre PBXs Asterisk en reemplazo de IAX
- Jingle - Protocolo abierto utilizado en tecnología Jabber.

Se enfocará este capítulo a las más comunes en el mercado H.323 y SIP.

1.3. H323

En esta sección se presentara una breve descripción del estándar con el cual trabajan los sistemas de telefonía IP, es un estándar que especifica los protocolos que proveen un servicio de comunicación multimedia en tiempo real audio, video y datos, sobre la red con el protocolo IP, Este estándar pertenece a la familia de la ITU, en la recomendación H32x que ofrece servicios de comunicación multimedia sobre redes de datos.

El H323 es una tecnología para la transmisión en tiempo real de servicios sobre redes de datos, define los componentes, protocolos y procedimientos para la comunicación, sobre protocolos IP, IPS, físicamente sobre redes LAN, MAN, WAN, etc. y sobre éstas aplica variantes en la comunicación solo audio como telefonía IP, audio y video como en el caso de videotelefonía, solo audio y datos, así como, audio, datos y video. Pero el esquema general de comunicación para este estándar se muestra en la figura 1.3.1

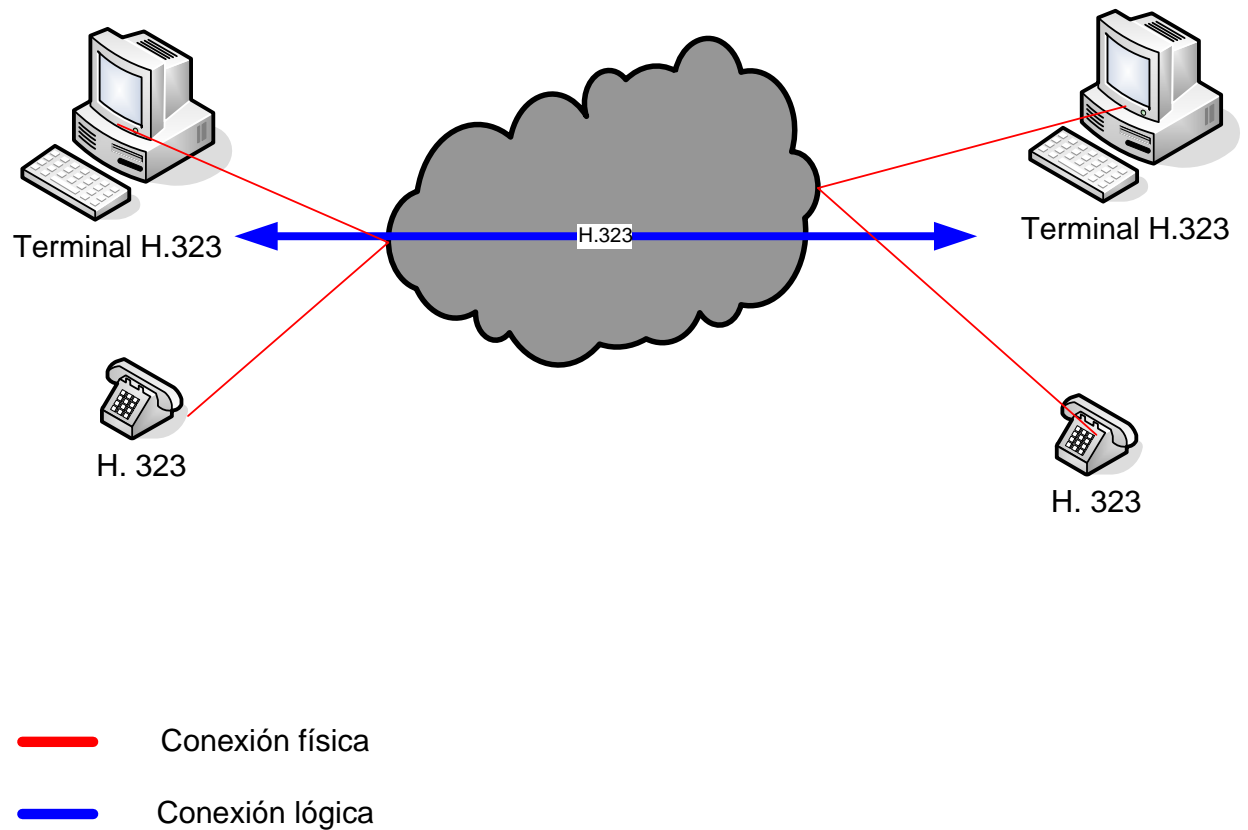


Figura 1.3.1

El estándar H323 puede manejar esquemas de trabajo en comunicaciones multimedia-multipunto, dado la flexibilidad del estándar se puede utilizar en diferentes campos de trabajo como escuelas, residencial, negocios, entretenimiento, etc.

El estándar no surgió de la noche a la mañana, el grupo de trabajo ha desarrollado al paso del tiempo varias versiones del estándar, por mencionar algunas la versión 1 se enfocaba en sistemas de telefonía visual y equipos para LAN sin calidad de servicio (QoS), el cual fue aceptado en octubre de 1996 pero no era funcional a los propósitos para los cuales se pensaba. Pero el surgimiento de aplicaciones de Voz sobre IP y telefonía IP obligó a mejorar el estándar y con el desarrollo del estándar surgieron nuevas aplicaciones como la comunicación entre un teléfono PC y un teléfono convencional, así la versión 2 del estándar fue aceptada para cumplir con estos requerimientos en enero de 1998, posteriormente se han agregado nuevas características teniendo como resultado la versión 3 del estándar las cuales incluye la comunicación de fax por la red, comunicación entre gatekeepers y mecanismos de conexión rápida.

1.3.1. Componentes de H323

El estándar H323 tiene 4 tipos de componentes, los cuales al interactuar proveen servicios de comunicación punto a punto y punto multipunto, los cuales son:
 Terminales

Gateways

Gatekeepers

Unidades de control Multipunto (MCUs)

Terminales.- Se utiliza para una comunicación multimedia bidireccional en tiempo real, éste dispositivo puede ser una computadora personal o un equipo de comunicación, el cual puede soportar comunicación de audio, video y datos.

Gateways.- Un gateway conecta dos redes distintas, es decir conecta una red H.323 con otra red que no es H.323 (por ejemplo una Red PSTN). Esta conectividad entre redes distintas es lograda mediante una translación de protocolos, convirtiendo la información de un formato a otro de diferentes redes para que puedan interpretarlas cada una con su propio formato. Un gateway no es requerido cuando se trata de una comunicación entre dispositivos terminales H.323 de la misma red.

Gatekeepers.- Un gatekeeper puede ser considerado el cerebro de una red H.323, es el punto de importancia de todas las llamadas de la red H.323, la importancia de este componente radica en los servicios que ofrece tales como direccionamiento, autorización autenticación, administración de ancho de banda, tarificación, facturación, así como el ruteo de servicios de la llamada.

Unidad de Control Multipunto (MCU).- Las unidades de control multipunto proveen una comunicación entre tres y mas terminales de una red H.323, todas la unidades participantes en la conferencia establecen una conexión con el MCU, el cual administra los recursos de la conferencia negocia entre las terminales con el propósito de establecer el CODEC de audio y video a usar para la conferencia y puede manejar la velocidad de transmisión para cada Terminal. El Gatekeeper, Gateway y MCU, son componentes lógicamente separados pero pueden convivir en un mismo dispositivo físico. Se pueden clasificar Zonas H.323, las cuales incluyen terminales, gateways, un MCU y un solo gatekeeper

1.3.2. Plataformas

El estándar H.323, esta dividido a su vez en diferentes protocolos, dichos protocolos

Audio CODECs

Video CODECs

H.225 Registro. Admisión y estatus (RAS, Registration, Admisión and Status)

H.225 Call signaling

H.245 Control signaling

Real-time transfer protocol (RTP)

Real-time control protocol (RTCP)

CODEC de Audio.- Codifica la señal de audio generada por el micrófono para ser transmitida a otro dispositivo H.323 y también tiene la función de decodificar la señal de audio proveniente del equipo remoto transmisor, como sabemos la función principal de un dispositivo H.323 es la voz, por estándar cada dispositivo Terminal H.323 debe

contar con un CODEC que soporte las diferentes recomendaciones para codificar la voz, desde el G.711 que trabaja sin compresión de voz a 64 Kbps y puede tener también códigos de audio adicionales como: G.722 que trabaja a 64, 56 y 48 kbps, G.723.1 que trabaja a 5.3 y 6.3 kbps, G.728 a 16 kbps y G.729 a 8 kbps.

CODEC de Video.- Codifica la señal de audio generada por la cámara del equipo local y decodifica la señal de video recibida por el equipo remoto, cuando se cuenta con un dispositivo que maneje señales de video éste debe contar con la recomendación básica de un decodificador como el H.261.

H.225 Registro. Admisión y estatus (RAS, Registration, Admisión and Status).- Es el protocolo que se usa en la comunicación entre los puntos terminales (terminales y gateways) y el gatekeeper, controla el registro, la admisión, cambios de ancho de banda, el estado y la desconexión de un enlace, además establece el canal de señalización entre un punto Terminal y el gatekeeper antes de establecer la llamada.

H.245 Señalización de Control.- establece el control de la llamada en dos equipos terminales, donde sus características principales son las capacidades de cambio de enlace, abrir y cerrar el canal lógico, control del flujo de mensajes, indicaciones y comandos generales, etc.

Real-time Transport Protocol.- Provee de punta apunta la entrega de servicios en tiempo real de video y audio. Con herramientas de identificación del tipo de datos, secuencia en la numeración y monitoreo de las tramas.

Real-time Transport Control Protocol.- Su principal función es proveer calidad en la comunicación de datos

1.4. SIP

Este protocolo es el que actualmente tiene mas auge el los sistemas de telefonía IP, por sus siglas en ingles el protocolo quiere decir "Session Initiation Protocol" y sus características principales de este protocolo considera a cada conexión como un par y se encarga de negociar las capacidades entre ellos. Tiene una sintaxis simple, similar a HTTP o SMTP. Posee un sistema de autenticación de pregunta/respuesta. Tiene métodos para minimizar los efectos de DoS (Denial of Service ó Denegación de Servicio), que consiste en saturar la red con solicitudes de invitación. Utiliza un mecanismo seguro de transporte mediante TLS. Una de sus desventajas es que no tiene un adecuado direccionamiento de información para el funcionamiento con NAT. El protocolo fue desarrollado por el IETF MMUSIC Working Group con el objetivo de ser el estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario donde intervienen elementos multimedia como el video, voz, mensajería instantánea, y realidad virtual.

1.4.1. Arquitectura de red SIP

Así como H323. SIP se compone de varias recomendaciones dependiendo de la evolución, en 1999 debido a la demanda publica se definió SIP con el RFC2534 y una

actualización en junio de 2002 con el RFC 3261 rápidamente la tecnología se mejoró se hizo mas robusta y mas confiable y algunas de las características con las que solamente contaba H323 y se pudieron desarrollar en SIP, de tal manera que SIP fue considerado un protocolo confiable para VoIP, y otros RFC's a su vez son soportados por SIP:

RFC 3262 define 100rel y PRACK
RFC 3263 localiza servidores SIP
RFC 3264 Offer/answer
RFC 3265 Notificaciones de eventos
RFC 2976 Método de SIP INFO
RFC 2916 E.164 y DNS
RFC 3204 MIME y tipos de ISUP y QSIG

1.4.2. Servicios de SIP

Similar a H323 el protocolo SIP utiliza una conexión punto a punto, siendo mejor para los dispositivos finales, no como el protocolo MCGP que utiliza un modelo de conexión maestro/esclavo. Esto significa que los equipos terminales llamados SIP users pueden tener varios niveles de inteligencia incluyendo la capacidad de establecer el servicio sin la necesidad de una red. Así los equipos terminales de VoIP pueden iniciar una sesión con otros equipos terminales de VoIP, de tal marea un softswitch o un Proxy Server se utiliza para manejar el establecimiento de la sesión de VoIP.

1.4.3. Componentes de una red SIP

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

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

1. User Agent (UA): consisten en dos partes distintas, el User Agent Client (UAC) y el User Agent Server (UAS).

Un UAC es una entidad lógica que genera peticiones SIP y recibe respuestas a esas peticiones. Un UAS es una entidad lógica que genera respuestas a las peticiones SIP.

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

2. Los servidores SIP pueden ser de tres tipos:

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

Este servidor tiene una funcionalidad semejante a la de un Proxy HTTP que tiene una tarea de encaminar las peticiones que recibe de otras entidades más próximas al destinatario. Existen dos tipos de Proxy Servers: Statefull Proxy y Stateless Proxy.

Statefull Proxy: mantienen el estado de las transacciones durante el procesamiento de las peticiones. Permite división de una petición en varias (forking), con la finalidad de la localización en paralelo de la llamada y obtener la mejor respuesta para enviarla al usuario que realizó la llamada.

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

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

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

La división de estos servidores es conceptual, cualquiera de ellos puede estar físicamente una única máquina, la división de éstos puede ser por motivos de escalabilidad y rendimiento.

2. Descripción de la red de voz y datos de la UNAM

2.1. Propósito

Definir, los lineamientos que deben de seguir para resolver la actualización y modernización de la red de voz de la UNAM. Para el cumplimiento de este objetivo, investiga las diferentes familias de marcas de equipos que soporten las capacidades mínimas requeridas en esta red de voz, así como la topología de interconexión y la arquitectura de la red que reemplace a la actual. Así mismo tener un mejor desarrollo en la instalación para evitar al mínimo problemas de servicio de voz.

2.2. Alcance

El alcance de este proyecto es conocer una solución para la convergencia de ambos servicios (voz y datos) para la red telefónica de la UNAM independiente de las marcas que existan en el mercado, considerando notablemente los estándares involucrados. De esta manera la UNAM, no se verá en la necesidad de adquirir equipo de forma propietaria, sino siempre basado en los estándares internacionales para la interoperabilidad de marcas en el mercado.

Con esta información se procederá a realizar pruebas que permitan conocer físicamente el desempeño de los equipos en el mercado, incluso los límites de la tecnología en la convergencia de las dos aplicaciones.

2.3. Necesidades

Actualmente la Universidad, se ha mantenido operando con los servicios de los equipos de red pueden darnos pero en la mayoría son equipos que ya cumplieron su ciclo de vida, de tal forma es necesario realizar una renovación de productos. Por otra parte las aplicaciones han avanzado tanto que los equipos instalados actualmente no las soportan, aplicaciones como mensajería unificada, movilidad, servicios como videoconferencia, audio conferencias, etc. Por lo anterior se debe contar con tecnología de punta para desarrollar dichas aplicaciones y eficientar las labores diarias de una institución como la UNAM.

La Universidad por la importancia que representa en el la Educación en México y América Latina, debe contar con tecnología que permita un amplio uso en la difusión de la información y comunicación entre Universitarios y al público en general.

2.4. Topología de la red de voz.

En Ciudad Universitaria (CU), se encuentran enlazados a través de una red de fibra óptica mono-modo y multimodo 19 PBXs. Cinco equipos conforman una malla que garantiza el uso de rutas alternas entre ellos y se identifican como Nodos Principales (NP).

De cada nodo principal se conectan en forma de estrella diversos conmutadores denominados secundarios (S) haciendo un total de 15 en la Ciudad Universitaria. Igualmente en CU se cuenta con dos equipos más, uno de reciente adquisición de la marca 3COM ubicado en el Instituto de Ingeniería y el otro NEC con más de diez años de operación en la Escuela Nacional de Trabajo Social.

Adicionalmente en la red WAN existen 18 PBXs conectados con enlaces dedicados (E1s) mismos que pueden ser locales y nacionales. La tabla 1 muestra la ubicación e identificación de cada equipo.

Todos los PBX se interconectan con el protocolo de señalización propietario de NEC CCIS7, excepto el equipo NBX de 3COM que requiere del protocolo abierto QSIG en su versión básica. Hacia la red pública se maneja la señalización R2 Modificada. La figura 2.4.1 muestra la interconexión entre equipos.

Nodos dentro de Ciudad Universitaria	Nodos en la WAN
• NP1 Arquitectura	• Acatlán
• NP2 Torre II	• Aragón
• NP3 IIMAS	• Cuautitlán I
• NP4 DGSCA	• Cuautitlán IV
• NP5 Zona Cultural	• Iztacala
• S1 Rectoría	• Zaragoza 1
• S2 Economía	• Zaragoza 2
• S3 Personal	• Palacio Medicina
• S4 Ingeniería	• Palacio Minería
• S6 Medicina	• Roberto Medellín
• S7 Veterinaria	• Radio UNAM
• S8 Geografía	• UME
• S9 I. Química	• Mascarones
• S10 Química E	• Pitágoras

• S11 CUAED	• Morelia
• S12 Antropológicas	• Juriquilla
• S13 Teatros	• Cuernavaca
• S14 Obras	• Temixco
• S15 Jardín Botánico	
• S16 C. Humanidades	
• Trabajo Social	
• I. Ingeniería	

Tabla 1. Ubicación e identificación de los PBX

2.5. Descripción de familias y modelos de PBXs.

La red esta formada con 11 diferentes modelos de equipos seis de los cuales ya no cuentan con refacciones ni mantenimiento, representando el 65% del total. Estos modelos son: NEAX2400 IMS MMG, NEAX2400 IMS IMG, NEAX2400 IMS-HDS, NEAX2400 IMS XP, NEAX2400 SDS y NEAX2400 SDS-SP. Los demás modelos tienen capacidad de actualización para operar VoIP. La tabla 2 muestra la ubicación de cada uno de los modelos. La tecnología que utilizan todos los equipos NEC instalados es TDM, es decir telefonía tradicional, la cual permite ciertas facilidades dependiendo de las necesidades de la UNAM y de la tecnología disponible para su configuración por cada línea.

2.6. Capacidad operando (troncales y extensiones digitales y analógicas).

Actualmente se han identificado operando en la red 12,703 extensiones telefónicas de las cuales 1,341 son digitales y 11,362 son analógicas. La red interconecta a los 40 PBXs con más de 3,600 troncales digitales y hacia la red pública conecta 2,300 troncales con 13,000 DIDs.

