

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“ESCALABILIDAD DE UNA RED DE VOZ A UNA RED
CONVERGENTE PARA UNA PYME”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA

P R E S E N T A:

RENE JOAQUIN PESERO RAMIREZ

ASESORES:

M. en C. ANTONIO ROMERO ROJANO

M. en C. SUSANA PINEDA CABELLO

MÉXICO D.F. NOVIEMBRE 2012

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD CULHUACAN**

TESIS INDIVIDUAL

Que como prueba escrita de su Examen Profesional para obtener el Título de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, deberá desarrollar el C.:

RENE JOAQUIN PESERO RAMIREZ

“ESCALABILIDAD DE UNA RED DE VOZ A UNA RED CONVERGENTE PARA UNA PYME”

Dada la trascendencia de la telefonía en el hogar, en las instituciones públicas y privadas así como en las empresas. En México es importante tener una visión de crecimiento a futuro; ya que hoy en día no es suficiente realizar una llamada de un lugar a otro, sino que también es necesario enviar datos o video para tener una mejor comunicación y por tanto un mejor entendimiento.

CAPITULADO

**CAPITULO 1 INTRODUCCION
CAPITULO 2 MARCO CONCEPTUAL
CAPITULO 3 DISEÑO E IMPLEMENTACION
CAPITULO 4 PRUEBAS Y RESULTADOS**

México D. F., a 18 de octubre del 2012

PRIMER ASESOR:

SEGUNDO ASESOR:

M. EN C. ANTONIO ROMERO ROJANO

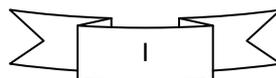
M. EN C. SUSANA PINEDA CABELLO

Vo. Bo.

APROBADO

M. en C. ANTONIO ROMERO ROJANO
JEFE DE LA CARRERA DE I.C.E.

M. en C. HECTOR BECERRIL MENDOZA
SUBDIRECTOR ACADÉMICO



ESCALABILIDAD DE UNA RED DE VOZ A UNA RED CONVERGENTE PARA UNA PYME

JUSTIFICACIÓN:

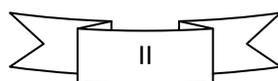
Dada la trascendencia de la telefonía en el hogar, en las instituciones públicas y privadas así como en las empresas. En México es importante tener una visión de crecimiento a futuro; ya que hoy en día no es suficiente realizar una llamada de un lugar a otro, sino que también es necesario enviar datos o video para tener una mejor comunicación y por tanto un mejor entendimiento. Este trabajo contiene el desarrollo de conceptos teóricos, regulatorios y prácticos de la convergencia de redes.

El incremento de la preocupación de la industria por contar con soluciones de comunicación unificadas, aunado al aumento del interés por las soluciones de comunicación basadas en el protocolo SIP (Session Initiation Protocol), tanto de la industria en general como en el sector publico y privado de empresas de comunicación especializadas en soluciones de VoIP (Voice Over Internet Protocol), indican que la línea de acción de estas ultimas no solo deberá ir guiada para cubrir las necesidades requeridas de un proyecto en particular, sino que deberá ser robustecida por esquemas que garanticen comunicaciones de alta disponibilidad como lo son los sistemas de comunicación basados en el protocolo SIP.

Por tal motivo es necesario que las empresas de comunicaciones deban ser conscientes de las fortalezas y debilidades a las cuales puede ser sometida una solución de comunicaciones basada en VoIP y debido a esto se presenta el siguiente trabajo de tesis donde se explicaran dichas ventajas y desventajas.

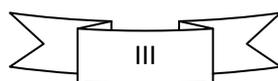
OBJETIVO:

El objetivo principal de este trabajo de tesis es mostrar las características y el funcionamiento de una red de telefonía tradicional y como puede converger hasta convertirse en una red IP (Internet Protocol) para una PYME (Pequeña Y Mediana Empresa), dando a conocer, sus ventajas y desventajas. Para esto será necesario mostrar el funcionamiento de la telefonía tradicional en un PBX (Private Branch Exchange), de igual manera será necesario conocer las características de VoIP (Voice Over Internet Protocol) y por último se hará una comparación entre los estándares H.323 y SIP (Session Initiation Protocol).



AGRADECIMIENTOS:

Al ser quien me dio la vida, la dicha de nacer, crecer, llorar, querer, sentir, aprender, fracasar y triunfar. Al ser que día a día me acompaña donde quiera que yo este y me da su bendición permitiéndome abrir los ojos cada mañana. A quien me da la gloria de convivir con mi familia y a quien perdona cada error que cometo y siempre me da la oportunidad de ser mejor persona. TE AGRADEZCO DIOS.



DEDICATORIA:

A las tres personas más importantes en mi vida:

- ✚ A quien me llevo nueve meses dentro de su ser y me ha amado cada instante de su vida, a quien tuvo que soportar el dolor de separarse de su hijo para poder seguir adelante en este camino llamado vida. A quien cada día ora por mi bienestar y se preocupa porque sea un mejor ser humano. A quien me da y demuestra su amor a cada instante, a ti mamá. TE AMO.

- ✚ A ti que día a día soportas largas y pesadas jornadas de trabajo, a ti que viviste el dolor de ir a un lugar muy lejano para que tu familia pudiera seguir adelante. A ti que llevas en tu espalda el recuerdo de una infancia que no fue fácil y de personas que marcaron tu vida en esa etapa. A ti que has sido mi guía en este camino, a ti que me has sabido dar un consejo y un abrazo y hasta un regaño cuando ha sido necesario. A ti que eres mi ejemplo de ser humano, a ti papá. TE AMO.

- ✚ Te dedico este trabajo de tesis porque eres y has sido parte integral y fundamental de mi vida en estos maravillosos cuatro años que hemos pasado juntos, a ti que me has dado tu amor y compañía en momentos de soledad y has sabido obtener de mi una sonrisa en momentos tristes. A ti que esperas mi llegada cada fin de semana para compartir una parte de tu vida. TE AMO ANDREA.

- ✚ Especial dedicatoria a mi tío Gerardo Ramirez y a mi tía Carmen Molina por el apoyo brindado en estos años, abriéndome las puertas de su hogar y permitiéndome ser parte de su familia. Gracias tíos por cada alimento y momento de su compañía cuando me he sentido solo, gracias por cuidar mi casa y gracias por ser parte de mi vida. También quiero hacer mención de una guerrera de la vida que me ha acompañado desde que nací a ti Claudia Pecero y a sus hijas Emily y Monse. Hago mención a mis abuelos Joaquin y Victoria, Silvestre y Camila por todo su apoyo.