RED DE VOZ UNAM

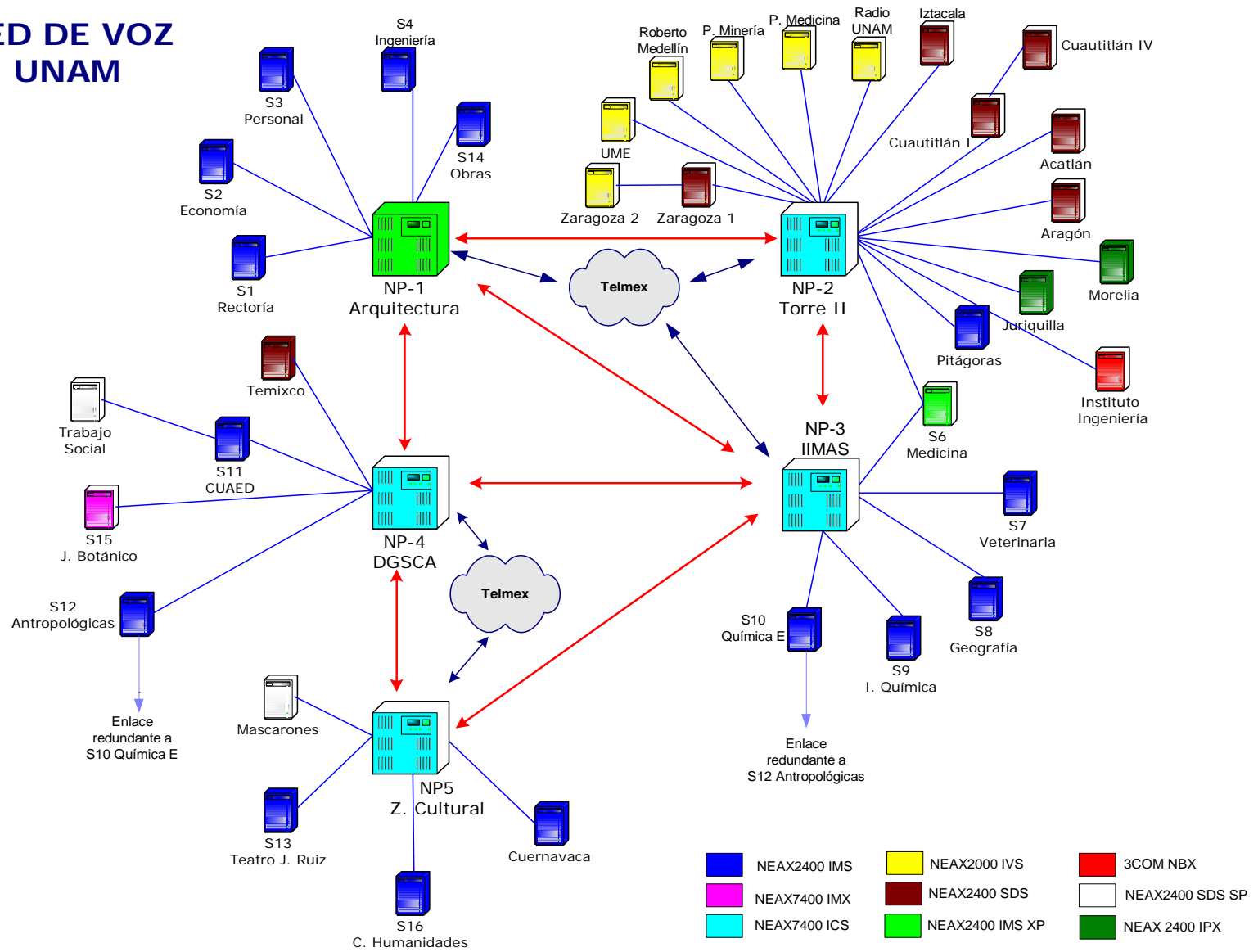


Figura 2.4.1. Conexión Red de Voz UNAM

2.7. Promedio de tráfico semanal por rutas internas y externas.

La tabla 4 muestra el promedio de tráfico semanal en Erlangs en los cinco conmutadores principales que concentran la información de sus satélites. Cabe aclarar que el equipo NP3 en IIMAS ha tenido problema para la recolección de tráfico y se está especificando para éste el máximo tráfico obtenido en la red por grupos de 30, 60 y 90 troncales. La información fue obtenida a partir de los reportes de tráfico generados por los PBX durante 8 semanas (enero y febrero de 2004).

Modelo	Ubicación	Cuenta con soporte y refacciones	Soporta Upgrade a VoIP
NEAX 2400 SDS	Aragón	No	No
	Iztacala	No	No
	Acatlán	No	No
	Cuautitlán I	No	No
	Cuautitlán IV	No	No
	Zaragoza I	No	No
	Temixco	No	No
NEAX 2400 SDS-SP	Trabajo Social	No	No
	Mascarones	No	No
NEAX 2400 IMS-IMG	S12 Antropológicas	No	No
	S4 Ingeniería	No	No
	S3 Personal	No	No
	S14 Obras	No	No
	S11 CUAED	No	No
	S13 Teatros	No	No
	Pitágoras	No	No
	Cuernavaca	No	No
NEAX 2400 IMS-MMG	S16 C. Humanidades	No	No
	S10 Química E	No	No
	S7 Veterinaria	No	No
	S8 Geografía	No	No
	S9 Química	No	No
	S2 Economía	No	No
	S1 Rectoría	No	No

Modelo	Ubicación	Cuenta con soporte y refacciones	Soporta Upgrade a VoIP
NEAX 2400 IMS XP	NP1 Arquitectura	No	No
	S6 Medicina	No	No
NEAX2000 IVS	Zaragoza II	Sí	Sí
	P. Minería	Sí	Sí
	R. Medellín	Sí	Sí
	P. Medicina	Sí	Sí
	Radio UNAM	Sí	Sí
	UME	Sí	Sí
NEAX 7400 ICS	NP2 Torre II	Sí	Sí
	NP3 IIMAS	Sí	Sí
	NP4 DGSCA	Sí	Sí
	NP5 Zona Cultural	Sí	Sí
NEAX2400 IPX	Juriquilla	Sí	Sí
	Morelia	Sí	Sí
NEAX 7400IMX	S15 Jardín Botánico	Sí	Sí
3COM NBX	I. Ingeniería	Sí	Sí

Tabla 2. Modelos y familias de PBXs en la Red de voz UNAM

NP1 Arquitectura Tráfico semanal		
Destino	Troncales	Promedio [Erl]
TORRE II	90	225.14
IIMAS	90	48.16
DGSCA	90	165.51
Personal	60	205.33
Economía	60	249.62
Rectoría	60	145.81
Obras	60	214.56
Ingeniería	60	183.57
Entrada TMX	285	440.38
Salida TMX	163	606.17

NP2 Torre II Tráfico semanal		
Destino	Troncales	Promedio [Erl]
Arquitectura	90	629.63
IIMAS	90	322.88
Medicina	60	674.24
Zaragoza I	60	267.29
Aragón	30	303.16
Acatlán	30	365.03
Iztacala	30	359.72
Cuautitlán IV	60	359.64
Pitágoras	30	84.10
Juriquilla	30	142.52
UME	30	88.45
Morelia	30	61.39
P. Medicina	15	24.52
P. Minería	15	80.43
R. Medellín	15	26.08
Radio UNAM	15	65.86
I. Ingeniería	30	95.10
LADA Telmex	30	60.06
Salida TMX	255	1793.32
Entrada TMX	405	1141.67

NP4 DGSCA Tráfico semanal		
Destino	Troncales	Promedio [Erl]
Arquitectura	90	503.86
IIMAS	97	116.04
Z. Cultural	90	707.94
CUAED	30	289.15
Antropológicas	60	613.52
J. Botánico	30	385.46
Temixco	30	41.33
Telcel	30	48.29
Salida TMX	89	1052.21
Entrada TMX	180	1185.42

NP5 Zona Cultural Tráfico semanal		
Destino	Troncales	Promedio [Erl]
DGSCA	90	576.80
Teatros	60	336.31
Cuernavaca	30	159.48
C. Humanidades	90	532.66
Mascarones	30	33.18
IIMAS	30	190.79
LADA Telmex	30	104.55
Salida TMX	90	928.48
Entrada TMX	210	606.06

NP3 IIMAS Tráfico semanal		
Destino	Troncales	Promedio [Erl]
Arquitectura	90	629.63
Torre II	90	629.63
DGSCA	90	629.63
Veterinaria	60	674.24
Geografía	60	674.24
I. Química	60	674.24
Química E	60	674.24
Medicina	30	365.03
Z. Cultural	30	365.03
Telcel	21	
Salida TMX	90	928.48
Entrada TMX	150	606.06

Tabla 4. Distribución de tráfico de voz promedio semanal [Erl]

2.8. Topología de la red de datos.

La red de datos de la UNAM, RedUNAM, está conformada en su capa de core por 4 equipos de reciente adquisición ubicados en los mismos sitios que 4 de los PBXs principales: NP1 Arquitectura, NP3 IIMAS, NP4 DGSCA y NP5 Z. Cultural. La capa de distribución cuenta con 25 switches en Ciudad Universitaria de los cuales 14 coinciden en su ubicación con algunos de los nodos principales y secundarios de los PBXs. En la tabla 5, estos sitios se identifican con negritas. En la capa de distribución, 5 switches son también de reciente adquisición y cumplen con las características para el procesamiento de telefonía IP, el resto de los switches serán cambiados para soportar esta tecnología.

La red de datos está interconectada a través de fibra óptica multimodo y los enlaces entre core y distribución son de 100Mbps mientras que de distribución a acceso son, en su mayoría, de 10Mbps. Como se comentó arriba, existe un plan de cambio de los switches de distribución que ofrezcan como mínimo 100Mbps a la capa de acceso.

2.9. Descripción de familias y modelos de switches.

La tabla 5 muestra la ubicación por marca y modelo de los switches que conforman la capa de Core y Distribución en la RedUNAM.

CORE		DISTRIBUCIÓN	
Nodo	Equipo	Nodo	Equipo
NP1	Foundry BigIron 8000	S14 DGO	LANplex 2500 3COM
		DGPP	CoreBuilder 3500 3COM
		NP2 Arquitectura	LANplex 2500 3COM
		Facultad de Arquitectura	LANplex 2500 3COM
		Facultad de Derecho	LANplex 2500 3COM
NP4	Foundry NetIron 800	S15 Jardín Botánico	CoreBuilder 3500 3COM
		S10 Química E	CoreBuilder 3500 3COM
		S12 Antropológicas	CoreBuilder 3500 3COM
		Anexo de Ingeniería	CoreBuilder 3500 3COM
		Facultad de Ciencias	3500 Cisco
		S12 Antropológicas	BigIron 8000 Foundry
NP3	Foundry BigIron 8000	NP4 DGSCA	BigIron 8000 Foundry
		NP2 Torre II (Laborales)	BigIron 8000 Foundry
		Astronomía	BigIron 8000 Foundry
		NP3 IIMAS	BigIron 8000 Foundry
		S8 Geografía	LANplex 2500 3COM
		S7 Veterinaria	LANplex 2500 3COM
		Facultad de Química	LANplex 2500 3COM
		NP2 Torre II (Laborales)	LANplex 2500 3COM
		Astronomía	CoreBuilder 3500 3COM
		IIMAS-DGAE	LANplex 2500 3COM
Instituto de Ingeniería			
NP5	Foundry NetIron 800	S13 Teatros	LANplex 2500 3COM
		S16 C. Humanidades	CoreBuilder 3500 3COM
		Patronato	LANplex 2500 3COM

Tabla 5. Marcas y modelos de switches en las capas de core y distribución de la RedUNAM

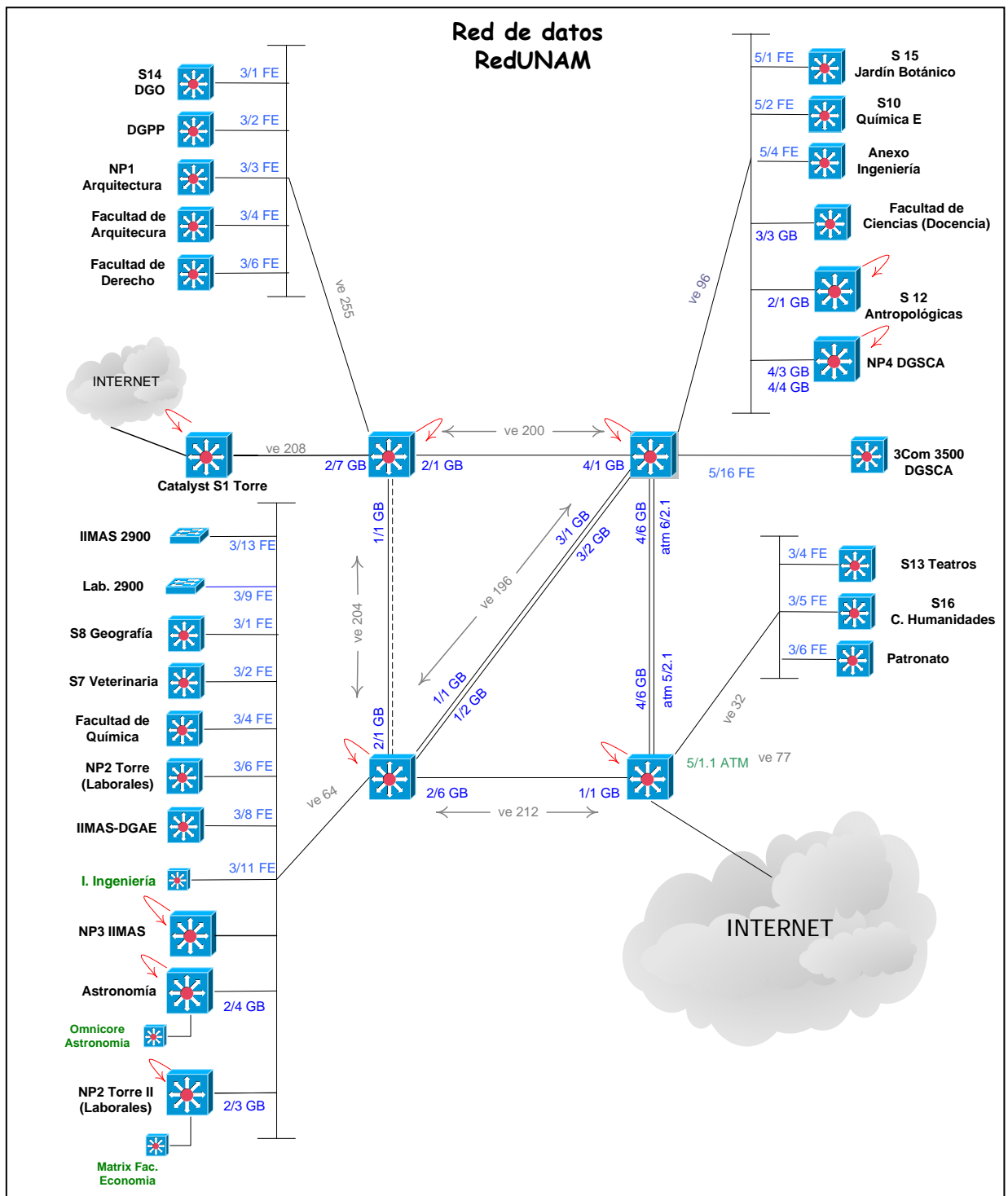


Figura 2. Conexión de la red de Datos RedUNAM

2.10. Capacidad operando e instalada en core y distribución

Los equipos de core tienen instalada el 60% de su capacidad total. De esta infraestructura instalada, los puertos que en su mayoría son Gigabit Ethernet solo están ocupados el 20%. Los equipos en distribución de reciente adquisición están operando a menos del 10% de su capacidad.

2.11. Promedio de tráfico semanal por switch/puerto

El promedio de tráfico de entrada y salida en cada puerto de los equipos de core, se muestra en la tabla 6. Esta información corresponde al tráfico de 8 semanas.

NP1 Arquitectura [Mbps]			
Velocidad	Destino	Salida	Entrada
1Gbps	NP3 IIMAS Pto 1	5	6.5
1Gbps	NP4 DGSCA Pto 1	34.5	9.5
1Gbps	S1 Rectoría	1.175	0.85
100Mbps	S14 Obras	1	2.35
100Mbps	DGPP	3.75	11.5
100Mbps	NP1 Arquitectura	3.5	14.75
100Mbps	Fac. Arquitectura	0.9	5.5
100Mbps	Fac. Derecho	0.5	2.1
100Mbps	DGI	0.2	0.13
100Mbps	DGP	0.25	0.65
100Mbps	Fac. Psicología	1.55	4.7
100Mbps	Patronato	0.025	0.04
100Mbps	CELE	1.25	6.5

NP4 DGSCA [Mbps]			
Velocidad	Destino	Salida	Entrada
1Gbps	Servidores 1/1	0.18	12.675
1Gbps	Servidores 1/2	5	18.5
1Gbps	S12 Antropológicas	2.4	2.85
1Gbps	NP3 IIMAS Pto 1	0.2	11.6
1Gbps	NP3 IIMAS Pto 2	0.2	13.1
1Gbps	F.Ciencias Docencia	0.02	1.56
1Gbps	NP1 Arquitectura	8.5	35.5
1Gbps	NP4 DGSCA Pto 1	9.5	17.5
1Gbps	NP4 DGSCA Pto 2	9.5	6.75
1Gbps	Monitoreo	61.5	17
1Gbps	NP5 Z. Cultural Pto 2	50	20.5
1Gbps	S15 J. Botánico	1.5	7.75
100Mbps	S10 Química E	2	6
100Mbps	S12 Antropológicas	3.75	8.75
100Mbps	Anexo Ingeniería	2.05	5.95
100Mbps	Servidores 115	0.15	0.15

NP3 DGSCA [Mbps]			
Velocidad	Destino	Salida	Entrada
1Gbps	NP4 DGSCA Puerto 1	11.75	1
1Gbps	NP4 DGSCA Puerto 2	13.25	0.75
1Gbps	NP1 Arquitectura Pto 1	4.5	1.75
1Gbps	NP2 Torre I	0.2	2.15
1Gbps	Astronomía	5.5	6.5
1Gbps	NP3 IIMAS	2.85	5.5
1Gbps	ZC	68	44
100Mbps	S8 Geografía	4.75	12.5
100Mbps	S7 Veterinaria	1.2	0.6
100Mbps	Fac. Química	4	15
100Mbps	NP2 Torre II Pto 2	8.5	13.5
100Mbps	Astronomía (2)	1.4	2.4
100Mbps	IIMAS-DGAE	12	13.5
100Mbps	Laborales GDF	2.75	2
100Mbps	Matemáticas	0.625	2.8
100Mbps	Inst. Ingeniería	3.5	9.25
100Mbps	ICMyL	0.575	0.925
100Mbps	DCAA	0.75	1
100Mbps	Biomédicas	2	27
100Mbps	Fac. Ingeniería	0	0
100Mbps	NP3 IIMAS	0.8	2.5
100Mbps	DEPFI	3.95	5.8
100Mbps	Fac. Ing. UNICA	2.5	4.25

NP5 Zona Cultural [Mbps]			
Velocidad	Destino	Salida	Entrada
1Gbps	NP3 IIMAS	49	68.5
100Mbps	Telecom 6 Internet	58.5	37
100Mbps	Telecom 1 Internet	11	11
100Mbps	Pitagoras	75	62.5
100Mbps	S13 teatros	1.2	2.5
100Mbps	S16 C. Humanidades	2.55	7.7

100Mbps	Supercómputo	0.15	0.175	100Mbps	Patronato Universita	1.2	2.1
100Mbps	Docencia	1.7	2.45	100Mbps	DGIRE	1.075	1.405
100Mbps	Ciencias Nucleares	2.15	5	100Mbps	Planeación DGEDI	0.8	3
100Mbps	Centro de Instrumentos	1.25	2.75	100Mbps	Protección a la Comunidad	0.45	1.15
100Mbps	Trabajo Social	0.65	1.65	100Mbps	Universum	0.825	4.125
100Mbps	Fac. Ciencias	3.5	9.5	100Mbps	INPediatría	0.095	0.01
100Mbps	ITAM	2.4	0.95	100Mbps	Monitoreo	0.5	1.85
100Mbps	Supercómputo	15	7	100Mbps	Telecom 6 balanceo	32.5	9
100Mbps	FMS-UAS-ICMYL	1.4	0.4	1Gbps	NP4 DGSCA Pto 2	20	50
100Mbps	S11 CUAED	0.095	0.17	1Gbps	Enlace I2 SW 3900	15	3
				1Gbps	Monitoreo (2)	19.5	63
				155Mbps	Telecom 7 Internet	0	13.5

Tabla 6. Tráfico en Mbps por puerto en switches de core.

3. Requerimientos de servicios de voz en la UNAM

3.1. Actualización de la red de voz con soporte de telefonía IP y TDM.

Debido a que el 65% de los conmutadores de la actual red de voz no cuentan con el soporte de refacciones ni mantenimiento por parte del fabricante NEC, es imprescindible llevar a cabo la actualización de esta red.

Tomando en cuenta que la magnitud de la red de voz TDM así como la infraestructura de las redes LAN de las dependencias no permite hacer una migración total a terminales IP, es necesaria una solución híbrida de TDM con IP.

3.2. Integración de voz, datos y video bajo protocolo ruteable IP.

Considerando las ventajas que ofrece la telefonía IP, entre otras, la reducción de costos por concepto de llamadas de larga distancia, instalación de cableado y utilización de infraestructura común con la red de datos, se requiere que el proyecto de cambio de la red telefónica soporte telefonía IP.

Ya que la red de datos de la UNAM proveerá características tales como QoS a nivel de distribución, podría ser factible utilizar esta infraestructura para la transmisión de voz.

3.3. Disminución de PBXs

Para una administración más sencilla en la red de voz así como una menor inversión, se requiere de un diseño de proyecto que permita la disminución del número de PBXs (40) que actualmente conforman la red.

3.4. Administración centralizada y tarifación en tiempo real.

La administración centralizada debe permitir administrar, operar y generar reportes de la solución propuesta.

Se requiere un sistema centralizado de tarifación que capture en línea todos los registros de llamadas en la red propuesta. Cada equipo de la solución debe contar con capacidad de almacenamiento local, para respaldo de la información que se capture mínimo durante 72 horas. Así mismo, debe permitir su envío automático.

3.5. Escalabilidad y tiempo de vida útil.

Es necesario e indispensable que él o los PBX's propuestos tengan un diseño modular que facilite su construcción o ampliación en bloques (módulos), se requiere que la configuración o capacidad inicial propuesta de los mismos, considere un 10 % adicional de crecimiento de la capacidad solicitada y en un total del 40 % para expansiones futuras en bloques para nuevas tarjetas de TDM e IP, esto es con el fin de contar con circuitos disponibles en reserva y a futuro para un crecimiento a corto y mediano plazo.

Así mismo los modelos propuestos deberán tener soporte durante 10 años tanto en refacciones como en servicio técnico. Esta vigencia se considerará a partir de la fecha en la cual hicieron su aparición en el mercado.

3.6. Mensajería Unificada.

Se pretende dar como facilidades nuevas o valor agregado las aplicación de mensajería unificada dando así oportunidad de no perder información recibida por medio de la voz.

3.7. Portabilidad de números y facilidades

Es requisito indispensable que los equipos propuestos permitan un manejo flexible del plan de numeración, a través de la señalización en red utilizada, para poder asignar o trasladar uno o varios números de extensiones de un equipo a otro, conservando las facilidades, restricciones y características originales.

3.8. Migración en fases

El proyecto deberá incluir un plan de migración de la red actual a la red nueva por fases, en el cual se puedan migrar de forma transparente los servicios en varias etapas sin afectar a los usuarios indicando fechas y tiempos para hacer la migración de forma completa.

3.9. Reutilización de los aparatos telefónicos y PBX

La red de voz de la UNAM actualmente tiene instalados alrededor de 15 mil aparatos telefónicos, de los cuales 1350 son digitales; éstos últimos operando bajo el protocolo propietario de la red de PBXs NEC. La solución al proyecto debe considerar el cambio de estas 1350 terminales mismas que permiten, primordialmente, la intercomunicación

jefe-secretaria y las funciones básicas a través de teclas específicas (ver pregunta 7 de la respuesta al REQUERIMIENTO DE INFORMACIÓN).

El resto de los aparatos son analógicos y debido al costo de inversión que representaría su cambio, es importante que la solución al proyecto permita en lo posible la reutilización de los mismos. Cabe aclarar que muchos de éstos son equipos secretariales.

Sin embargo, es posible valorar aquellas propuestas por parte de los fabricantes que, basado en su solución, contemplen el cambio de estos equipos sin ocasionar un gasto oneroso a la UNAM.

Adicionalmente, existen 3 PBXs de reciente adquisición modelos NEAX2400 IPX y NEAX7400IMX instalados en Juriquilla, Morelia y Jardín Botánico mismos que pueden soportar VoIP con su correspondiente actualización. Los modelos NEAX200IVS también soportan esta actualización.

3.10. **Reutilización del cableado de cobre**

Como se indica en la descripción de la red de voz en el punto 2 de este documento, la conexión entre conmutadores se hace a través de fibra óptica. Sin embargo, todos los equipos satélites distribuyen los servicios de voz digitales y analógicos (13 mil líneas) a los usuarios finales a través de cable de cobre. El cambio de éste también representa una inversión importante que la UNAM no contempla en este momento.

Cabe aclarar que todas las dependencias universitarias cuentan con acometida de fibra óptica para la red paralela de datos, por lo que se valorarán las propuestas que plateen la eliminación del cobre en sustitución por fibra óptica.

4. Información Requerida para la convergencia

4.1. Descripción de equipos

1. Liste sus equipos que soportan telefonía IP.
2. ¿En que fecha fueron lanzados al mercado comercial?
3. ¿Cuánto tiempo de vida útil por refacciones y mantenimiento tienen especificado?
4. Liste los tipos de interfaces soportadas en sus equipos indicando el estándar, velocidad y tipo de conector.
5. Liste los equipos que soportan tecnología TDM e IP simultáneamente (híbridos).
6. ¿Qué protocolos de señalización manejan sus equipos hacia la red pública (PSTN)?
7. ¿Qué protocolos de señalización y control manejan sus equipos y terminales hacia la red IP?
8. De los protocolos de señalización que soporta su equipo indique cuáles han sido probadas con otras marcas y que funciones y facilidades se transmitieron con éxito y cuáles no.
9. ¿Qué características diferencian a su equipo de otros? ¿Qué valores agregados tiene?
10. Por modelo de equipo, liste las capacidades máximas de puertos especificando particularmente extensiones analógicas, digitales e IP que soporta el equipo. Indique la forma en que escala su crecimiento y si los puertos son universales.
11. Indique cuántos dígitos de marcación soporta su equipo para:
 - a. Marcación interna entre extensiones
 - b. Enrutamiento a números externos a la red
12. ¿Qué CODECS soporta?
13. ¿Soporta IPv6?
14. ¿Soporta QoS?
15. De los equipos listados en el punto 3), identifique cuales de las siguientes características básicas son soportadas en una red IP y en una TDM. Mencione las funciones adicionales que pueda manejar su equipo.

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 16. Authorization Code | 17. Direct transfer to
voicemail |
| 18. Automatic Callback | 19. Distinctive ringing |
| 20. Bridged call
appearance | 21. Free seating |
| 22. Call Blocking | 23. Hunting Group |
| 24. Call Conference | 25. Intercom phone-
phone |
| 26. Call forward all | 27. Last number redial |
| 28. Call forward on busy | 29. Message waiting
light |
| 30. Call forward on no
answer | 31. Missed call indicator |
| 32. Call hold | 33. Multiple ring styles |
| 34. Call park/retrieve | 35. Music on hold |
| 36. Call pickup | 37. Mute |
| 38. Call return | 39. Name Display |
| 40. Call transfer | 41. One button speed
dial |
| 42. Call waiting | 43. Voice |
| 44. Caller ID | 45. Volume control |

46. ¿Soporta detección de actividad de voz (VAD) en la red IP? ¿Es una función configurable?
47. Mencione los modelos y características de las terminales IP que propone.
48. Las terminales mencionadas en el punto anterior, ¿se energizan por el puerto ethernet? Si es así, indique si la alimentación por puerto Ethernet se basa en un estándar. Si es así, cuál o cuáles estándares.
49. Mencione los modelos y características de las terminales digitales que propone.
50. ¿El equipo soporta correo de voz interno y/o externo? Si es externo, indique cuál es el sistema de correo (marca y modelo) con el que trabaja.
51. Especifique el CODEC y formato que utiliza para el almacenamiento de mensajes en el correo de voz.

52. ¿Qué tiempo en milisegundos se tarda en codificar de un CODEC a otro? Si los soporta, llenar la siguiente tabla mencionando los tiempos máximos y mínimos de G711 a G729 de estas conversiones.
53. ¿El porcentaje de confiabilidad de su equipo ha sido catalogado con 5 nueves, 99.999%?
54. Enliste los protocolos de seguridad que soporta su equipo.
55. ¿Qué métodos de cifrado y autenticación utiliza para el registro de teléfonos y establecimiento de llamadas?
56. Describa el MTBF del equipo que propone.
57. ¿Qué vigencia en soporte y servicio tienen los modelos que propone y en que fecha fueron liberados al mercado?
58. Describa la redundancia y tolerancia a fallas del equipo que propone.
59. Para la conexión de terminales, ¿cuenta con métodos de auto-descubrimiento?

4.2. Administración

- 1) ¿Cuál es la herramienta de administración utilizada en los equipos que recomienda y sobre que plataformas corre (unix, linux, windows)?
- 2) ¿Qué protocolos de administración soporta la red?
- 3) ¿El equipo soporta administración basada en WEB? Especificar si es segura (https).
- 4) Si es así, es directa o por proxy.
- 5) ¿El equipo soporta administración por comando de línea?
- 6) ¿El equipo soporta Telnet?
- 7) ¿El equipo soporta SSH? ¿qué versión? ¿se puede actualizar? ¿cómo se realiza la actualización?
- 8) ¿Las herramientas de monitoreo soportan administración de red basada en políticas (Policy-based)?
- 9) ¿El equipo cuenta con herramientas para controlar características de QoS? Si es así, cuáles son y cómo funcionan.
- 10) ¿El equipo cuenta con herramientas de *troubleshooting*? ¿Existe degradación del servicio por su uso?
- 11) ¿Qué bases de datos soporta el sistema de administración?

- 12) ¿Pueden establecerse diversos niveles de seguridad para acceder a las aplicaciones de administración?
- 13) ¿Existe un módulo específico para la seguridad de la red y sus políticas? Provea detalles.
- 14) ¿Qué protocolos de autenticación soporta?
- 15) ¿El sistema de administración tiene módulos para SLA o SLM?
- 16) ¿Los números seriales del equipo pueden obtenerse vía SNMP?
- 17) ¿Qué versiones de SNMP soportan los equipos?
- 18) ¿Permiten el acceso a todas la MIBs públicas o privadas?
- 19) ¿Cómo se lleva a cabo la actualización de software y firmware de los equipos y terminales?
- 20) ¿Soporta administración fuera de banda? ¿Con qué tipo de puerto o conexión se realiza?
- 21) Indique las características mínimas requeridas para el equipo de administración (procesador, memoria, disco duro, etc.) así como el número de clientes que pueden ser conectados de manera simultánea.
- 22) ¿Cuál es tiempo de recarga del sistema o de las bases de datos?
- 23) ¿Qué tipo de reportes de administración son generados (utilización de ancho de banda, condiciones de error, etc)?
- 24) ¿Cuántos equipos pueden ser interconectados en red con administración central?
- 25) ¿El equipo incluye sistema de tarifación? ¿Es interno o externo?
- 26) ¿Es posible monitorear cada extensión telefónica para conocer su comportamiento general? Si es así, ¿qué información proporciona ese monitoreo?

4.3. Servicios

1. ¿La empresa ofrece capacitación a clientes para su hardware y herramientas de administración? Liste los cursos, el lugar donde se imparten y sus costos.

2. ¿Cuáles son los niveles generales de soporte ofrecidos en software y hardware? Descríbalos por periodo de cobertura y tiempos de respuesta garantizados. (Ejem: 7X24 con 2 horas de respuesta).
3. ¿El soporte o mantenimiento lo ofrece directamente la empresa o un tercero?
4. ¿Tiene clasificadas por nivel de excelencia a las empresas que proveen el soporte?
5. ¿Cómo se genera un reporte en atención a usuarios? ¿Existe diferencia en atención a llamadas de extrema urgencia? Describa su proceso de escalamiento.
6. ¿Tiene soporte en línea con un sitio web seguro? ¿El soporte es nacional o extranjero?
7. ¿Los productos comprados cuentan automáticamente con un contrato de mantenimiento? Si es así, especificar cobertura. Si no es automático describir cómo se adquiere el mantenimiento.
8. ¿Cuál es el periodo de garantía del equipo propuesto y qué tipo de garantía es?
9. ¿Cómo se distribuye el software para las actualizaciones y cómo comunican a sus usuarios de las nuevas actualizaciones?
10. ¿En qué formato existe la documentación del equipo? (CD, escrita, en línea, etc.)
11. ¿El equipo es vulnerable a virus o gusanos? ¿Cómo se lleva a cabo la protección contra los mismos?
12. ¿Cuenta con SLAs?

4.4. Implementación

1. De acuerdo a lo solicitado en el punto 3 “Requerimientos de servicios de voz en la UNAM”, ¿cuál es la solución que propone para la actualización y modernización de la red de voz de la UNAM?
2. Incluya de manera esquemática su propuesta.
3. ¿Cuántos equipos está proponiendo? Enlistar por tipo.
4. Basado en el escenario de la red que propone, ¿cuál es el tiempo estimado de su implementación?
5. Responda SI o NO para todos los servicios de integración que provee.
 1. Diseño de arquitectura ()
 2. Especificaciones de componentes ()
 3. Definición de ruteo ()

4. Instalación de equipo ()
 5. Pruebas ()
 6. Resolución de problemas ()
 7. Soporte y mantenimiento ()
 8. Otros () Cuáles.
6. ¿Qué protocolos de ruteo recomienda para VoIP?

4.5. Perfil de la empresa

1. ¿Cuáles son los principales tipos de servicio y/o productos que ofrece para redes de voz, datos y video convergentes sobre el protocolo IP?
2. Describa qué socios de negocios tiene la empresa
3. Indique a qué tipo de clientes ofrece servicios (pequeños, medianos, grandes, privados públicos).
4. ¿Cuánto tiempo tiene su empresa ofreciendo productos y servicios de VoIP?
5. Provea información del tamaño de la compañía en término de utilidades, número de empleados y regiones del país que cubre.
6. Anexe los últimos 5 cuartos de año de estados financieros (ventas y utilidades). Incluya precios de acciones.
7. Indique el porcentaje que se invierte en desarrollo e investigación.
8. ¿La empresa vende de manera directa o a través de distribuidores?
9. ¿La empresa cumple con ISO 9001 y/o ISO 9002?
10. ¿La empresa tiene un programa para recompra de equipo discontinuado o atrasado en tecnología?
11. ¿Cómo han afectado a su empresa las crisis en la industria de las telecomunicaciones? ¿Qué medidas se han tomado para sobrellevarlas?

4.6. Costos

Provea un costo aproximado total de la solución que ofrece para la actualización de la red UNAM. Este costo permitirá a la UNAM establecer un techo presupuestal para este proyecto.

5. Requerimientos de datos para implementar una red telefónica IP

5.1. Instalación Eléctrica

Las redes eléctricas están formadas por generadores eléctricos, transformadores, líneas de transmisión y líneas de distribución para llevar energía eléctrica a las cargas de los usuarios de la electricidad, en este caso la red eléctrica alimenta a los equipos de comunicaciones y del cual generalmente al realizar un proyecto de enormes magnitudes o impacto tecnológico a nivel local o global, no es tomado en cuenta como se debiera. La mayoría de proyectos se realiza sobre instalaciones que se han realizado desde ya hace varios años y de los cuales se tienen normalmente dos tipos de energía la regulada y la no regulada. Para hacer una breve explicación al regulada se refiere a la energía eléctrica proporcionada que no tiene variaciones bruscas en su suministro en la cual se pueden conectar los equipos que son sensibles a variaciones eléctricas, la energía regulada se obtiene al hacer un arreglo eléctrico para eliminar dichas variaciones, mientras que la no regulada es la energía que bajada de un transformador la cual llega directo al contacto de usuario, normalmente en este tipo de contactos se conectan aparatos de uso rudo que no son susceptibles a las variaciones.