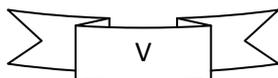
ÍNDICE TEMATICO

CÁPITULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 HISTORIA DE LA RED TELÉFONICA PÚBLICA CONMUTADA PSTN	1
1.2 HISTORIA DE LA TELEFONÍA EN MÉXICO	2
1.3 FUNCIONAMIENTO DEL TELÉFONO	6
1.4 ESTRUCTURA DE LA PSTN	8
1.4.1 CONMUTACIÓN	8
1.4.2 SEÑALIZACIÓN	8
1.4.3 TRANSMISIÓN	8
1.5 PLAN DE NUMERACIÓN	10
1.6 LINEAS TRONCALES DIGITALES	13
1.6.1 ENLACE DIGITAL E1	14
1.7 CONMUTADORES	14
1.7.1 CONMUTADORES DE CIRCUITO	15
1.7.2 CONMUTADORES DE MENSAJES	15
1.7.3 CONMUTADORES DE PAQUETES	16
1.7.4 CONMUTADORES VIRTUALES	16

CAPÍTULO 2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 ELEMENTOS DE UNA RED CONVERGENTE	17
2.1.1 INFRAESTRUCTURA IP	17
2.1.2 CONCEPTO Y DESCRIPCION DEL SWITCH	17
2.1.3 CONCEPTO Y DESCRIPCION DEL ROUTER	18
2.1.4 DISEÑO DE REDES CON SWITCH O ROUTER	20



2.1.5 CONCEPTO Y DESCRIPCION DEL GATEWAY	21
2.1.6 CONCEPTO Y DESCRIPCION DEL GATEKEEPER	22
2.2 ANTECEDENTES DE LA VoIP	23
2.3 DIGITALIZACION Y COMPRESION DE VOZ	23
2.3.1 TEOREMA DE NYQUIST	24
2.3.2 CUANTIFICACION	24
2.3.3 COMPRESION DE LA VOZ	25
2.3.4 PCM UNIFORME	25
2.3.5 LEY μ	26
2.3.6 ESTRUCTURA DE LA RED DE VOIP	27
2.3.7 IP PBX Y TELEFONOS IP	28
2.4 REQUERIMIENTOS DE VoIP SOBRE UNA RED IP	29
2.4.1 ARQUITECTURAS BASICAS	30
2.5 CONVERGENCIA DE REDES	32
2.5.1 DIFERENCIA ENTRE TRAFICO DE VOZ Y DATOS	32
2.5.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRAFICO DE DATOS	32
2.5.3 CARACTERÍSTICAS DEL TRAFICO DE VOZ	33
2.5.4 TECNOLOGÍA DE CONVERGENCIA	34
2.6 PROTOCOLOS EN REDES DE VOZ SOBRE IP	34
2.7 PROTOCOLO H.323	35
2.8 PROTOCOLO SIP	38
2.8.1 HISTORIA DEL PROTOCOLO SIP	41
2.8.2 RELACIÓN DE SIP CON INTERNET	41
2.8.3 CARACTERÍSTICAS DEL PROTOCOLO SIP	43
2.8.4 MANEJO DE UNA SESIÓN SIP	44
2.8.5 CLIENTES Y SERVIDORES SIP	46
2.9 COMPARACIÓN SIP CON H.323	48
2.9.1 DIFERENCIAS ENTRE SIP Y H.323	48

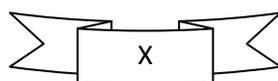
2.9.2 VENTAJAS DE CADA PROTOCOLO	48
2.9.3 CONCLUSIONES DE SIP	49
<u>CAPÍTULO 3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN</u>	
3.1 PBX	50
3.1.1 DOD Y DID	52
3.2 INTRODUCCIÓN AL IP-PBX NEC SV8100	52
3.2.1 IP-PBX NEC SV8100	52
3.2.2 SERVIDOR DE COMUNICACIONES UNIVERGE SV8100	53
3.2.3 SERVIDOR DE COMUNICACIONES DE VOZ SOBRE IP Y TDM	54
3.2.4 ARQUITECTURA Y COMPONENTES DEL HARDWARE DEL SV8100	55
3.2.5 PROTOCOLO NEC NET-LINK	58
3.3 TRONCALES IP – SIP	58
3.4 PANASONIC KX-TD1232 CONMUTADOR DIGITAL SUPER HIBRIDO	59
3.5 CONMUTADOR ANÁLOGO SAMSUNG MODELO NX-820	61
3.6 CONMUTADOR IP-PBX ASTERISK	63
<u>CAPITULO 4 PRUEBAS Y RESULTADOS</u>	
4.1 ELECCIÓN DEL IP-PBX NEC SV8100	66
4.2 AREAS DE OPORTUNIDAD DE LA VoIP	66
4.3 LA ÚLTIMA MILLA	67
4.4 PROBLEMAS DE RETARDO EN LOS PAQUETES DE VOZ	67
4.5 DESVENTAJAS DE VoIP EN UNA LAN	67
4.6 DESVENTAJAS VISTAS DESDE OTRO ENFOQUE	67
4.7 SOFTPHONE	68

4.8 ESCALABILIDAD	69
4.9 PRUEBAS	70
4.10 RESULTADOS	70
4.11 LA EMPRESA STRETCHLINE	71
4.12 PLANO DE LA RED CONVERGENTE EN LA EMPRESA STRETCHLINE	72
4.13 DIAGRAMA DE LA RED CONVERGENTE EN LA EMPRESA STRETCHLINE	74
4.14 EVIDENCIAS	75
4.15 CONCLUSIONES	79
ANEXO 1 CARACTERISTICAS DEL SV8100	80
ANEXO 2 CABLEADO ESTRUCTURADO	86
ANEXO 3 COMPARACION ENTRE PBX	92
BIBLIOGRAFÍA	93

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 DIAGRAMA INTERNO DE UN TELÉFONO	6
FIGURA 1.2 MATRIZ DTMF	7
FIGURA 1.3 ESTRUCTURA DE LA PSTN	9
FIGURA 1.4 ÁREA DE CONMUTACIÓN LOCAL	11
FIGURA 1.5 ÁREA MULTICENTRAL	11
FIGURA 2.1 INTERACCIÓN ENTRE SEGMENTOS DE RED	17
FIGURA 2.2 SEGMENTACIÓN EN UN SWITCH	18
FIGURA 2.3 FUNCIONAMIENTO DE UN ROUTER	19
FIGURA 2.4 RED PARA POCOS USUARIOS	20
FIGURA 2.5 MUESTREO, CUANTIFICACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE UNA SEÑAL SENOIDAL	25
FIGURA 2.6 COMPRESIÓN DE LA SEÑAL DURANTE LA CODIFICACIÓN CON LEY μ	26
FIGURA 2.7 TIPOS DE TRONCALES DIGITALES	28
FIGURA 2.8.1 PBX	28
FIGURA 2.8.2 IP PBX NEC	28
FIGURA 2.9 TELÉFONO IP AVAYA	29
FIGURA 2.10 A) ARQUITECTURA CONVERGENTE	31
FIGURA 2.10 B) ARQUITECTURA MULTIPUNTO	31
FIGURA 2.11 NODOS EN UNA RED CONMUTADA POR PAQUETES	32
FIGURA 2.12 PROCESO PARA ESTABLECER UNA LLAMADA CON H.323	37
FIGURA 2.13 INICIO DE SESIÓN SIP	39
FIGURA 2.14 MENSAJE DE INVITACIÓN SIP	40
FIGURA 2.15 SECUENCIA DE MENSAJES PARA ESTABLECER UNA SESIÓN SIP	44
FIGURA 3.1 IP PBX SV8100	53
FIGURA 3.2 CAPACIDAD DE EXPANSIÓN DEL SV8100	55
FIGURA 3.3 COMPONENTES DEL SV8100	55
FIGURA 3.4 CHASIS DEL SV8100	56