En este caso como en la mayoría de los equipos de comunicación clasificados de alta disponibilidad es necesario contar con energía regulada además de tener un respaldo de baterías que garantice la continuidad del servicio en situaciones críticas de ausencia de energía convencional, además de poner una planta eléctrica para el mismo fin. Debido a la importancia de la red se mencionan algunos requerimientos indispensables para una buena operación del equipo.

Tierra física.- La tierra física es una conexión del sistema eléctrico para descargar energía no deseada a tierra o cualquier sistema de disipación de corriente, las lecturas de tierra deben estar en un valor recomendado menor a 5 ohms. Implicado en esta medición debe tenerse un valor de corriente de 0.005 A de retorno a neutro.

Voltaje entre tierra y neutro.- Este valor permite garantizar la correcta instalación de los cables de neutro y positivo con respecto a tierra, y su valor debe estar en el rango de 0.5 a 1 v

Capacidad de interruptor.- en este caso el interruptor general para el circuito que alimenta el equipo debe ser calculado tomando en cuenta la carga total del circuito la cual no debe exceder el 80% de la capacidad de carga del interruptor.

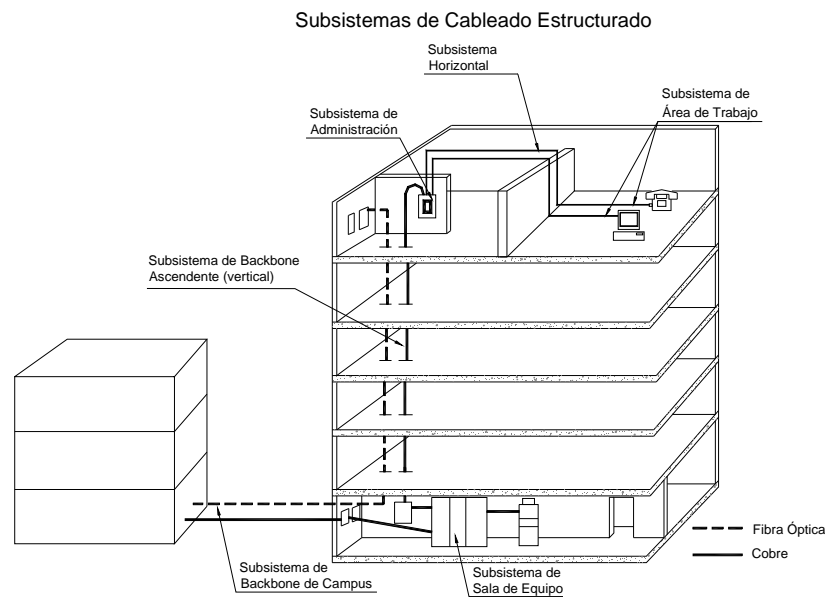
Verificar el funcionamiento de los UPS.- el utilizar los UPS garantiza la continuidad del circuito, al entrar en operación se debe seguir una rutina que debe operar en el momento de falta de suministro de energía en donde entraría planta de emergencia o el banco de baterías, dadas estas situaciones es necesario verificar que el equipo estará conectado a tableros regulados operando correctamente tanto al des-energizar como al re-energizar.

5.2. Cableado Estructurado

Las redes de computadoras cada vez son más confiables siempre y cuando se vayan adecuando a las conexiones y medios de transporte, la evolución de la tecnología garantiza el ancho de banda deseado para correr una aplicación deseada, se presentará a continuación la clasificación que hace el estándar para sistemas de cableado estructurado y enfocaremos solo la parte referente a la red LAN

Estándar 568B.- este indica la forma en la cual se debe realizar un sistema de cableado estructurado en los 7 subsistemas básicos:

- 1) Subsistema de backbone, se refiere a la instalación para interconexión entre edificios.
- 2) Subsistema de Entrada de equipo: es el lugar donde se reciben enlaces principales en un edificio y entre backbone de campus. Generalmente enlaces de carriers, fibras y cobre de uso rudo.
- 3) Subsistema Vertical, es la conexión interna en un edificio entre cuartos de telecomunicaciones.
- 4) Cuanto de telecomunicaciones, es en donde se concentran los equipos que dan el puerto de red al usuario final.
- 5) Subsistema horizontal, es el enlace o cableado entre el cuanto de equipo y la salida de red en el área de trabajo.
- 6) Subsistema de área de trabajo, e la conexión entre el puerto de red y la tarjeta de red del equipo de usuario.



- El cableado en el sistema horizontal debe ser categoría 5e o superior, contar con una buena memoria técnica para atender cualquier falla en la red ya que se vuelve crítica al llevar las dos aplicaciones importantes de telecomunicaciones.
- Cumplir con las normas y estándares sobre cableado estructurado de la EIA/TIA. El 569 EIA/TIA, se refiere a las canalizaciones para la instalación del cableado, 606 EIA/TIA, se refiere a la administración e identificación de los cables instalados y el 607 EIA/TIA, se refiere a la instalación de cableado eléctrico.
- Certificado por escrito por el fabricante de la solución de cableado. Esto implica, entre otras cosas:
- Emplear canalizaciones para el tendido del cableado de datos asegurando que en su recorrido estén separados del cableado de energía.
- Evitar cruzar bocas de iluminación con el tendido del cableado.
- Los cables que llegan a las bocas de conexión en cada puesto deben estar separadas del cableado de energía.
- Eliminar cruce de pares y pares abiertos.
- Entregar la red libre de ruidos e inducciones.

5.3. Arquitectura de la Red

- Ya se mencionaron los estándares que debe cumplir el cableado, pero no solo la parte física es necesaria para que la aplicación de telefonía sobre IP es necesaria para un buen desempeño de la red sino los equipos conectados a ella, por lo que se hacen las siguientes recomendaciones.
- Cuando se utiliza una arquitectura de red colapsada, es necesario planear cuidadosamente la capacidad de procesamiento de los switches versus la cantidad y tipo de tráfico que ha de ser soportado. No se considera adecuado crear este tipo de infraestructuras con arquitecturas de LAN switching que estén diseñadas para soportar hasta 48 puertos por switch. Si se apila una gran cantidad de estos elementos (por medio de los puertos de apilamiento o stacking) se pueden llegar a generar cuellos de botella los cuales impacten en los tiempos de respuesta de aplicaciones y telefonía IP. Para este tipo de arquitecturas es saludable el utilizar switches modulares diseñados explícitamente para realizarse estas funciones.
- Múltiples subredes en una sola VLAN o dominio de colisiones. Una red de este tipo tendrá inconvenientes con los broadcast, multicast, y las actualizaciones de protocolos de ruteo. Los ambientes de red que son especialmente propicios para la generación de altos niveles de broadcast son las redes Novell Netware y Windows en todas sus versiones de sistemas operativos. Deben evitarse, o tendrá un gran impacto en el desempeño de la transmisión de voz y harán más difíciles los procesos de detección, diagnóstico y corrección de problemas (troubleshooting) en la red.
- Redes basadas en Hubs: Los hubs en una red crean algunos desafíos interesantes para los administradores. La tecnología de hub o concentrador implica que el tráfico que es transmitido por un equipo será escuchado por los demás equipos conectados en el mismo hub. En una red construida con tecnología de LAN switching solamente el destinatario del tráfico de datos lo escuchará y atenderá.
- Es aconsejable no vincular más de cuatro hubs o switches LAN 10baseT o dos hubs 100baseT juntos a menos que dicha conexión se lleve a cabo por medio de

los puertos de apilamiento o stacking diseñados ex profeso para conectar varios hubs o switches y que estos funcionen como una sola entidad.

- Definiciones ineficientes de listas de acceso en ruteadores pueden afectar los tiempos de respuesta que estos deben tener para atender tráfico de voz y en algunos casos extremos, pueden llegar a impedir que el tráfico de voz fluya con normalidad. Cuando se van a conectar redes de datos con voz es necesario hacer un análisis puntual de los nodos de datos que van a inyectar tráfico en la red de voz para que dicha interacción sea eficiente.

En general, se considera que la red LAN debe cumplir con las siguientes características:

- La red debe ser switchada con velocidades 100/1000 Mbps al escritorio
- Para el diseño de la red LAN se debe considerar:
 - o Esta deberá establecer jerarquías de backbone (core o núcleo), distribución y acceso en el equipo de LAN switching.
 - o Una llamada telefónica IP full dúplex en un red LAN consume aproximadamente 91.56 Kbps (con un códec G.711 y con una carga útil de 80 Bytes).
 - o Aunque la llamada de telefonía IP consume relativamente un ancho de banda bajo, el enlace entre el switch de core y los switches de distribución/acceso deberá dimensionarse no sólo para soportar el número de llamadas concurrentes sino también de las aplicaciones de datos o video propias de su corporación.
 - o Típicamente se utiliza al menos un enlace de 1 Gbps entre el switch de core y los switches de distribución/acceso.
 - o Procesamiento distribuido por módulo de interfaz. Este tipo de arquitectura libera de carga al procesador central y optimiza el tiempo de respuesta del switch, mejorando las condiciones para telefonía IP.
 - o Matriz de conmutación interna, que en conjunto con el procesamiento distribuido, permite un flujo óptimo de los paquetes entre los módulos de interfaz. Esto crea enlaces dedicados entre los puertos de los usuarios final mejorando las condiciones para la telefonía IP.
 - o Un alto nivel de confiabilidad. Se recomienda que los switches de core posean elementos de redundancia básica como lo es procesador redundante, fuentes de poder redundantes N+1, y matriz de conmutación redundantes. Esto logra elevar el nivel de disponibilidad de la red LAN apropiadamente para servicios de Telefonía IP.
 - o La capacidad de desempeño de su switch de core debe ser proporcional a la demanda que pudieran generar los puertos en el switch a una completa carga. Es decir, el switch debe ser no bloqueable.
 - o En caso de contar con un switch de procesamiento centralizado y/o con un bus compartido para la comunicación entre los módulos de interfaz, se le recomienda que analice y en su caso crezca la capacidad total de procesamiento del sistema.

5.4. Calidad de Servicio

Para que una solución de VoIP funcione bien, la red LAN debe ser capaz de priorizar paquetes de voz por encima de los paquetes ordinarios de datos. La red LAN debe incluir los mecanismos para garantizar clasificación y priorización. Los protocolos

encargados de llevar a cabo esta clasificación, marcado y tratamiento del tráfico (según las definiciones de calidad de servicio) son los estándares IEEE 802.1Q e IEEE 802.1P.

5.5. Diferencias entre QoS y CoS

La Clase de Servicio (CoS) es solamente un método de clasificación a nivel de la capa dos del modelo OSI (o para decirlo de otra forma a nivel de la red Ethernet). La CoS NO asegura calidad de servicio (QoS), pero es el método usado para limitar el delay y otros factores para mejorar la QoS. La mayoría de las estrategias de CoS asignan un nivel de prioridad, usualmente 1–8, a un paquete o trama. Los modelos comunes de CoS se apoyan en mecanismos de clasificación de tráfico a nivel de la capa tres del modelo OSI (el nivel del protocolo IP) como el Servicio Diferenciado de punto de Codificación o Differentiated Services Code Point (DiffServ ó DSCP, definido en el RFC 2474 Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers y actualizado en los RFCs 3168 y 3260).

Mejorar la Calidad de Servicio (QoS) abarca poder formar colas de espera con tratamiento preferencial (para tráfico marcado con ciertos valores CoS o DSCP) y/o reservación de ancho de banda bajo las mismas condiciones de clasificación de tráfico una determinada Calidad de Servicio se negocia.

Ejemplos de mecanismos de QoS son RSVP (Protocolo de Reservación) e Int. Serv. (Servicios Integrados RFC 1633).

Uso de Puertos

Uno de los esquemas de priorización asigna prioridad basándose en los números de puerto UDP (Protocolo de Datagrama del Usuario) que usan los paquetes de voz. Este esquema permite usar a los equipos de la red que puedan marcar con una prioridad a los paquetes en estos puertos. UDP se usa para transportar voz a través de la LAN porque no soporta los mecanismos de control de flujo ni de recuperación de errores propios del protocolo TCP/IP. Esto hace que la entrega del tráfico de voz sea más ágil. A causa de la sensibilidad al delay del oído humano, es mejor permitir perder paquetes en lugar de retransmitir la voz en un ambiente de tiempo real. Los routers y switches capa 3 deben usar estos puertos para distinguir prioridad de tráfico.

Uso de DSCP (o TOS)

El esquema de priorización del “Servicio Diferenciado de punto de Codificación” (DSCP por sus siglas en inglés de Differentiated Services Code Point) redefine el byte de Tipo de Servicio (TOS) en el encabezado de un paquete IP combinando los primeros seis bits en 64 posibles valores PHB (Saltos por Conducta ó Per Hop Behaviors). Este uso del byte TOS debe ser usado y soportado por los Teléfonos IP, por los servidores de comunicaciones o PBXs, y otros elementos de red tales como los routers y switches en la LAN.

El método TOS original usa el byte TOS para asignar una clase de servicio como está definido en RFC 795. Este byte IP puede ser usado de la manera tradicional mediante la configuración de los de bits precedentes (3) dando ocho clases de servicio. Otros cuatro bits definen: delay (normal o bajo), throughput o tasa de información (alto o normal),

confiabilidad (alta o normal), y costo (normal o bajo). El byte TOS es un modelo de solución OSI capa 3 y actúa sobre los paquetes y datagramas.

Se sugiere, entonces, configurar un PHB de 40 (101000) para acelerar el reenvío de paquetes tanto en los switches de backbone como en los enrutadores que dan acceso a localidades remotas a través de los enlaces WAN. Esto permite garantizar el poder mantener la calidad de servicio de extremo a extremo en una red.

Uso de IEEE 802.1 p/Q

El otro esquema de priorización necesario es el estándar IEEE 802.1p/Q, que usa dos bytes que categorizan tramas en capa 2. El standard IEEE 802.1Q define la norma abierta para etiquetar y diferenciar tráfico de datos destinado a diferentes VLANs. Dos bytes albergan 12 bits usados para etiquetar cada trama con un número de identificación de VLAN. Mientras el IEEE 802.1p usa tres de los bits que quedan en el encabezado 802.1Q para asignar una de las ocho diferentes clases de servicio disponibles.

Es imprescindible que tanto los servidores de comunicaciones o PBXs, los teléfonos IP y los switches de la red de datos en capa 2 soporten este estándar para el correcto manejo de la calidad de servicio en la LAN. Si alguno de estos elementos no soporta este estándar, es necesario realizar una evaluación de la red LAN con el fin de saber si su actualización es necesaria o bien si existe algún otro mecanismo de procuración de QoS disponible.

5.6. Parámetros de Desempeño de la Red

Hay varios parámetros de la red que afectan a la calidad de la voz, los cuales se deben considerar en la instalación de telefonía IP.

Demora del Paquete en la Red (Network Packet Delay)

El retardo de un paquete es la cantidad de tiempo que demora un paquete en cruzar la red desde un punto de transmisión hasta un punto de recepción (en un solo sentido) o en realizar un viaje redondo retornando al punto de transmisión.

Los usuarios experimentan dificultades en llevar a cabo una conversación normal cuando la demora de la red en un sentido excede los 50 milisegundos (ms). Cada elemento de la red aumenta esta demora del paquete incluyendo switches, routers, distancia recorrida a través de la red, firewalls, y buffers de jitter.

Un retardo de paquete que excede los 50 ms puede tener un efecto notorio en la percepción de la calidad de la voz o bien en los tiempos de respuesta de una aplicación. Aun así, algunas aplicaciones o usuarios pueden elegir tolerarlo, del mismo modo que muchas personas aceptan baja calidad de voz cuando usan teléfonos celulares.

El retardo en los tiempos de respuesta de un ruteador no solo depende del hardware, también afectan configuraciones tales como listas de acceso, métodos de cola de espera, y modos de transmisión. Algo de la demora (Latencia) puede ser controlada en el entorno de red porque la compañía o empresa controla la infraestructura de la red. Cuando se usa la WAN, hay demoras inherentes que no se pueden controlar.

Las LANs y WANs con mas de 80 ms de demora en un solo sentido muy probablemente entreguen una calidad de voz que suene distorsionada a la mayoría de los usuarios cuando usan productos de telefonía IP, por lo cual no se recomienda tomar estos valores como válidos para tener buena calidad en la voz. Avaya aconseja usar los servicios de evaluación de la red de Avaya NCS para poder medir los niveles de retardo y hacer las recomendaciones necesarias para resolver cualquier inconveniente de latencia antes de llevar a cabo una solución de Telefonía IP.

Jitter

El jitter es una medida de variación en el tiempo que tardan las comunicaciones para cruzar desde el remitente (aplicación) hasta el receptor, visto desde la capa de aplicación (de RFC 2729 Tasación de los Requerimientos para Aplicaciones Multicast de Gran escala). Tendemos a pensar en el jitter como la variación del promedio estadístico de tiempo-de-entrega entre paquetes o datagramas.

El jitter puede crear problemas audibles de calidad de voz si la variación es mayor a 20ms. Los síntomas de jitter excesivo son muy similares a los síntomas de delay alto, porque en ambos casos los paquetes son descartados si el packet delay excede la mitad del tamaño del buffer del jitter.

Para compensar el jitter de red, muchos fabricantes implementan un buffer de jitter en sus aplicaciones de voz H.323. El propósito del buffer de jitter es retener paquetes entrantes por un período de tiempo específico antes de reenviárselos al proceso de descompresión. Un buffer de jitter es diseñado para emparejar el flujo de paquetes, así mismo, esto también puede agregar un significativo packet delay.

Los buffers de jitter generalmente deben ser dimensionados a dos veces el tamaño estadísticamente mas largo de la variación entre paquetes.

Los fabricantes de ruteadores tienen muchos métodos para encolar los paquetes que alteran el comportamiento del buffer de jitter. Seleccionar el tamaño correcto del buffer de jitter no es lo único que usted debe observar, paralelamente también debe elegir un tipo apropiado de algoritmo “descargador-de-cola” junto con el buffer de jitter; por ejemplo, Weighted Fair Queuing (WFQ), Random Early Detection (RED) y Weighted Random Early Detection (WRED).