FIGURA 3.5 TARJETA TERMINAL DIGITAL (CD-8 / 16DLCA)	56
FIGURA 3.6 CONMUTADOR PANASONIC KX-TD1232	59
FIGURA 3.7 CAPACIDADES DE LÍNEAS Y EXTENSIONES	59
FIGURA 3.8 CONMUTADOR SAMSUNG NX-820	61
FIGURA 3.9 TELÉFONO SAMSUNG	62
FIGURA 4.1 SOFTPHONE MARCA AVAYA	68
FIGURA 4.2 LOGOTIPO DE LA EMPRESA STRETCHLINE	71
FIGURA 4.3 PLANO DE LA RED TELEFÓNICA EN LA EMPRESA STRETCHLINE	73
FIGURA 4.4 DIAGRAMA DE LA RED CONVERGENTE DE LA EMPRESA STRETCHLINE	74



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 CÓDECS COMÚNMENTE UTILIZADOS	30
TABLA 2.2 PROTOCOLO H.323	34
TABLA 2.3 PROTOCOLOS MGCP, IPDC Y SIP	35
TABLA 3.1 CAPACIDAD DE LAS TARJETAS DE MEMORIA	57
TABLA 3.2 TARJETAS DEL KX-TDA100D	59
TABLA 3.3 EQUIPAMIENTO DEL KX-TDA100D	60
TABLA 4.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS TELÉFONOS DENTRO DE LA EMPRESA	71
TABLA 4.2 COMPARACIÓN ENTRE PBX	92

ÍNDICE DE EVIDENCIAS

I.- TARJETA DE VOIP	75
II.- TARJETA PARA LÍNEAS ANALÓGICAS	75
III.- ELECTRÓNICA DE LA TARJETA DE LÍNEAS ANALÓGICAS	76
IV.- TARJETA PARA EXTENSIONES DIGITALES	76
V.- CIRCUITOS DE LA TARJETA DE EXTENSIONES ANALÓGICAS	77
VI.- CPU CON TARJETA DE EXPANSIÓN PARA VOIP	77
VII.- EMPRESA STRETCHLINE	78
VIII.- SERVICIO EN LA EMPRESA STRETCHLINE	78

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 HISTORIA DE LA RED TELEFÓNICA PÚBLICA CONMUTADA (PSTN)

La telefonía ha tenido grandes avances a través del tiempo desde su inicio con los experimentos en telegrafía de Guillermo Marconi (1834-1937) hasta nuestros días con los avances de las comunicaciones y la electrónica, que hacen posible la comunicación a través de internet, satélites, teléfonos celulares, el envío de paquetes de voz utilizando redes de datos a lo que se le conoce como *VoIP* (Voice Over Internet Protocol).

Estos avances han generado como consecuencia grandes ventajas a las empresas e instituciones que las utilizan, algunas de estas ventajas son el ahorro tanto en cableado como en tarifas telefónicas ya que al aprovechar el cableado de la red de datos para poder enviar voz, automáticamente reduce los gastos de cableado principalmente, los gastos de las llamadas internas prácticamente se reducen a cero.

Guillermo Marconi logró algo muy importante, comunicar a dos personas separadas por una distancia considerablemente larga, para poder realizar esto simplemente necesitó de un micrófono de carbón, de una batería, un electroimán, un diafragma de hierro que en conjunto permitirían el envío y la recepción de la voz en una comunicación dúplex; y a esto se le conoció como *teléfono*.

En un principio la comunicación se basaba en un teléfono en cada extremo y quien descolgara primero era quien iniciaba la conversación. En este circuito no existía la marcación de ningún número y se le conoció como circuito *ring down*, cada circuito de este tipo requería de un enlace físico por lo que un crecimiento de esta red hubiera creado un gran problema por la cantidad de cables requeridos para conectar a cada una de las personas que así lo desearan, sin mencionar la inseguridad de dicha red.

Para solucionar el problema se mandó el cable de cada usuario hacia una conmutación para que esté se encargará de la ruta de la llamada. En un principio eran muchas las personas que se encontraban trabajando en ese switch preguntado hacia donde querían realizar su llamada y así realizar la conexión en ese momento. Esto funcionó inicialmente, pero con la creciente demanda resultó casi imposible dar abasto a tantos clientes y asignar más operadores atrás de ese conmutador; como consecuencia se crearon los conceptos de llamada telefónica y conmutador telefónico automático, esto era marcar un identificador numérico y enviar la voz a un switch automatizado que conmutaba la llamada a su destino. Con esto se logró mayor rapidez del sistema y permitió una fácil escalabilidad.

La red de telefonía que llega hoy hasta nuestras casas y permite conversar con nuestros amigos, vecinos, familiares dentro del país e inclusive fuera del país, se le conoce como *Public Switching Telephone Network* o PSTN. Esta red consta de cuatro principales elementos para su funcionamiento: el aparato, la transmisión, la conmutación y la señalización. El primero incluye los periféricos como el identificador de llamadas y contestadora automática de mensajes.

La transmisión tiene que ver con los diversos modos de enviar la información dependiendo de si es solo voz, datos o ambos. La conmutación concierne a la manera en que están conectados los enlaces y encontrar el camino directo y más corto a la comunicación. Finalmente la señalización es importante para poder controlar la red telefónica y sus conexiones.

1.2 HISTORIA DE LA TELEFONÍA EN MÉXICO

La vida de los humanos quedó transformada a causa de la revolución tecnológica que en el mundo se produjo desde el siglo XIX, época que asombró a los hombres con el ferrocarril, los barcos de vapor, el telégrafo, la luz eléctrica, el fonógrafo y el teléfono; también se modificó en gran medida la forma de concebir al mundo, que comenzó a reducirse hasta ponerse al alcance de la mano.