La topología de la red también afecta al jitter. En una red switchheada por haber menos colisiones el jitter será menor comparado con una red basada en hubs. Esta es una de las razones por las cuales una red basada en hubs no es apropiada para implementar telefonía IP. Los servidores de comunicaciones o PBXs deben también tener incorporado en su software buffers de jitter dinámicos para minimizar constantemente el jitter. En resumen todos los dispositivos activos que compongan una red de telefonía IP deben tener incorporados buffers de jitter.

Pérdida de Paquetes

La pérdida de paquetes de la red ocurre cuando se envían paquetes, pero no se reciben en el destino final. Para asegurar buena calidad de voz en una red de VoIP, la pérdida de

paquetes debe ser menor que el 0.2% del total de tráfico transmitido en un periodo de tiempo determinado en la red. Recuerde que demasiado delay *puede causar* que los paquetes se descarten automáticamente, y eso puede aparecer como que la red está perdiendo paquetes cuando de hecho se han descartado intencionalmente.

Pérdida del Orden de Paquetes en la Red

La pérdida del Orden de Paquetes en la Red, para la voz sobre IP, equivale a muchísima pérdida de paquetes. Si un paquete llega desordenado cuando no es su turno de llegada, como no tiene sentido reproducirlo, generalmente es descartado. Específicamente, los paquetes son desechados cuando llegan más tarde de lo que el buffer del jitter puede retenerlos. El desorden puede ocurrir cuando las redes envían paquetes individuales sobre diferentes rutas debido a la congestión, balanceo de carga u otras dificultades transitorias. Los paquetes que cruzan la red por diferentes rutas pueden llegar desordenados al destino. Diferir la latencia de red sobre caminos asimétricos también puede forzar la pérdida del orden de los paquetes.

Se recomienda, entonces, que la arquitectura y los protocolos usados en la red LAN y WAN sean los apropiados para minimizar las causas de este problema. Por ejemplo, en una WAN se recomienda tener protocolos para reservar recursos como RSVP así como mecanismos de control de congestión de la red. Un protocolo como RSVP en la WAN permite definir y reservar recursos sobre trayectorias específicas entre dos extremos por donde bien pueden viajar todos los paquetes correspondientes a telefonía IP. Un mecanismo de control de congestión en la red permite identificar trayectorias que puedan estar con un nivel de tráfico inusualmente elevado, a que ésta es una de las causas principales para que los paquetes lleguen desordenados al otro extremo.

Conversión (Transcoding)

El Transcoding es una señal de voz convertida de analógica a digital o de digital a analógica (posiblemente con o sin compresión y descompresión). Si las llamadas son enrutadas usando múltiples codificadores de voz, como en el caso de una llamada de cobertura en un sistema intermediario detrás de un sistema de correo de voz centralizado, las llamadas pueden experimentar múltiples transcodings (incluyendo el de entrar y salir de la casilla de correo de voz).

Cada episodio de transcoding resulta en una degradación de la calidad de voz. Para evitar este fenómeno se sugiere que los servidores de comunicaciones o PBXs tengan alguna funcionalidad de re-direccionamiento o reemplazo de la trayectoria para una llamada telefónica. Este tipo de funcionalidad permite que una llamada de telefonía IP sea enrutada directamente entre los dos puntos extremos, ya sea a través de una LAN o una WAN, sin necesidad de pasar a través de un transcoder. Así, el cambio de señal de voz a paquetes de datos IP solamente se realiza en los teléfonos IP de cada extremo mejorando la calidad de la voz. En este tipo de esquema únicamente se deben establecer canales de señalización entre los servidores de comunicaciones o PBXs para que se pueda determinar la ruta apropiada para la llamada.

Eco

El eco puede ser el resultado de una desigualdad de impedancia entre sistemas de cuatro hilos y sistemas de dos hilos. Un circuito híbrido hace la conversión entre estos sistemas. Otra fuente de eco es una desigualdad de impedancia en la conversión entre el bus TDM (Time División Multiplexing) y la LAN. La desigualdad de impedancia causa una transferencia ineficiente de energía. La conservación de la energía dice que el desbalanceo debe ir a algún lugar y entonces es reflejada hacia atrás en forma de eco. A veces el orador escucha el eco pero el receptor no.

Los canceladores de eco, que tienen cantidades variantes de memoria, comparan la voz recibida con la voz presente. Si los parámetros no concuerdan, el cancelador cancela el eco. De todas maneras, los canceladores de eco no son perfectos. Bajo algunas circunstancias el eco es pasado a pesar del cancelador. El problema es exacerbado en sistemas de VoIP. Si la demora (delay) del viaje en un sentido entre destinos es más grande que la memoria del cancelador de eco, el cancelador de eco nunca encontrará un parámetro para cancelar.

Se recomienda que los servidores de comunicaciones o PBXs incorporen canceladores de eco diseñados específicamente para problemas de VoIP para mejorar calidad de voz.

Supresión de Silencio y Detección de Actividad de Voz

La Detección de Actividad de Voz (VAD) monitorea la señal recibida para actividad de voz. Cuando ninguna actividad es detectada por el período de tiempo configurado, el software informa a los mecanismos de transmisión de voz para terminar la transmisión de cualquier tipo de sonido.

Esto previene que el sonido generado por el codificador cuando hay silencio sea transportado por la red, resultando en un ahorro adicional de ancho de banda. Este software también mide las características del ruido ambiente de las interfaces de telefonía, y lo reporta a los protocolos de control de llamada, relevándole esta información al destino remoto para la generación (reproducción) del ruido cuando no esté presente ninguna voz (ruido rosa).

Los VADs agresivos causan recortes en la voz y pueden resultar en una pobre calidad de la misma, pero el uso de VAD puede conservar en gran medida el ancho de banda y por eso es un detalle muy importante a considerar cuando se planea el ancho de banda – especialmente en la WAN (Wide Area Network).

Si se requiere optimizar el ancho de banda en la WAN se recomienda que el servidor de comunicaciones o PBX posea mecanismos de supresión de silencio y detección de actividad de voz. Sin embargo, también se recomienda ser cauteloso en la implementación para evitar tener efectos de entrecortamientos.

Red Duplex

La red ideal para transportar tráfico de VoIP es una red que sea LAN completamente switchada de punta a punta (end-to-end) porque esto reduce significativamente o elimina las colisiones. Una red que tenga segmentos compartidos (hub-based) resultará en baja calidad de voz debido a excesivas colisiones.

Aunque hay muchas marcas y modelos diferentes de switches de datos disponibles, se recomienda una red switchheada específicamente diseñada para habilitar y reforzar la calidad de VoIP en toda su red.

5.7. Selección de Codificador

Dependiendo de la disponibilidad de ancho de banda y la calidad de voz requerida, puede valer la pena seleccionar un codec que produzca audio comprimido.

- Un codec G.711 produce audio sin compresión a 64Kbps
- Un codec G.729 comprime audio a 8Kbps
- Un codec G.723 comprime audio aproximadamente a 6Kbps

La siguiente tabla provee comparación de varias consideraciones de calidad de voz asociadas con algunos de los codecs. Debe tenerse en cuenta que el grado de calidad de voz debe alcanzar un MOS (Mean Opinion Score) de 4 o más. El puntaje MOS es un método subjetivo de medición de calidad de voz.

Tabla 1. Comparación de Normas de Codificación de Voz

Standard	Coding Type	Bit Rate (kbps)	MOS
G.711	PCM	64	4.3
G.729	CS-ACELP	8	4.0
G.723.1	ACELP	6.3	3.8
	MP-MLQ	5.3	

Se debe tener presente que el ancho de banda total requerido por una llamada bi-direccional de telefonía IP no sólo considera las tasas Bit Rate expuestas arriba, sino también todos los encabezados correspondientes IP, RTP, etc.

5.8. Requerimientos en una red WAM

Arquitectura de la Red

Una red de Telefonía IP geográficamente dispersa podría implementarse en redes WAN con diferentes arquitecturas y tecnologías. Las más comunes con sus ventajas y desventajas se describen a continuación:

Red IP WAN

- Esta es la arquitectura de red WAN que mejor se adapta a la naturaleza de un sistema de telefonía IP:
 - o Este esquema puede utilizar los protocolos HDLC y PPP para establecer comunicación entre los nodos geográficamente dispersos.

- Este tipo de redes son “fully meshed” en su core. Una red privada o una red provista por un carrier debe estar formada por una malla de switches o ruteadores IP de gran capacidad. Esto provee varios beneficios:
 - Se pueden establecer enlaces virtuales entre todos los puntos de una red geográficamente dispersa habilitándolos en todo momento para establecer comunicación directa sin la necesidad de pasar siempre por el mismo punto.
 - Se pueden establecer rutas de respaldo. En el core de una red IP WAN se pueden establecer enlaces secundarios para comunicación entre los puntos geográficamente dispersos, logrando incrementar el nivel de disponibilidad de servicio de la red de transporte.
- Los protocolos típicos de Calidad de Servicio que usa una red IP WAN de este estilo son MPLS Traffic Engineering, RSVP y DiffServ por mencionar algunos, mecanismos que permiten:
 - Proveer niveles de servicio de extremo a extremo.
 - Reservar recursos de la red de transporte necesarios para garantizar los tiempos de respuesta requeridos a través de los múltiples dispositivos.
 - Proveer mecanismos para habilitar rutas redundantes en caso de falla de algún dispositivo de la red.

Red Frame Relay WAN.

- Este tipo de redes pueden ser “Full Mesh” o “Partial Mesh”, permitiendo la utilización más eficiente de enlaces físicos (por ejemplo un E1), por medio de la creación de circuitos virtuales permanentes o conmutados (switcheados).
- Estos circuitos virtuales utilizan una porción predefinida del ancho de banda del enlace físico (parámetro CIR) para la transportación de tramas de datos.
- Para evitar que otros circuitos virtuales dentro del mismo enlace físico utilicen el ancho de banda de otros circuitos virtuales, existen otros mecanismos de contención (parámetros CBS y EBS), los cuales delimitan la máxima cantidad de ancho de banda que estos circuitos pueden utilizar.
- Para el soporte de tráfico de voz sobre IP, Frame Relay posee ciertos mecanismos que ayudan a garantizar tiempos de respuesta y comportamiento de tráfico tales como las especificaciones FRF.12 (Frame Relay Fragmentation Implementation Agreement), y RFC 2427 antes RFC 1490 (Multiprotocol Connect Over Frame Relay). El RFC 2427 describe un método de encapsulamiento que permite trasportar tráfico de interconexión sobre una nube Frame Relay, cubriendo aspectos de bridging y ruteo. Mientras que FRF.12 permite la fragmentación de las tramas de tráfico de datos en tramas de igual tamaño a las tramas de voz, permitiendo así un comportamiento de tráfico más predecible con respecto a los tiempo de respuesta requeridos por un sistema de voz sobre IP, descritos anteriormente en este documento. Es indispensable que los dispositivos de red cumplan con las especificaciones de estos estándares.

- El FRF.12 es útil cuando se requiere transmitir voz y datos sobre el mismo circuito virtual. Sin embargo es posible también destinar un solo circuito virtual para el transporte de voz sobre IP.
- Cada una de estos esquemas tiene un costo asociado, el cual puede o no influir en la estrategia de implementación.

Redes con ATM

Con una red ATM se puede presentar un problema típico de incompatibilidad de esquemas de calidad de servicio. Una red ATM WAN posee diversas capas de adaptación capaces de dar diferentes calidades de servicio como lo son AAL-1, AAL-2, AAL-3/4, y AAL-5. Sin embargo, es también típico encontrar que ATM forme parte del core de una red WAN, mientras que típicamente se usan FRADs para distribuir o proveer el acceso WAN al usuario final.

Un esquema de telefonía IP en una WAN que usa ATM como tecnología de core y Frame Relay para el acceso, presentará un nivel de complejidad para poder empatar las calidades de servicio IP contra las que maneja Frame Relay y ATM bastante elevado. De hecho, son pocas las tecnologías de acceso Frame Relay que cuentan con mecanismos para priorizar voz sobre IP.

De este ser el caso de su red WAN se recomienda evaluar la migración de su tecnología o carrier por uno basado en IP capaz de manejar calidad de servicio y/o usar los servicios de consultoría Avaya NCS para obtener una recomendación.

Redes VPN

Hay muchas definiciones para redes privadas virtuales o VPN (por Virtual Private Networks). En este documento VPNs está referido a túneles encriptados que llevan datos paquetizados. Los VPNs pueden usar líneas privadas o la Internet mediante uno o más ISP (Internet Service Providers) o Proveedores de Servicio de Internet. Los VPNs son implementados en hardware y software dedicados, pero también pueden ser integrados como una aplicación para el hardware y paquetes de software existentes. Un ejemplo común de un paquete integrado es un producto firewall que puede proveer una barrera contra intrusión no autorizada, acorde a las funciones de seguridad necesitadas por una sesión VPN.

El proceso de encriptación puede tomar de 30 ms a un segundo o más. Obviamente, los VPNs pueden representar una significativa fuente de delay (demora) y, por eso afectan negativamente la performance de voz. También, como la mayoría del tráfico del VPN corre sobre Internet y hay poco control sobre los parámetros de QoS (Calidad de servicio) para tráfico a través de Internet, la calidad de voz sufriría debido a la excesiva pérdida de paquetes, demora, y jitter. Usted puede negociar un acuerdo de nivel de servicio con su proveedor de VPN para garantizar un nivel de servicio aceptable.

Mecanismos para Calidad de Servicio

Los mecanismos para garantizar la calidad de servicio en una red WAN son aquellos que se utilizan en la capa 3 del modelo OSI y han sido descritos en los párrafos anteriores que se refieren a una red WAN IP, Frame Relay y ATM.

Ancho de Banda

El ancho de banda para el usuario es muy importante. Acceder a la red usando conexiones lentas, como las conexiones dial-up, degradará la calidad de voz. La mejor calidad de voz en las LANs y las WANs es alcanzada cuando el ancho de banda es controlado por el cliente.

El ancho de banda propiedad del cliente puede ser armado para optimizar el tráfico de VoIP. Recíprocamente la calidad del sonido no puede garantizarse, si el carrier o la Internet, no pueden implementar mecanismos de control de ancho de banda y de tiempos de respuesta. Debido a que los factores de demora, el jitter y la pérdida de paquetes están exacerbados sobre la Internet, no se recomienda el uso de Internet para aplicaciones de voz por ahora.

La siguiente tabla enumera algunos requisitos comunes de ancho de banda para la LAN. El ancho de banda está basado sobre half duplex (la comunicación en un sentido o unidireccional).

Tipo de Códec	Tasa de transmisión	Bytes de datos por cada trama de 30 ms	Tamaño total de la trama en Bytes	Sin supresión de silencios en Kbps	Con supresión de silencios en un solo sentido en Kbps	Con supresión de silencios en ambos sentidos en Kbps
G.711	64 Kbps	240	298	158.93	119.20	79.47
G.729	8 Kbps	30	88	46.93	35.20	23.47
G.723	5.3 Kbps	20	78	41.60	31.20	20.80

Otras Consideraciones en la Red WAN

Entregar ancho de banda a aplicaciones sobre la WAN está limitado justamente por la disponibilidad y su elevado precio del ancho de banda de la WAN. Cuando el tráfico de voz es llevado sobre redes de datos, funcionan diferentes esquemas de formación de colas de espera para dar prioridad a los paquetes de voz sobre los paquetes de datos. Las tramas (frames) grandes de datos pueden demorar excesivamente la entrega de otros frames más pequeños de tráfico de voz en tiempo real, si los paquetes grandes son enviados como unidades solas debido a una demora de serialización extendida. Para evitar delay excesivo, puede ser beneficioso fragmentar los paquetes de datos más grandes y después intercalarlos con los paquetes de voz más pequeños.

Una técnica para redimensionar los paquetes es ajustar el tamaño de la Unidad Máxima de Transmisión (MTU por Maximum Transmission Unit). El tamaño de MTU no debe ser menor que 300 bytes ni mayor que 550 bytes. Las MTUs basadas en la LAN pueden tener un tamaño de 1500 bytes. Nota: Reducir el tamaño de la MTU agregará sobreencabezado (overhead) y reducirá la eficacia de las aplicaciones de datos. Otras técnicas, tales como Multilink PPP (MPP), Link Fragmenting and Interleaving (LFI), y Frame Relay Fragmentation (FRF.12) permiten a los administradores de red fragmentar paquetes grandes. También permiten mecanismos de formación de colas de espera para velocidad, el delivery de tráfico del Protocolo de Tiempo Real (RTP por Real Time Protocol) sin incremento significativo del protocolo de overhead o sin reducir la

eficiencia de datos. Los protocolos de compresión de encabezado como CRTP (RTP Comprimido) también pueden (y deberían) ser usados entre vínculos WAN.

Redes con Network Address Translation (NAT)

La VoIP no funciona bien con redes LANs que usan NAT (por sus siglas en inglés Network Address Translation) porque el NAT no soporta protocolos H.323. La dirección

IP del destino es encapsulado en más de un encabezado, el Q.931, H.245, el encabezado IP. El NAT cambia la dirección solamente en el encabezado IP resultando en una incongruencia que prohíbe el control de llamadas.

6. Maquetas de pruebas para compatibilidad de Conmutadores TDM e IP

Los estándares internacionales promueven la compatibilidad entre productos de diferentes marcas con el objeto de tener una libre justa competencia en el mercado y que los equipos puedan ser funcionales en una misma red para con diferentes marcas. La evolución de la tecnología también lleva a un desarrollo de protocolos y aplicaciones nuevas que con el paso del tiempo deben de estandarizarse.

Este proyecto es de tecnología de vanguardia por lo que fue necesario hacer una serie de pruebas de facilidades e interoperabilidad con los sistemas existentes y garantizar la migración de la tecnología y las facilidades existentes sigan operando de manera transparente.

Características y funciones de la red

En términos generales la siguiente tabla muestra las características y facilidades que los nuevos conmutadores de telefonía IP deben cumplir para su instalación.

Características y funciones de la red

FACILIDADES	Disponible	El usuario lo accede por:		Administrable por sistema
		Código	Tecla	
Authorization Code (de 1 a 8 dígitos)	SI	SI	SI	SI
Call Back	SI	SI	SI	
Call Conference	SI	Hooking	SI	
Audio Conference (mínimo 8 participantes)	SI	SI	SI	SI
Call Transfer con/sin supervisión	SI	Hooking	SI	
Call Forwarding All Calls	SI	SI	SI	SI
Call Forwarding Busy line	SI	SI	SI	SI
Call Forwarding Don't Answer	SI	SI	SI	SI
Call Hold	SI	Hooking	SI	
Call Park	SI	SI	SI	
Call Pickup group (mínimo 100 grupos por PBX, de 30 integrantes cada grupo)	SI	SI	SI	SI
Call Waiting	SI	SI	SI	
Free Seating	SI	SI	SI	SI
Intercom Phone-Phone (automático y por marcación)	SI		SI	SI
Last Number Redial	SI	SI	SI	
Mute	SI		SI	
One Button Speed Dial (por sistema)	SI	SI	SI	SI
Pad Lock	SI	SI	SI	SI
Jefe-Secretaria	SI		SI	SI
Bridge Call Appearance	SI		SI	SI
Llamada de emergencia	SI	SI	SI	
Soporte de extensiones Hotline	SI		SI	SI
Speed Calling System	SI	SI	SI	SI
FUNCIONES				
Servicio de anuncios asociados a operadora automática, configurables	SI			SI
Acceso remoto al PBX (DISA) con y sin código de autorización	SI			SI
Call Return	SI			SI
Distinctive ringing (llamadas internas/externas)	SI			SI
Caller ID (extensiones)	SI			SI

FACILIDADES	Disponible	El usuario lo accede por:		Administrable por sistema
		Código	Tecla	
Encendido y control de lámpara de mensaje en espera	SI			SI
Hunting Group (mínimo 30 grupos por PBX, de 30 integrantes cada grupo)	SI			SI
Music on Hold (fuente interna y externa)	SI			SI
Voice Active Detect	SI			SI
Tándem R2 entrante a R2 saliente	SI			SI
Tándem R2 a QSIG	SI			SI
Traslación de dígitos entrantes	SI			SI
Borrar dígitos	SI			SI
Adicionar dígitos	SI			SI
Acceso individual a troncal	SI	SI		
Liberación forzada de troncales	SI			SI
Control de ganancia en enlaces y extensiones	SI			SI
Particiones lógicas del PBX, mínimo 30 (con un plan de numeración diferente cada uno)	SI			SI
Envío de registros de tarificación normal y expandido	SI			SI
Soporte de entrega local y centralizada de los registros de tarificación.	SI			SI
Enmascaramiento de códigos de autorización al marcarlos	SI			
Rutina de cambio de CPU activo/stand-by	SI			
Desplegado de un nombre asociado a extensión (mínimo 16 caracteres)	SI			SI
Desplegado del ANI	SI			SI
Actualización del ANI al transferir	SI			SI
Tablas de restricción de toma de troncal flexibles	SI			SI
Ajustarse a la restricción de la extensión al transferir o en desvío de llamadas	SI			SI
Códigos flexibles de acceso a facilidades	SI			SI
Tablas flexibles de clases de servicio	SI			SI
Redes superpuestas (30 mínimo) a nivel red: en un aparato deben poder programarse extensiones "normales" y de la red superpuesta, no pudiendo marcarse entre ellas.	SI			SI
Soporte de extensiones virtuales (mínimo 500 por cada PBX)	SI			SI
Soporte de números fantasma (mínimo 500 por PBX)	SI			SI
Troncal analógica bidireccional con terminación en tecla de aparato digital e IP.	SI		SI	SI
Password de administración del más alto nivel	SI			SI
Cuentas extras de administrador de nivel de acceso configurable	SI			SI
Soporte de planes de numeración de 1 hasta 6 dígitos	SI			SI
Manejo de rutas alternas con/sin traslación de dígitos.	SI			SI
El sistema de señalización debe ser soportado por todos los PBX que se propongan como elementos de la red, sin importar el modelo, la capacidad o la familia a la que pertenezcan.	SI			
Todas la facilidades deben operar de forma transparente a nivel local y a nivel red, sin sacrificar alguna otra y operar tanto en aparatos digitales como en aparatos IP.	SI			SI
Soporte de Call Admission Control	SI			SI
Las licencias habilitadas en un PBX deben poderse compartir en los demás PBX de la red (Uso de licencias a nivel red)	SI			SI
Soporte de extensiones SIP.	SI			SI
Soporte de troncales SIP.	SI			SI
Soporte de extensiones H.323	SI			SI
Soporte de troncales H.323	SI			SI

FACILIDADES	Disponible	El usuario lo accede por:		Administrable por sistema
		Código	Tecla	
Cada PBX debe ser capaz de respaldar la información internamente y en la terminal de administración.	SI			SI
Todos los PBX deben permitir la administración de forma local y centralizada (a través del sistema de administración centralizada).	SI			SI
Cada PBX debe operar de forma independiente, sin requerir de un controlador central, por lo que los procesos deben ser distribuidos en todos los PBX la red.	SI			
Cada PBX debe ser capaz de almacenar 25,000 registros de tarificación, de manera local, en caso de pérdida de conexión con el sistema de tarificación central y enviarlos al restablecerse la conexión.	SI			SI

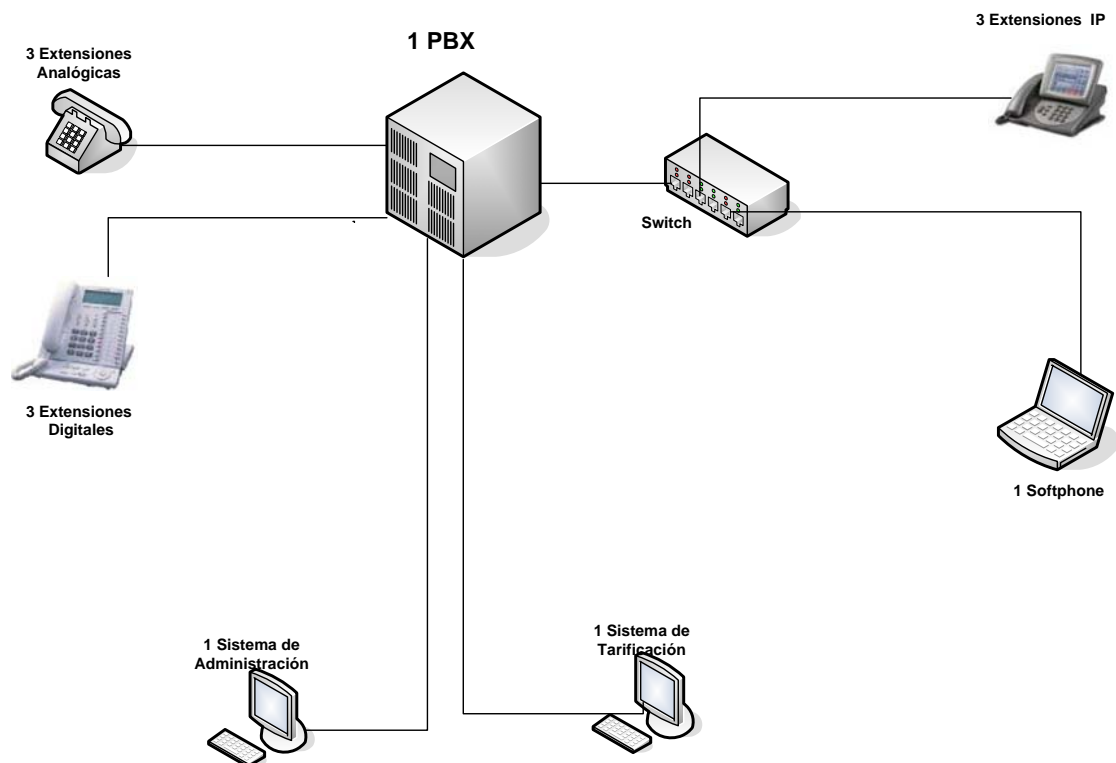
Se presenta a continuación las maquetas realizadas:

6.1. Maqueta 1) Facilidades y funciones de equipo (TDM e IP)

Descripción: Se comprobarán las facilidades y características de un PBX individual, con extensiones digitales, analógicas y softphone, mismas que son las requeridas para la red telefónica.

Diagrama 1a

FACILIDADES Y PROCEDIMIENTOS DE EQUIPO

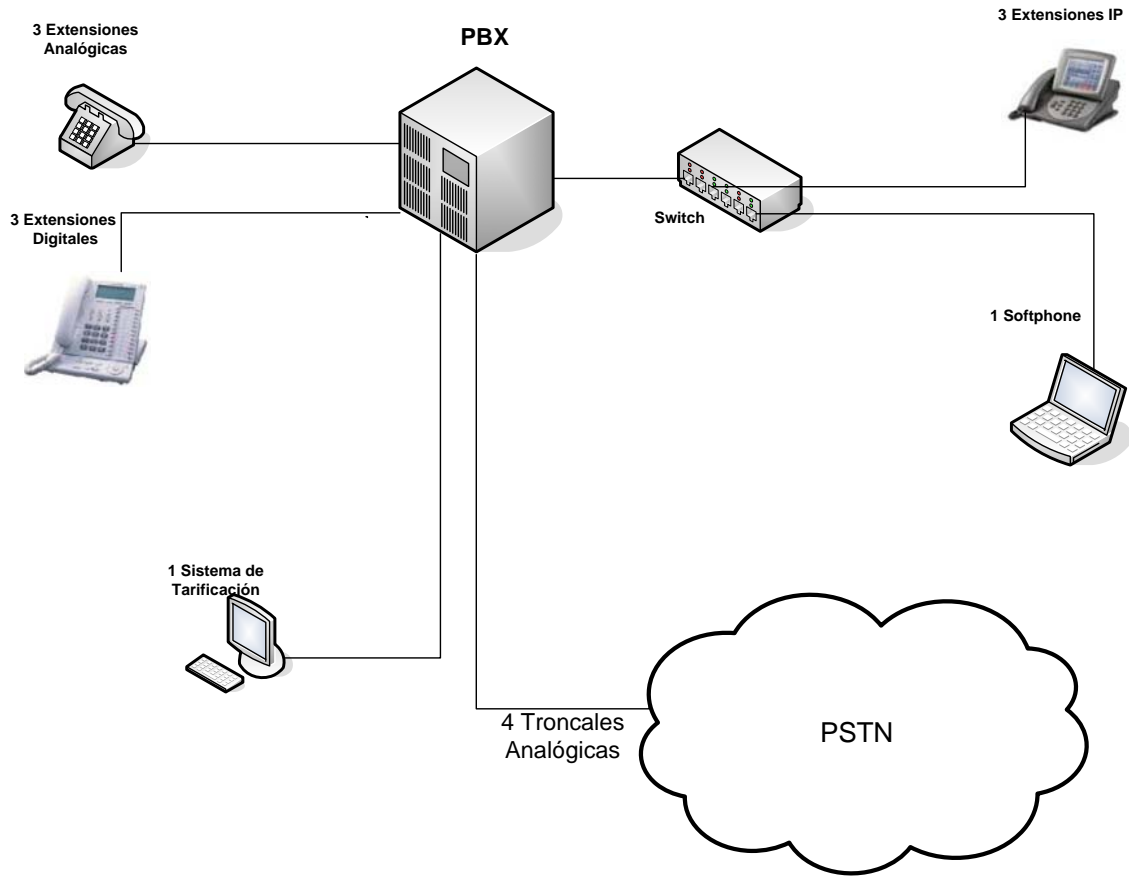


6.2. Maqueta 2) Conexión de troncales analógicas a PBX

Descripción: Se comprobarán las facilidades y características de un PBX individual, con extensiones digitales, analógicas y softphone, que cuente con troncales analógicas conectadas a éste, operando como ruta de entrada/salida o asociada a una tecla en un aparato.

Diagrama 2

PRUEBA DE TRONCALES ANALOGICAS

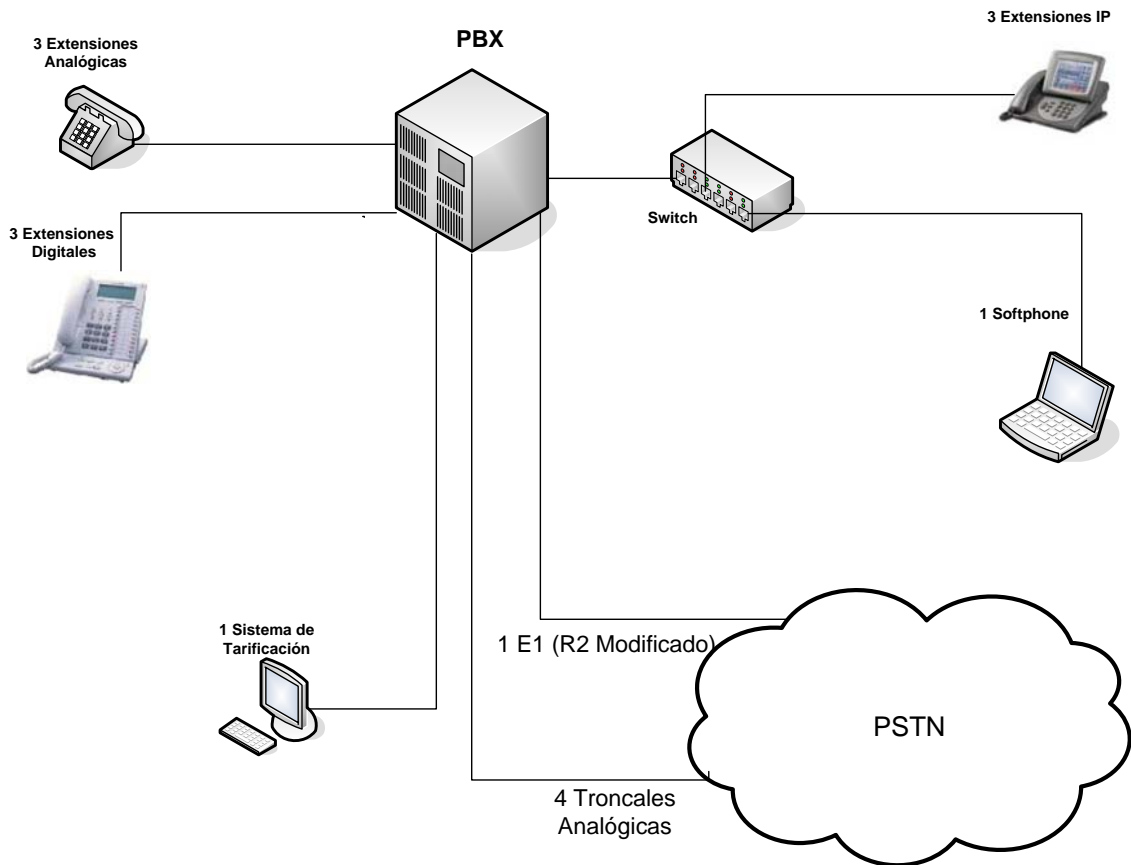


6.3. Maqueta 3) Conexión de enlace digital R2 modificado a PBX

Descripción: Se comprobarán las facilidades y características de un PBX individual, con extensiones digitales, analógicas y softphone, con un enlace R2-Modificado, conectado al PBX, como ruta de entrada y salida.

Diagrama 3

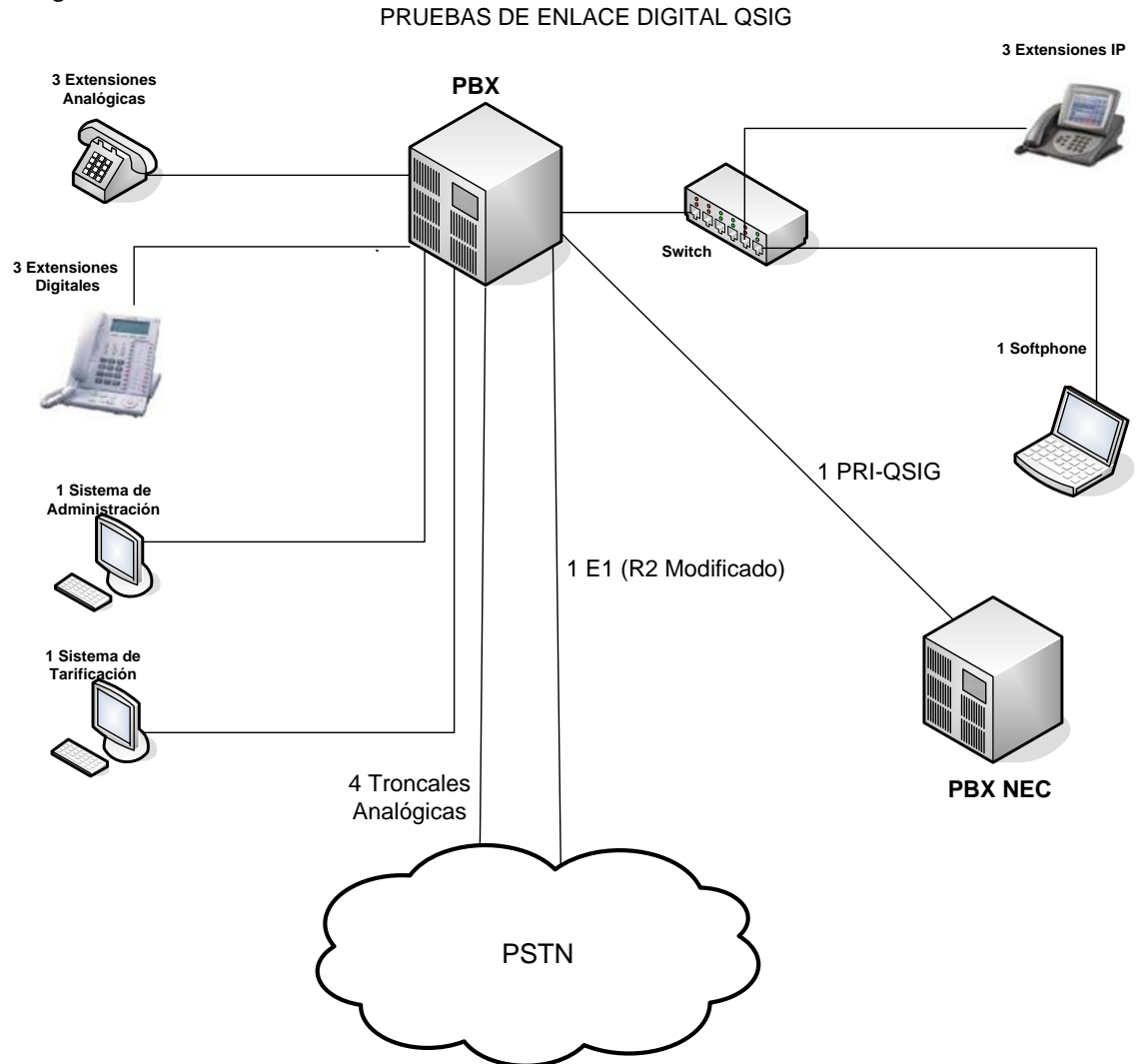
PRUEBA DE ENLACE DIGITAL R2 MODIFICADO



6.4. Maqueta 4) Conexión de enlace digital QSIG a PBX

Descripción: Se comprobarán las facilidades y características de un PBX individual, con extensiones digitales, analógicas y softphone, con un enlace QSIG conectado al PBX, operando como ruta de entrada y salida.