De todos los inventos, el teléfono ha tenido grandes repercusiones; una de ellas, sin duda, es facilitar la comunicación de viva voz desde distancias relativamente pequeñas hasta distancias continentales, los alcances de este grandioso invento han revolucionado no solo a la comunicación y a la información, sino que al hombre le han proporcionado la posibilidad de actuar con alcances insospechados.

Cuando Alexander Graham Bell, inventor y físico, se preocupaba desde 1872, por hacer oír a los sordomudos, es muy probable que no imaginara las consecuencias de sus empeños: la patente del teléfono, lo que llevó a la transmisión de sonido a distancia a través de hilos conductores. Hacia 1876, sus experimentos se elevaron de invento a revolución en las comunicaciones. Alexander Graham Bell, tenía una escuela destinada a sordomudos y quería encontrar un instrumento para que estos fueran capaces de escuchar.

Tan solo dos años habían pasado de la invención del teléfono y en 1878, el Ministerio de Comunicaciones de México otorgaba la primera concesión para el uso de este invento. Esto recayó en una compañía que contaba con el respaldo tecnológico de la *American Bell Telephone Co.* Y con el apoyo financiero de la *Western Electric Co.* Esta empresa tiempo después se convertiría en *Compañía Telefónica y Telegráfica Mexicana, S.A.* conocida como *Mextelco*. Su aplicación se hizo entre la oficina del telégrafo de la calle del Coliseo y la sucursal de Tlalpan, la población más distante que existía en el Distrito Federal.

El historiador Cosío Villegas afirma que cuando el gobierno norteamericano condiciona en 1876 y 1877, el reconocimiento del régimen de Díaz al arreglo inmediato de todas las cuestiones pendientes entre los dos países, esto tiene como consecuencia la asignación de la primera concesión a una empresa norteamericana.

Al lado de la compañía *Mextelco* convive durante la primera mitad del siglo XX otra firma que hasta la fecha es indisoluble de la telefonía mexicana: *Ericsson*, también denominada *Mexeric*. En 1904 se le otorgó su primera concesión para explotar el servicio de telefonía. El capital integrado en un 60% por aportación de Lars Magnus Ericsson, pionero de la telefonía en Suecia, un 20% provino de la *Stockholms Allmänna Telephone AB* y una parte igual, fue suscrita por el banquero sueco Marcus Wallenberg. La entrada de Ericsson a México coincide con momentos en que el gobierno de Porfirio Díaz verifica que su política de fomento a la inversión europea ha sido exitosa.

En 1883 se realizó la primer conferencia de larga distancia internacional, entre las ciudades de Matamoros, Tamaulipas y Brownsville, Texas. Ocho años después, en 1891, el teléfono había sido instalado en Guadalajara, Matamoros, Puebla, Oaxaca, Mérida y Veracruz, también en esa fecha se publica el primer directorio de la ciudad de México.

El precio de la línea nueva en 1891 era de 6 pesos y una peseta al mes por líneas de un kilómetro o menos y de 10 pesos por los gastos de instalación. En el primer directorio se dice algo muy curioso: *“todo suscriptor tiene derecho a hablar con los demás cuando quiera y con el mayor secreto”*, lo cual podía asegurarse si en lugar de mencionar el nombre de alguna persona tan solo se decía el número. Los servicios eran diversos: *“circuito de tierra”*, que se componía de una línea, desde la casa del suscriptor hasta el conmutador en la central, completándose el circuito por contacto de ambas extremidades de la línea, con tierra; *“circuito metálico”*, sistema que empleaba dos líneas en lugar de una, desde el teléfono a la central, aisladas de la tierra, lo cual reducía la inducción producida por las corrientes de luz eléctrica. Para entonces ya se podían instalar *“extensiones”*, que eran los aparatos diversos conectados a la misma línea.

Para 1901, casi 50 eran los médicos con teléfono y había no menos de 6 teléfonos públicos instalados en la ciudad de México, en la botica de Pérez y sucesores en la primera calle de San Cosme, en una tienda de abarrotes de la Segunda de Santo Domingo, en el Correo, y en la cantina de Quintana, la cual se encontraba en la esquina de Santa Isabel, hoy San Juan de Letrán, mismos que cualquiera podía utilizar mediante un modesto pago.

En el año en que estalla la revolución, las redes de Mextelco y de Ericsson, se encuentran en un grado semejante de desarrollo. Por lo que toca al número de suscriptores, ambas tenían un aproximado de siete mil. La igualdad de condiciones se iría rompiendo a través del tiempo, por factores como: investigaciones tecnológicas en sus países de origen, administración de recursos humanos y materiales en suelo mexicano, contingencias laborales. En 1914 Ericsson se ve en apuros para introducir equipo debido a las dificultades de transporte que trae consigo la Primera Guerra Mundial. En 1915 Mextelco es incautada por órdenes de Venustiano Carranza, ambas compañías habían padecido los daños de sus instalaciones por la violencia que se dio durante 1913.

La situación de inestabilidad las obliga a extremar precauciones y a negociar constantemente con los caudillos de algunas zonas del país. El 1925 se reanuda el servicio de la Compañía Telefónica y Telegráfica Mexicana pero con una propiedad diferente: a partir de ese año pertenecerá a la *“International Telephone and Telegraph Co. (ITT)”*, y su concesión sería prorrogada por 50 años.

En 1928, cincuenta años después de que se estableciera la Compañía Telefónica Mexicana, los teléfonos ofrecían el servicio público automático, evitando con ellos la existencia de centrales de operación manual. Las llamadas costaban cinco centavos al público. En esos años, la compañía Ericsson era la que ocupaba el primer lugar entre los suscriptores locales, y ocupaba más de setecientos trabajadores entre operadoras y obreros. Los precios de las llamadas variaban según las localidades y la compañía que ofrecía el servicio de las más costosas de teléfono a teléfono y cada tres minutos por ejemplo: desde la capital hasta Ensenada, Baja California, y hasta Navojoa, Sonora, 19.95 pesos; mientras que una llamada a Guadalajara reportaba un gasto de poco más de 4 pesos.

Entre 1926 y 1929 hay una gran demanda del servicio por parte de nuevos suscriptores y un crecimiento en redes y centrales. Se intensifica, una petición por parte del público que se enlacen los sistemas de Mextelco y Ericsson en el Distrito Federal para que los suscriptores de una y otra compañía pudieran comunicarse entre sí. Las negociaciones entre ambas compañías tomarían dos décadas para lograr ese objetivo. El 17 de junio de 1936 el gobierno del general Lázaro Cárdenas extiende un acuerdo mediante el cual ordena a ambas compañías enlazar sus líneas y combinar sus servicios telefónicos en toda la república, sin embargo, habría que esperar una década más para que se pudiera lograr este objetivo. En varias zonas se lograron sólidas compañías. La empresa potosina, la poblana, y la aguascalentense fueron compradas por Mextelco en los años veinte.