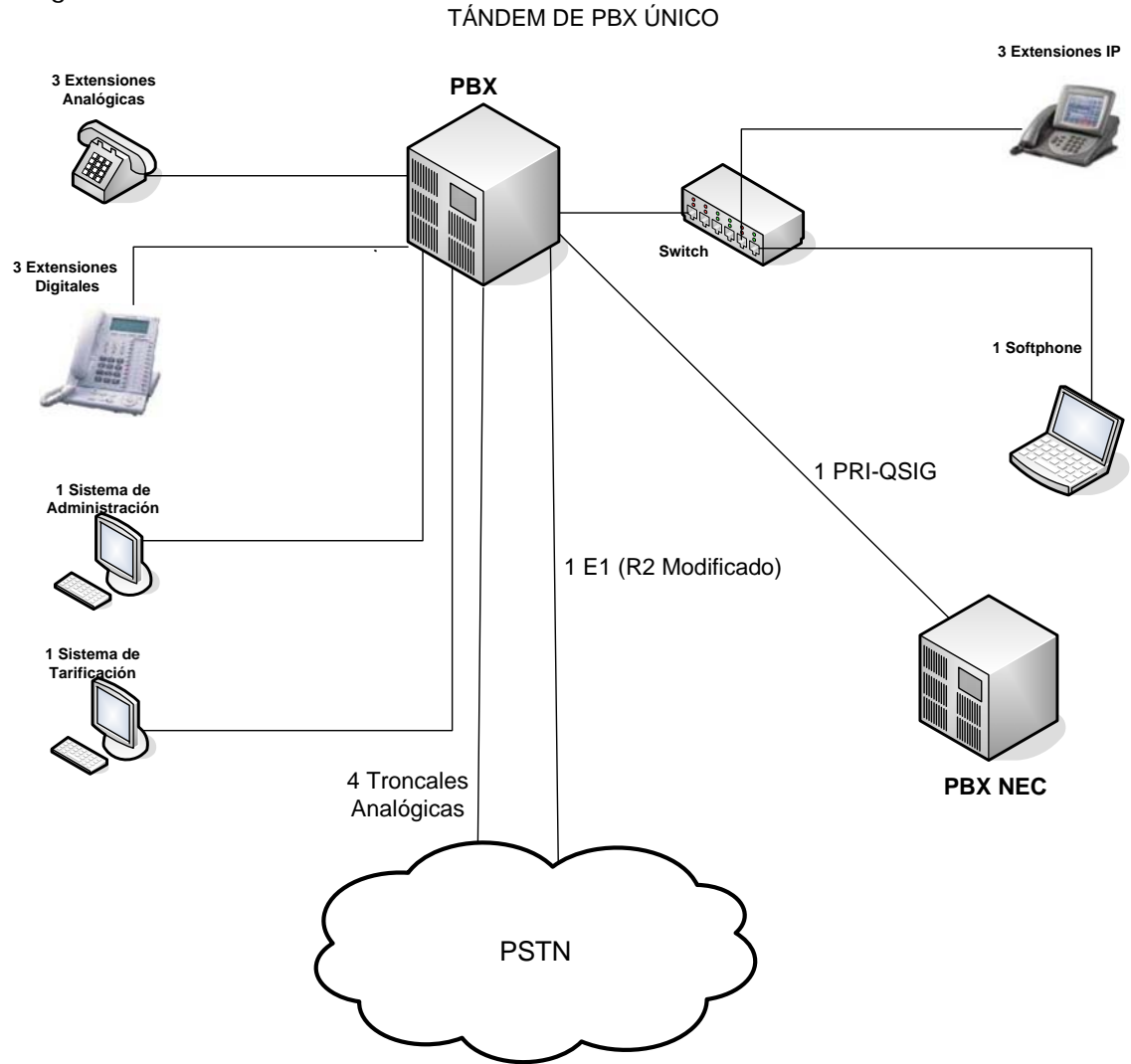
Diagrama 4



6.5. Maqueta 5) Tándem de PBX único.

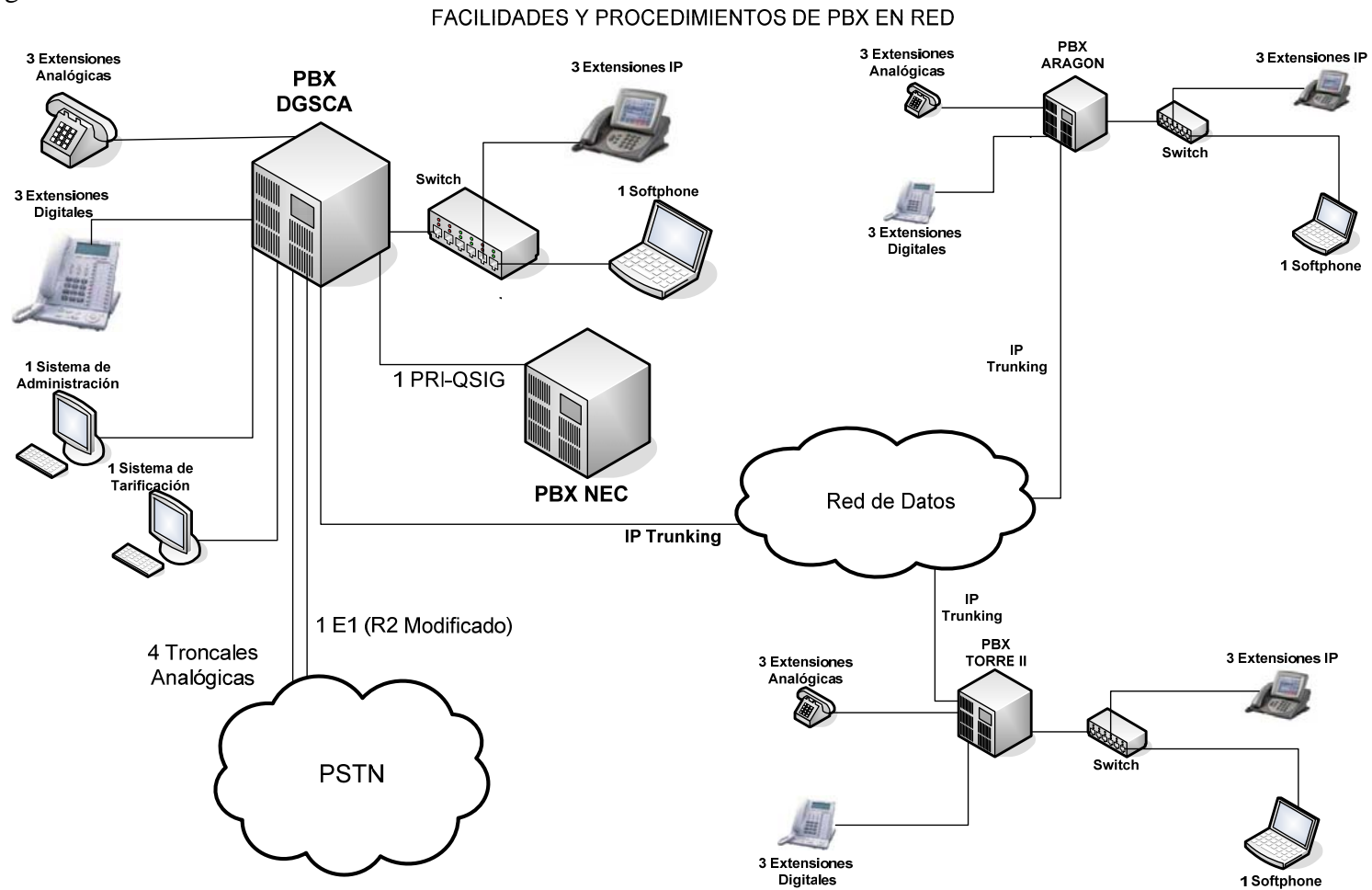
Descripción: Se comprobarán las facilidades y características de un PBX individual, con extensiones digitales, analógicas y softphone, con troncales analógicas, enlaces R2-Modificado y QSIG conectados al PBX haciendo tándem entre todos estos enlaces.

Diagrama 5



6.6. Maqueta 6) Facilidades y procedimientos de PBX en red.

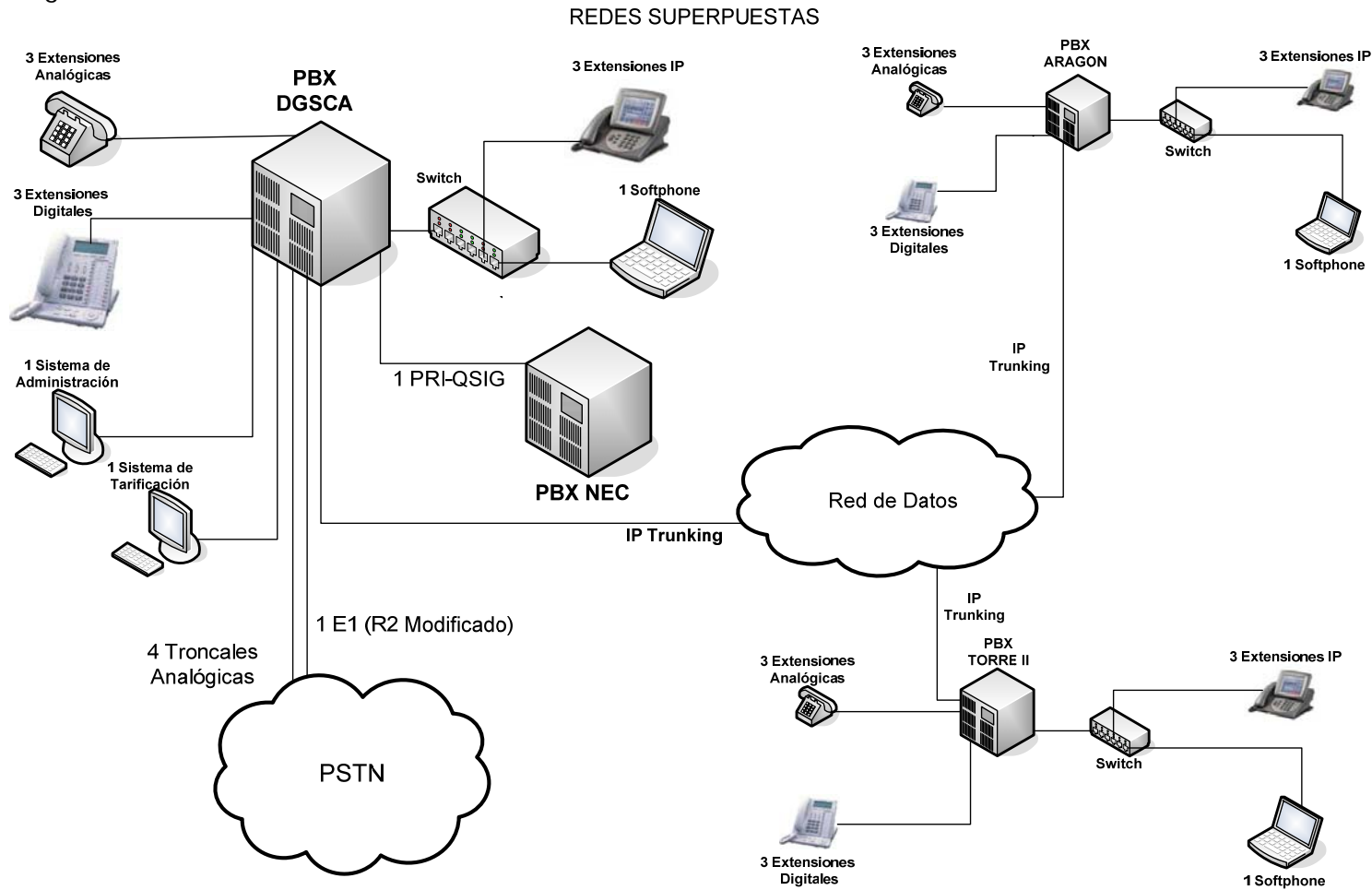
Descripción: Se comprobarán las facilidades y características de tres PBX conectados en red, con extensiones digitales, analógicas y softphone.
Diagrama 6a.



6.7. Maqueta 7) Redes superpuestas.

Descripción: Se comprobará la operación de redes privadas, habilitadas en los tres PBX conectados en red, con extensiones digitales, analógicas y softphone.

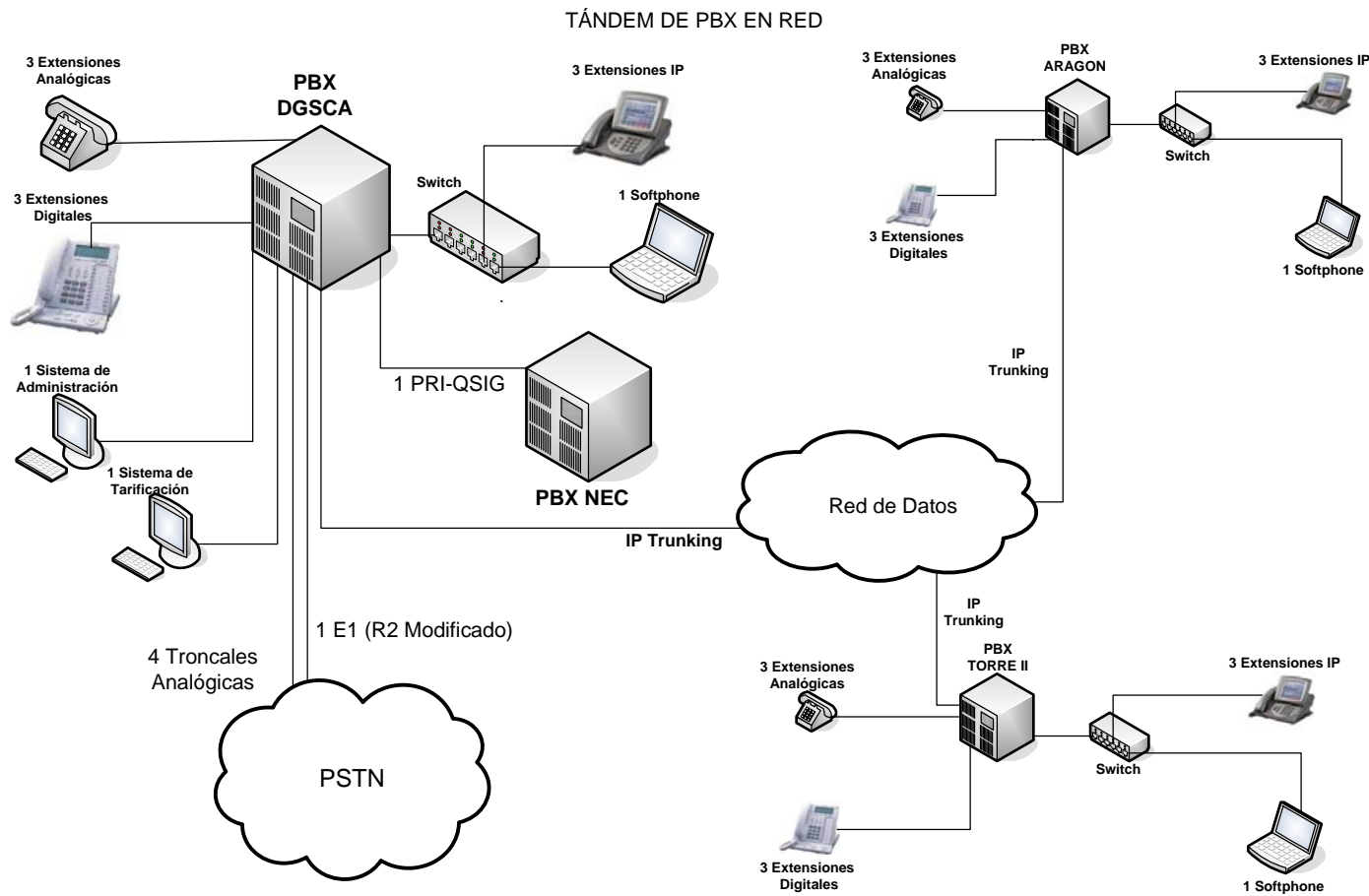
Diagrama 7



6.8. Maqueta 8) Tándem de PBX en red.

Descripción: Se comprobarán las facilidades y características de tres PBX conectados en red, con extensiones digitales, analógicas y softphone, haciendo tándem a través de las troncales analógicas, enlaces R2-Modificado y QSIG conectados a un solo PBX.