En esa misma época Ericsson adquirió la Compañía Telefónica Jalisciense y otra que subastó el Gobierno de Chihuahua. Poco antes del buscado vínculo empresarial, Mexeric compra la Telefónica del Puerto de Mazatlán que durante treinta y seis años había operado como empresa privada sinaloense. Por ello, en 1947 Ericsson y la ITT negociaban también adhesiones previas, o ex compañías autónomas que ya no eran sino sucursales ubicadas en los estados. En ese año quedaban todavía varias empresas telefónicas de jurisdicción federal o estatal totalmente independientes de las dos mayores. Entre ellas estaban la Telefónica Nacional fundada en 1937 en Sabinas, Coahuila, como resultado de la integración de dos compañías telefónicas previas: las Sabinas y la Burguet. En las mismas condiciones se hallaban la Telefónica Fronteriza, que tenía una larga historia en el noreste de México y cubría Baja California, Nogales, Ciudad Juárez; la Compañía Campechana de Teléfonos, la de Tabasco; la de Soconusco y la compañía de Servicio Público de Agua Prieta.

El 23 de diciembre de 1947, ante el notario número 54 del Distrito Federal, Lic. Graciano Contreras, queda constituida la empresa Teléfonos de México S.A. que asumiría, a partir del primer día del siguiente año, todas las deudas y adquiriría todos los recursos de la empresa Ericsson. La operación se llevó a cabo sin problemas debido a tres factores: primero, las largas negociaciones acumuladas durante años respecto a la fusión y el convencimiento de gobiernos, usuarios y compañías de aquellas épocas. Segundo, por la aparición de un industrial sueco llamado Axel Wenner-Gren, radicado en México y con su gran capital disponible, quien había conversado con los directivos de Mexeric. Y en tercer lugar, porque el nuevo Presidente de la República, el Lic. Miguel Alemán Valdez, le interesaba no solo la unidad telefónica, sino la inclusión del capital mexicano en la nueva empresa. Era éste el primer Presidente no militar de la Posrevolución y estaba iniciando su segundo año de gobierno. Apoyó la entrada del empresario italiano, nacionalizado mexicano, Bruno Pabiai, quien suscribió 50 acciones de Telmex, cosa que también hicieron otros mexicanos: Octavio Fernández y José Joaquín Cesar.

En el primer consejo de administración estuvieron, además de Wenner-Gren, de los representantes de Ericsson y de los mexicanos mencionados, otras figuras políticas que sugieren la presencia del gobierno: el Secretario de Economía, y un exgobernador de Sonora.

El 9 de enero de 1948 quedaron interconectados los dos sistemas telefónicos de la Ciudad de México, para tranquilidad de los usuarios. ITT había accedido al enlace, sin que Mextelco entrara todavía a Telmex. Para la navidad de 1949 hay humo blanco en Nueva York. El capital de ITT, el de Ericsson y el de Werner Green se fusionaron, el 3 de mayo del año siguiente se firma el contrato de consolidación, con el visto bueno del gobierno mexicano.

En agosto de 1958, después de prolongadas conversaciones entre representantes de Ericsson, ITT y los empresarios mexicanos que deseaban comprar acciones, se decide la venta. Los protagonistas principales de esta nueva adquisición son Eloy S. Vallina y Carlos Trouyet, quienes estarán al frente del consejo de Administración.

En 1960 no solo es el año en que el país estrena casetas telefónicas públicas, sino también es una fecha significativa en la trayectoria del Sindicato de Telefonistas, cumple diez años de fundado como organización nacional suplente de las agrupaciones gremiales que, por separado, operaron en Ericsson y en Mexicana. También estalla una huelga, y a partir de esta, las revisiones del contrato colectivo que la empresa firma con sus trabajadores se tornan cada vez más complejas.

En el año de 1963 el gobierno mexicano adquiere una parte importante de las empresas en base a una emisión de bonos y a las acciones que los usuarios habían adquirido desde la nacionalización de la empresa. En 1967 se instalan 237 enlaces PCM (Modulación por Codificación de Pulsos) en la capital del país, hecho que puede considerarse como el antecedente de la digitalización a gran escala, que abarcaría después la fase de transmisión de señales y la conmutación. El 16 de agosto de 1972 se firmo un acuerdo entre representantes del gobierno y la empresa para llevar a cabo la compra de un 3% mas de las acciones de Teléfonos de México, con lo que el numero de estas pasaba a representar el 51% del total de las acciones de la empresa, que se convertirían en acciones comunes que integraron la serie "AA".

La primera central digital que se instaló en México opero con un sistema digital E10 de la compañía CGE francesa y se puso en servicio en 1979 dentro del sistema Tláhuac Milpa Alta, al sur de la ciudad de México, el 31 de octubre de 1980, en Tijuana, entró en operación la primera central AXE instalada en suelo mexicano. Con la introducción de centrales AXE y después también con el sistema 1240 de ITT se abrió la integración de la tecnología digital de conmutación con la transmisión utilizando los sistemas PCM.

A partir de la primera mitad de la década de los ochenta se comenzó a hablar de privatización con gran énfasis. Se hicieron planes, proyectos y convenios para la mejora del servicio y para la modernización de la infraestructura. La organización de la empresa fue replanteada. La década de los ochenta llegó a su fin con el anuncio presidencial de la desincorporación.

En 1990 el presidente de México Carlos Salinas de Gortari decidió comenzar un proceso de privatización. Se presentaron varios grupos de inversionistas formados por empresas nacionales e internacionales, resultando ganador el consorcio creado por Carlos Slim, France Télécom y SBC Communications entre otros pequeños inversionistas, pero este consorcio se apoderó del 53% y al ser el accionista mayoritario, compró un restante dejando al fundador con el 31% de las acciones.

Después de su privatización Telmex comenzó con un plan de inversión en nueva tecnología, fibra óptica, y cobertura total del país, se restablece el cobro en casetas de telefonía pública que permaneció gratuita por años después del terremoto, mediante la sustitución de las antiguas casetas por marcación de disco de GTE Corporation, por las digitales de tarjetas electrónicas individuales. En 1997 se abrió el mercado mexicano de la telefonía de larga, con lo cual entraron AT&T y Avantel, entre otras, pero ninguna logró afectar seriamente a Telmex.

A partir de 1996 Telmex ha dejado de contratar empleados de confianza y ha empezado a contratar empleados con menos prestaciones laborales (solo las de la Ley) mediante la empresa Comertel Argos, así también, se ha dado cada vez mayor interés en invertir incansablemente en las Empresas Red Uno y Uninet, de las cuales el 100% del capital es de Carlos Slim (esto a partir de 1999). De tal manera que los nuevos productos que se ofrecen serán de Tecnología IP, Internet, MPLS.

1.3 FUNCIONAMIENTO DEL TELÉFONO

El teléfono tiene principalmente dos funciones. La primera es establecer una conexión entre las dos partes, pulsando algunas teclas o girando un disco lo cual genera impulsos que son convertidos y enviados a través de la línea. En conjunto con la señalización localiza al destinatario, así mismo, también se encarga de romper con esta conexión. La segunda función es la de realizar la comunicación de voz entre dos abonados utilizando transductores.

Los elementos principales que constituyen al teléfono son: el timbrador (ringer), el switch de colgado-descolgado (switch-hook), el teclado (dialer), el transmisor y el receptor, como se muestra mas adelante en la figura 1.1 El aparato telefónico cuenta con una tarjetería electrónica, el cual convierte voz en señales eléctricas, así como señales eléctricas en acústicas para su transmisión. Son estos circuitos del aparato telefónico los encargados de la señalización, es decir de activar el timbre cuando se recibe una llamada, o de seleccionar el número al cual se desea llamar.

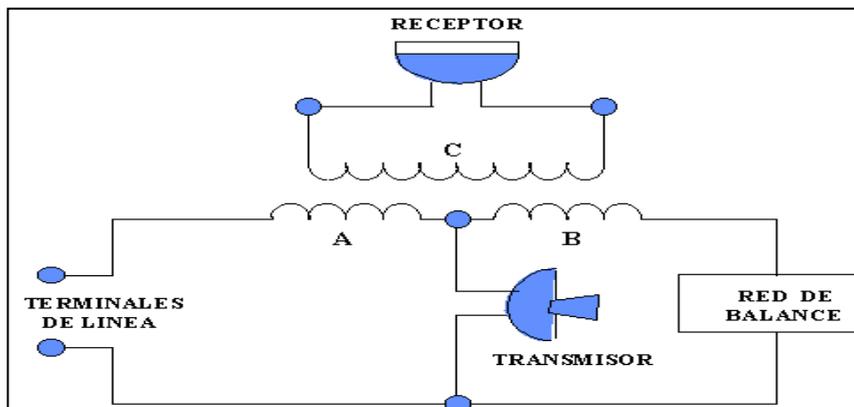


Figura 1.1 Diagrama interno de un teléfono.

La manera en que funcionaba era de la siguiente forma: para cada número del disco dactilar, le correspondía el mismo número de pulsos eléctricos, si se seleccionaba el número 1234-567 se enviaban del aparato a la central siete sucesiones de pulsos separados cada uno por el mismo intervalo de tiempo, y cada sucesión a su vez estaba separada de la precedente y de la sucesiva por un intervalo mas largo, en el ejemplo se tendría un pulso sucedido de dos pulso, luego de tres y así sucesivamente.

Hace tiempo la selección del número por medio de pulsos fue sustituida por una selección de distintas frecuencias, donde a cada número le corresponde un par de frecuencias distinto. A esto se le conoce como *dial pad*, y es una matriz de cuatro por cuatro como la que se muestra en la figura 1.2. Esta matriz tiene cuatro renglones de bajas frecuencias por cuatro columnas de alta frecuencia. De esta forma al digitar un número se envían sus dos frecuencias correspondientes sobre la línea telefónica. A este tipo de marcación se le conoce como DTMF (Dual Tone MultiFrequency) o marcación multifrecuencia.

MARCACION POR TONOS Dual-Tone Multi-Frequency (DTMF)					
		Altas frecuencias			
		1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A	
770	4	5	6	B	
852	7	8	9	C	
941	*	0	#	D	
	Bajas frecuencias				

Figura 1.2 Matriz DTMF

Trasladando esto a términos de ingeniería de voltajes y corrientes, el funcionamiento del teléfono se basa en los cambios de corriente detectados por la central. El teléfono se puede analizar como un arreglo de voltaje y resistencia, existen dos estados en él, uno es cuando esta colgado y utiliza un voltaje de -48 volts y una impedancia de 40 Kohms. Para la central el teléfono parece ser un circuito abierto y le demanda una corriente casi nula de aproximadamente 0.02 mA El segundo caso es el de descolgado donde el voltaje cae entre -5 a -12 volts, la impedancia se reduce a 1 Kohm y la corriente aumenta a unos 20 mA, esta corriente se aprovecha para alimentar al micrófono, amplificar los tonos y otros mecanismos internos del teléfono. El tono de línea ocupada o desocupada lo transmite la central al detectar alta o baja impedancia en el teléfono del destinatario, el tono tiene una amplitud de entre 80 y 130 Vrms.

Para la transmisión de datos y voz a través de la misma red se utilizan diferentes tipos de modulación y multiplexación. La información de varios usuarios puede ser multiplexada en tiempo (TDM), donde cada usuario transmite en una ranura de tiempo asignada, o bien multiplexada en frecuencia (FDM) donde cada usuario transmite en una frecuencia determinada.

La modulación de la voz se hace mediante portadoras de 64 KHz y esta modulación se puede hacer analógica o digital. Varias líneas pueden ser multicanalizadas sobre una sola llamada troncal.

1.4 ESTRUCTURA DE LA RED TELEFONICA PÚBLICA CONMUTADA (PSTN)

El sistema telefónico puede considerarse como el conjunto de dispositivos físicos para suministrar el servicio de comunicación telefónica, que permite una comunicación a distancia; para proporcionar dicho servicio es necesario que el sistema telefónico contenga los medios y recursos para conectar a los aparatos telefónicos específicos al principio de la llamada y desconectarlos una vez que esta termine. En el proceso de conexión y desconexión se incorporan las funciones de: conmutación, señalización y transmisión.

1.4.1 CONMUTACIÓN

La función de conmutación comprende la identificación y conexión de los abonados a una trayectoria de una comunicación adecuada. La señalización se encarga del suministro e interpretación de señales de control y supervisión que se necesitan para realizar la conmutación. La transmisión hace el proceso del envío del mensaje del abonado y de las señales de control por medio del canal.

1.4.2 SEÑALIZACIÓN

La señalización es un proceso muy complejo y demasiado útil que ha dado excelentes resultados en la utilización de la PSTN, el protocolo que se utiliza es el SS7 (Signalling System 7). El SS7 trabaja fuera de banda, esto es, las señales de voz son enviadas en un canal distinto al de voz.

1.4.3 TRANSMISION

A la estructura del cableado que se encuentra entre el lugar donde se encuentre el usuario y la primera central telefónica se llama *bucle local*, también se le conoce como línea de abonado o línea telefónica. A la conexión que enlaza a los centros de conmutación entre si se le llama *troncal*. Existen tres conmutadores, los primarios que están inmediatamente en la zona de servicio, el tándem que conectan varios conmutadores primarios, y los tándem superiores que conectan varios tándem.