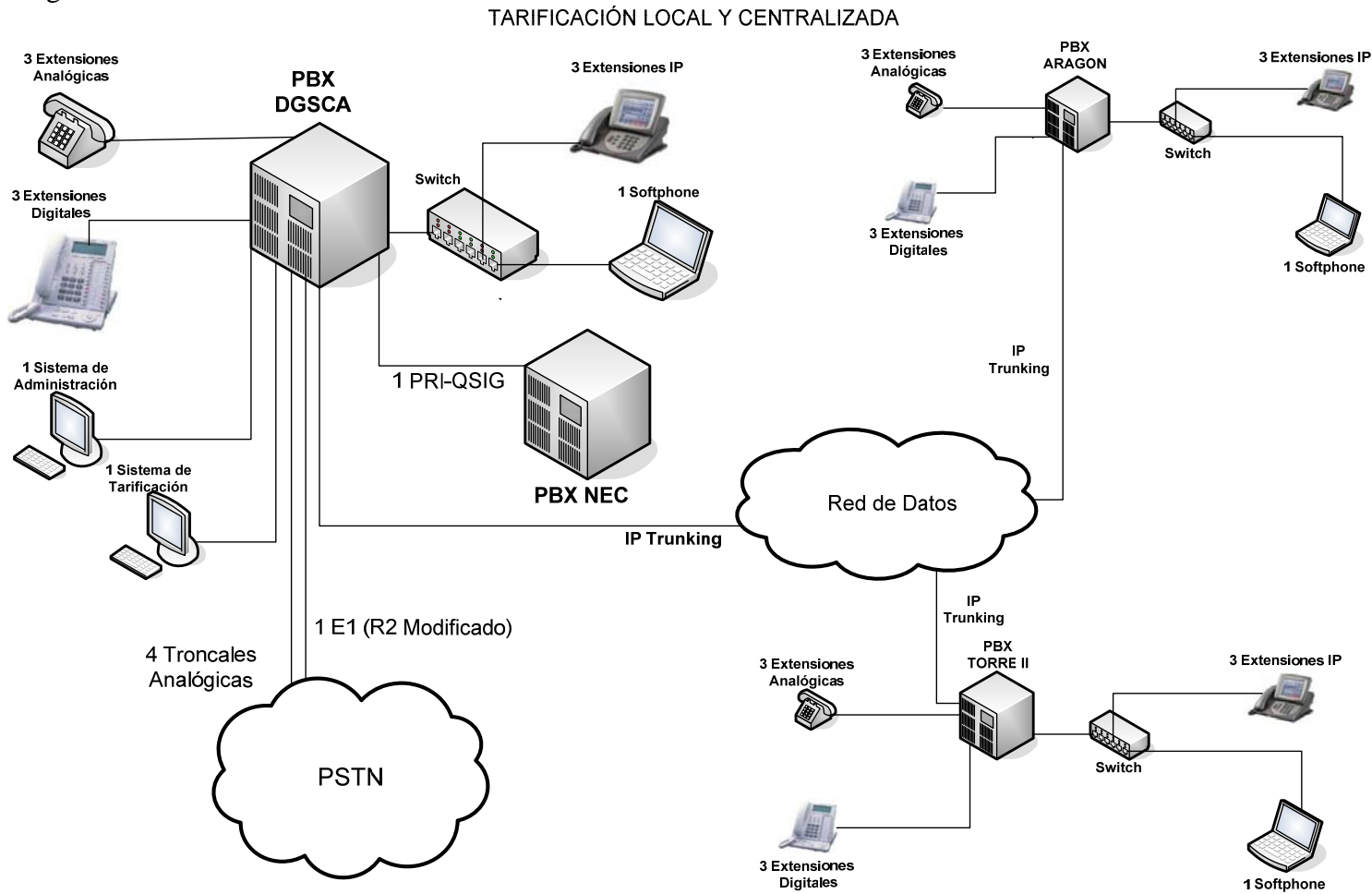
Diagrama 8



6.9. Maqueta 9) Tarifación local y centralizada.

Descripción: Se comprobará la operación de la tarifación local y centralizada con tres PBX conectados en red, con extensiones digitales, analógicas y softphone.

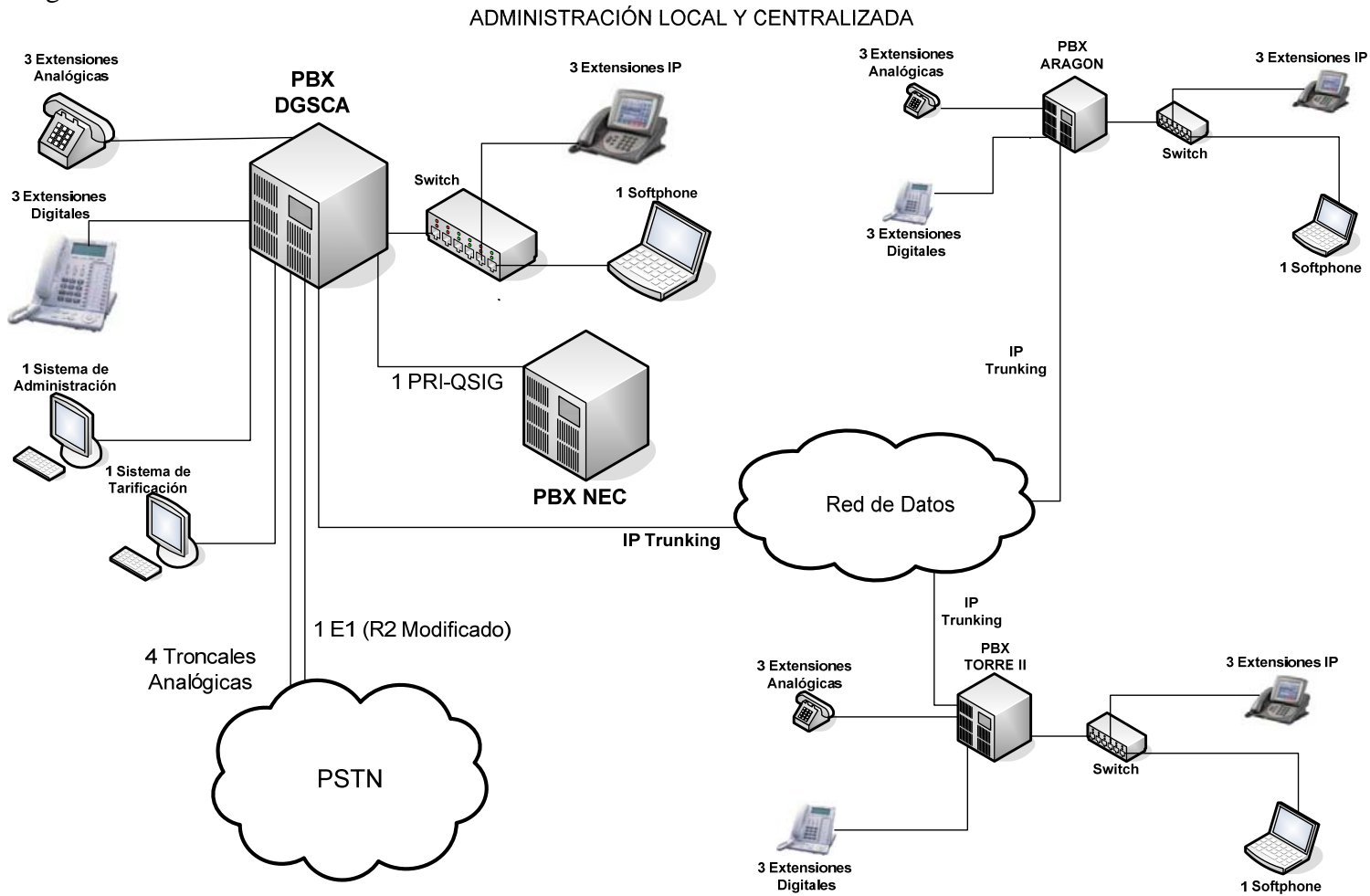
Diagrama 9



6.10. **Maqueta 10) Administración local y centralizada.**

Descripción: Se comprobará la administración local y centralizada de tres PBX conectados en red, con extensiones digitales, analógicas y softphone.

Diagrama 10



Al terminar cada una de estas maqueteas se realizó una comparativa técnica para saber cual cumplía las necesidades actuales y futuras de la UNAM, fue así que se asignó a una empresa de entre varias que cumplieron con lo solicitado.

Conclusiones

Este documento fue elaborado exclusivamente para beneficio de la UNAM en su sistema de telecomunicaciones de voz cumpliendo con necesidades actuales y futuras. Como conclusiones, se mostrará por cada etapa cuales fueron los resultados y su comentario.

Iniciaremos por la necesidad de contar con un sistema de telefonía, la Universidad como en la mayoría de las instituciones educativas se ven en la necesidad de contar con sistemas de comunicaciones para hacer una de sus principales funciones la divulgación y conocimiento de las actividades realizadas de esta manera surge la necesidad de contar con sistemas de comunicación que permitan cumplir dicho propósito, de esta manera se dimensionan los sistemas de comunicaciones a instalar, por las razones antes expuestas la UNAM siempre a requerido de dichos sistemas de comunicación hace quince años se instalaron los primeros conmutadores telefónicos que permitieron solucionar las necesidades que en ese momento requería además de necesidades futuras, de tal forma que la red que se instaló hace tantos años fuera una de las mas grandes de América Latina.

Indudablemente el crecimiento en la Universidad de su platilla de académicos, investigadores, alumnos, y demás personal hace que los sistemas de comunicaciones como el de voz sea cada vez mas robusto, y el sistema instalado hace 15 años se vuelva obsoleto y sin soporte para mantenimiento, con estas razones la UNAM se dio a la tarea de investigar de la tecnología que actualmente se encuentra en el mercado, ya que dentro de sus principales problemas se encuentra la inestabilidad de los equipos por el tiempo de vida, el soporte en refacciones de la fabrica ya que no existen, así como del mantenimiento cada vez mas caro al ser los equipos no tan comerciales. Por lo anterior expuesto la UNAM realizó el estudio de mercado técnico y económico con grandes marcas.

Evaluación Técnica.- Generalmente los compradores de tecnología desde un usuario personal o usuarios corporativos realizan estudios de mercado respecto a la tecnología, es decir, cual es que actualmente esta en el mercado y si cumple los requerimientos técnicos de cada empresa o persona, de esta manera se va identificando cual de los productos es el que mejor conviene. En este punto es importante mencionar que cuando

se pretende tener conocimiento de una tecnología se debe contar con personal que tenga conocimientos previos o ser asesorado por una personal externa con el conocimiento suficiente en la tecnología.

Me permití para este proyecto reunir a un grupo de personal relacionadas con las diversas áreas involucradas en las nuevas tecnologías como es e caso de datos, telefonía, tarificación y seguridad, con respecto a asesores externos para el proyecto contamos con 3 personas reconocidas en la tecnología y en la planeación de proyectos, así se formó un grupo multidisciplinario para la evaluación en primera instancia de la tecnología. Al no contar con este grupo de personas se hace muy complicada la evaluación de manera objetiva. Para la evaluación técnica es necesario realizar primero una descripción de las características deseadas y enviarlas a las empresas para que contesten las que puedan, de esta manera se logró un primer acercamiento a la tecnología de cada marca identificando varias marcas que manejaran los conceptos protocolos que se emplean actualmente, es importante que las marcas presenten en este primer acercamiento los estándares y valores agregados para un mejor acoplamiento a la red actual y facilidades nuevas. En este proyecto se realizó un documento RFI (Request for information) del cual se solicitaron bastantes cosas para un buen diseño previo.

Opciones de diseño de redes.- Una vez realizada la evaluación técnica fue no menos importante saber las cantidades de los equipos así se preparo un diseño previo de la red con la información obtenida por el RFI de cada marca, en este diseño se marcaron los lineamientos a seguir en la implementación de la nueva red de telefonía así como las variantes en aplicaciones. Con el diseño previo se hizo llegar a los participantes para la implementación de la red, en el cual se le hace la recomendación de rediseñar sin perder de vista las premisas de la UNAM en la implementación para que cotizaran el prediseño y saber de esta manera los montos aproximados sobre el proyecto a realizarse.

En el diseño de la tecnología la UNAM se dio a la tarea de revisar las condiciones de las redes actuales para datos y proponer un diseño de red de datos que en conjunto con el existente fuera lo mas robusto posible para instalar la tecnología evaluada ya que esta convergencia de tecnologías ahora se verá soportada por una sola red por tal motivo la seguridad, confiabilidad, redundancia, Calidad y administración debe ser considerada a fondo.

Después de las acciones realizadas, es decir, el contar con conocimiento sobre las nuevas tecnologías y después tener una evaluación tecnológica y económica de manera provisional se fueron afinando los detalles para tener un mejor diseño que cumpliera ahora si al 100 % todas las facilidades ofrecidas hasta el momento por la UNAM además de saber cual es el monto real que se puede gastar en el proyecto, ahora sí con los datos obtenidos el siguiente pasó fue la realización de bases técnicas.

Realización de bases técnicas.- Generalmente en este punto se debe poner mas atención ya que depende de estas bases la implementación exitosa de la nueva red, en las bases se puso especial detalle en el diseño final y las características que debe tener cada elemento de la red y la red en su conjuntos, así como las capacitaciones y garantías. Es importante tener cuidado en la realización de las bases ya que algunos proveedores realizan las funciones de una manera que no son aplicables para una red tan grande como la UNAM y pueden enmascarar dichas funciones que al momento de instalarse de manera permanente sufren modificaciones que ponen en riesgo la funcionalidad total de la nueva red.

Para el caso de la licitación se realizó un documento suficientemente extenso del cual se detallan muchos de los pasos acciones y compromisos por parte de la empresa, además de realizar pruebas con equipos similares a los que se instalarán en la UNAM, de esta manera se logra un mejor cumplimiento en la instalación.

Ahora bien después de hacer los pasos anteriores es importante no quedarse en esos ya que la tecnología cambia ahora mas rápido que hace 15 años, así es que se debe contar con esquemas de modernización y actualización de software, hardware y aplicaciones que permitan a la UNAM mantenerse a la vanguardia tecnológica, y seguir siendo de las primeras Universidades en el mundo, se debe poner mayor atención al cambio de necesidades de los usuarios finales y evolucionar al mismo tiempo que ellos tecnológicamente, por lo anterior no se veía una diferencia entre las tecnologías usadas y las necesidades.

Durante la instalación de la nueva red de telefonía de la UNAM se cumplieron los propósitos fijados en su diseño e implementación del cual se puede decir que la

instalación se realizó de manera transparente al usuario afectando al mínimo las actividades sustantivas de la UNAM y dando mejores servicios telefónicos, internamente en telecomunicaciones logramos la convergencia en las redes de voz y datos, teniendo así mejores facilidades para la administración y operación de la red contando con elementos de administración y estadísticas que permiten la evaluación constante del funcionamiento de la red para determinar si en parte de la misma hay puntos críticos que se deban de atender antes de que se presenten complicaciones en el funcionamiento de la misma.

Aparte del beneficio tecnológico se logró un mejor desarrollo en la elaboración de proyectos, ya que con ayuda de personal externo en planeación de proyectos se pudieron identificar actividades que son relativamente sencillas pero que deben estar documentadas, se logró planear los riesgos y posibles cambios que podría y puede sufrirla tecnología, logramos poner mayor atención la manera de trabajar entre departamentos que durante hace varios años habían realizado por separado cada uno sus funciones, el grupo multidisciplinario ayudó a evidenciar que se puede trabajar de manera conjunta no sin perder de vista que cada quien tiene un papel importante en la implementación de tecnología para lograr la convergencia tecnológica en cualquiera de las áreas involucradas.

Este tipo de proyectos realizado de manera planeada trae consigo la realización de la misma manera de los proyectos siguientes en la Dirección de telecomunicaciones de la UNAM, de los cuales se pueden mencionar PLC, WiMax, DWDM, entre otros.

Glosario de términos

Authorization Code: Permite hacer llamadas de larga distancia o a códigos normalmente restringidos.

Automatic Callback: Regresa una llamada automáticamente cuando la extensión destino está ocupada, sin necesidad de marcar nuevamente.

Bridged call appearance: El mismo número telefónico puede programarse y contestarse en diferentes aparatos telefónicos.

Call Blocking: Permite a los usuarios seleccionar los números específicos de entrada que pueden ser bloqueados (pueden ser extensiones o números directos).

Call Conference: Disponibilidad de poner en conferencia más de dos usuarios.

Call forward all: Redirecciona todas las llamadas hacia otra extensión.

Call forward on no answer: Redirecciona las llamadas cuando la línea no conteste.

Call forward on busy: Redirecciona las llamadas cuando la línea esté ocupada.

Call hold: La tecla que permite mantener en retención una llamada sin perderla.

Call park/retrieve: Retiene la llamada en un teléfono y puede ser tomada nuevamente en otro teléfono.

Call pickup: Permite contestar una llamada entrante de otra extensión mientras se forme parte un grupo de captura.

Call return: Regresa la llamada al último número entrante.

Call transfer: Transfiere las llamadas a otros números (extensiones o directos).

Call waiting: Permite conocer de una segunda llamada entrante cuando una conversación está en progreso. Se notifica con una señal auditiva (beep).

Caller ID: Despliega el nombre y/o número de la llamada entrante.

Direct transfer to voicemail: La tecla que permite la transferencia de llamadas al correo de voz.

Distinctive ringing: Ring con diferentes características dependiendo si la llamada es interna o externa.

Free seating: Permite al usuario transportar las características de su línea y recibir llamadas desde cualquier punto de la red.

Hunting group: Permite asociar más de una línea alrededor de un solo número de extensión, permitiendo que las llamadas entrantes puedan ser distribuidas de forma automática.

Intercom phone-phone: Permite intercomunicación privada para llamadas entre un grupo exclusivo de usuarios.

Last number redial: Tecla o función que permite la demarcación del último número.

Message waiting light: Indicador visual para informar de nuevos mensajes de voz almacenados.

Missed call indicator: Permite conocer las llamadas perdidas.

Multiple ring styles: Permite la selección de diferentes tonos de ring.

Music on hold: Permite al usuario en espera escuchar música.

Mute: Tecla que deshabilita el micrófono.

One button speed dial: Teclas de marcación rápida.

SLA: Service-level agreements (SLAs) are contracts between service providers and customers that define the services provided, the metrics associated with these services, acceptable and unacceptable service levels, liabilities on the part of the service provider and the customer, and actions to be taken in specific circumstances.

SLM: Service-level management is the set of people and systems that allows the organization to ensure that SLAs are being met and that the necessary resources are being provided efficiently.

Voice: Permite activar el altavoz del teléfono digital al que se ha llamado.

Volume control: Control de volumen para micrófono, ring y microteléfono.

VAD: La detección de actividad de voz permite identificar los periodos de silencio y la voz para reducir el tráfico sobre Internet.