En la figura 1.3 se muestra el diagrama general de la PSTN, la conmutación del abonado 1 con el 2, ambos *conectados a la central 1 (ciudad A)*, *representa la conexión mas sencilla en la que no se emplean troncales* sino únicamente líneas de abonado; la diferencia esencial entre una línea de abonado y una troncal es que la primera esta asignada permanentemente a un abonado específico, mientras que la segunda es una conexión cuyo empleo se comparte. Es decir considerando a las centrales 2 y 3, existe una línea de abonado para cada suscriptor conectado a ellas, pero no existe una troncal para cada comunicación posible entre ellas. El número de circuitos troncales que debe existir entre esos puntos esta en función del número de comunicaciones efectivas que se establezcan. Estas troncales se utilizan únicamente durante la comunicación, pero pueden ser empleadas al desocuparse, para establecer una nueva comunicación.

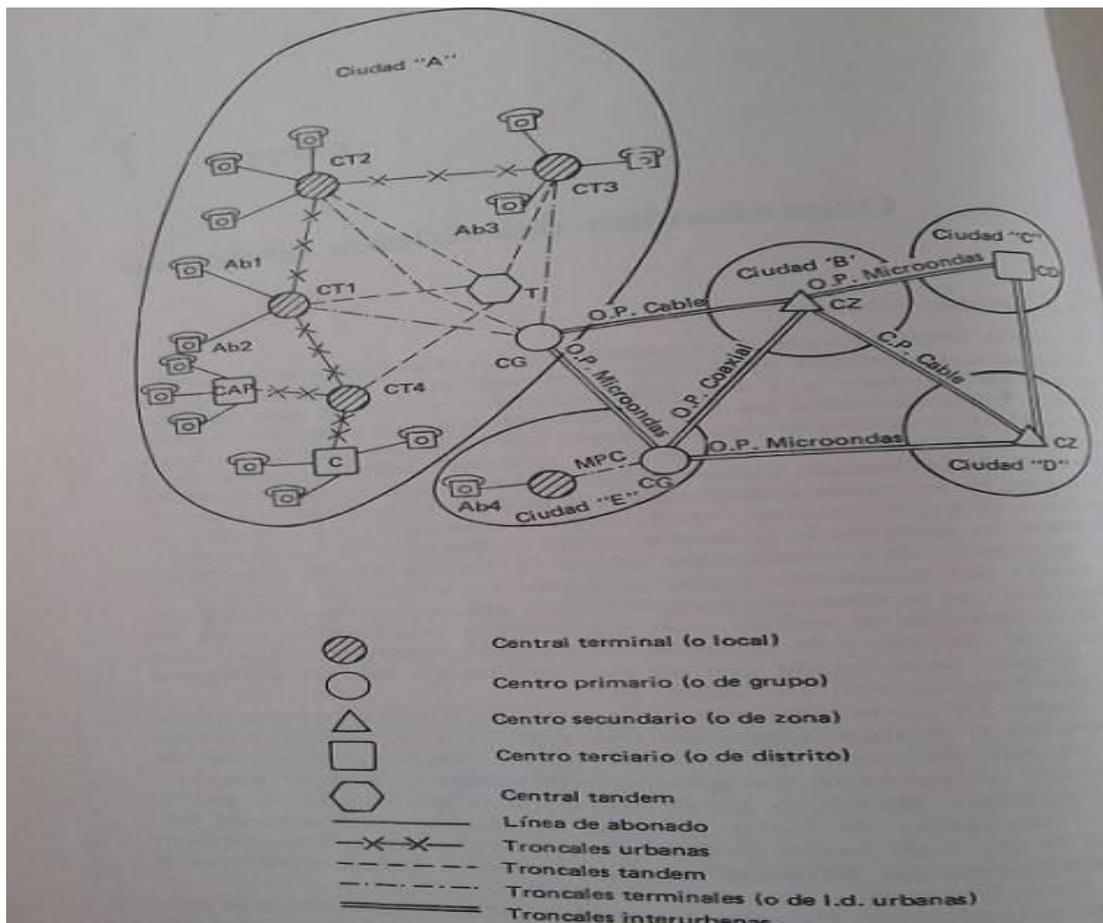


Figura 1.3 Estructura de la PSTN

Para interconectar centros locales con centros de larga distancia se emplean diferentes tipos de troncales. Una troncal urbana directa conecta a dos centrales locales, una troncal Tándem conecta a una central local con un centro tándem, mientras que en una troncal urbana de larga distancia conecta una central local con el primer centro de larga distancia.

La comunicación entre los abonados 1 y 3 de la misma ciudad, emplea dos troncales, efectuándose la conexión vía la central tándem del grupo. Estas troncales pueden estar constituidas por circuitos de frecuencia vocal, repetidores de impedancia negativa o por circuitos de onda portadora de corto alcance, por ejemplo, un sistema de modulación por pulsos codificados (PCM)

Si la comunicación del abonado 1 de la ciudad A con el abonado dentro de la ciudad E. La trayectoria comienza con una línea de abonado hacia la central terminal 1. De ahí la conexión emplea una troncal terminal hacia el centro del grupo. Si las dos ciudades tienen un alto índice de comunicación se proporcionará una troncal directa entre ellas.

Entre las ciudades A y E existe un cierto número de rutas, la ruta directa proporcionada mediante un sistema de onda portadora por microondas, una ruta alterna que emplea otro sistema de onda portadora por cable, vía un centro de zona. Desde este centro de zona existen troncales directas, también con sistemas de onda portadora, hacia la ciudad E.

Otra posibilidad se tiene haciendo uso de troncales finales hacia un centro en la ciudad C, desde el cual se puede hacer conexión con la ciudad E a través de otro centro de zona. Estas últimas troncales se pueden suministrar mediante un sistema coaxial y un sistema de microondas.

Se pueden distinguir tres tipos de redes: red local, red urbana y la red interurbana. Las comunicaciones telefónicas entre abonados conectados a una misma central emplean solo la red local. Por lo tanto, una red local se define como el conjunto de líneas de abonado conectadas a una central local. Así en una ciudad habrá tantas redes locales como centrales terminales tenga.

Las conexiones entre centrales locales se conocen como troncales urbanas siendo necesaria su existencia entre cada par de centrales. El conjunto de redes locales y troncales urbanas se conoce como red urbana. Para simplificar la estructura y aumentar la eficiencia de una red urbana se emplean centros tándem. Las conexiones entre centros de conmutación que pertenecen a ciudades diferentes, troncales interurbanas, constituyen la red interurbana que se emplean para las comunicaciones de larga distancia, lo que sería, como se observa en la figura 1.3 la conexión entre las ciudades A, B, C, D y E.

La línea de abonado proporciona una trayectoria bidimensional para las señales de voz, de llamada y de supervisión. Como el aparato telefónico y las líneas de abonado están permanentemente asociados, sus propiedades de transmisión combinadas se pueden ajustar para satisfacer su función específica en los requisitos del canal. Por ejemplo, deberá utilizarse un aparato telefónico de mayor eficiencia en caso de que haya una pérdida más grande en la línea de abonado ocasionada por el empleo de líneas más largas o de calibre más pequeño.

1.5 PLAN DE NUMERACION

Uno de los aspectos principales para la organización de un sistema telefónico automático se refiere al de numeración. Con el plan de numeración, se pretende asignar a cada abonado un número que determine su posición dentro de la red. Mediante este distintivo, que se conoce como *código de selección*, el sistema permite establecer la comunicación de un abonado con cualquier otro, sin importar la localización de estos que incluso pueden pertenecer a países diferentes.

1.5.1 ESTRUCTURA DEL CODIGO DE SELECCIÓN

En la figura 1.4 (página 21) se muestra una pequeña área de comunicación local, cuyas necesidades de comunicación telefónica se satisfacen con una central de 1000 líneas, como las centrales telefónicas, se construyen en unidades de 1000 líneas hasta un máximo de 10 unidades (10000 líneas), el área de conmutación local puede crecer en demanda del servicio telefónico que podrá ser proporcionado agregando tantas unidades de 1000 como sea necesario hasta atender 10000.

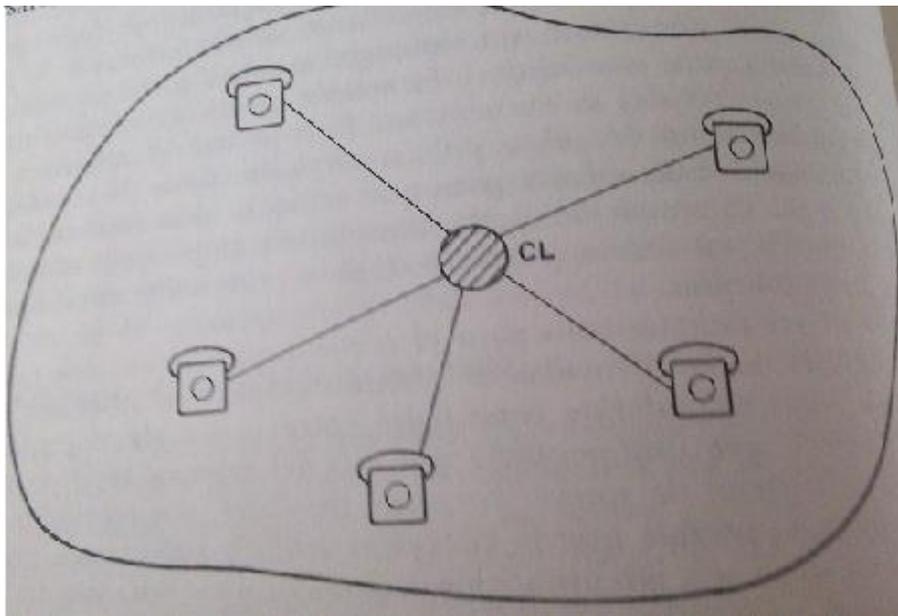


Figura 1.4 Área de conmutación local.

Si el área de la figura anterior fuese de mayor densidad telefónica, es decir, si se necesitará atender mas de 10000 abonados, entonces se instala mas de una central conectadas entre si como se puede ver en la figura 1.5 a) Se obtiene lo que se conoce como *área multicentral*. El mismo concepto de *área multicentral* se obtiene si varias áreas locales de bajo tráfico se juntan para formar una *área de conmutación mayor* como se muestra en la figura 1.5 b)

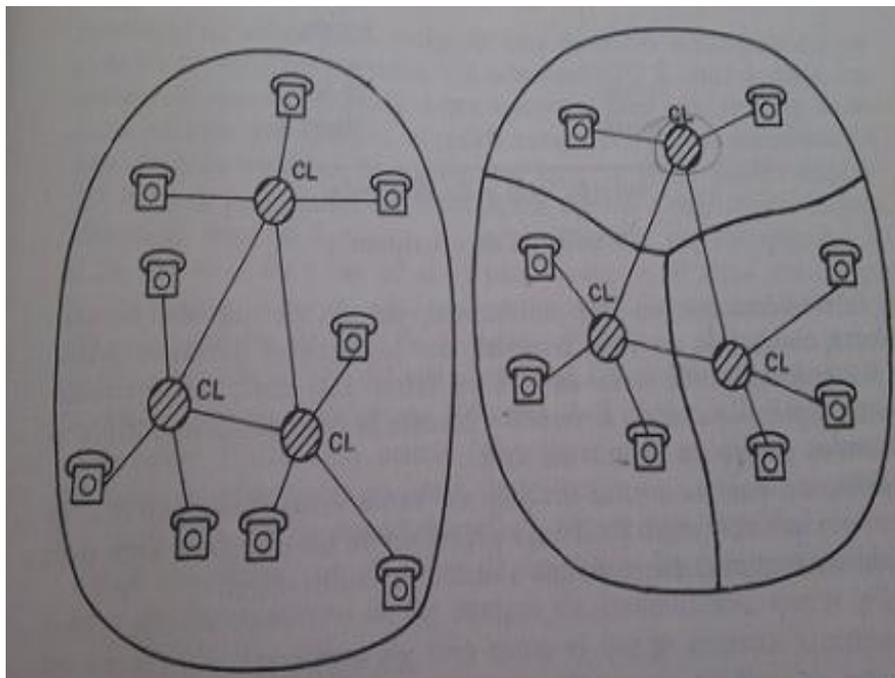


Figura 1.5 Área multicentral a) de alto trafico; b) formada de áreas locales de bajo trafico.

En una área multicentral cada teléfono y cada central telefónica poseen una identidad distinta como parte del sistema de numeración para la conmutación de larga distancia. Se puede entonces, dividir un país en varias áreas multicentrales, que enlazadas entre si permitirán la comunicación entre dos abonados cualquiera de ese país.

Volviendo al ejemplo inicial, si el área de conmutación local queda atendida con una central de 10000 líneas, con números que van desde el 0000 hasta el 9999 (4 dígitos), podremos localizar hasta 10000 abonados de esa central. Si lo que tenemos que atender es un área multicentral, con números de 5 dígitos, podrán definirse hasta 10 centrales de 10000 líneas cada una, 100,000 suscriptores en total (00000 al 99999).

Si el área multicentral requiere entre 10 y 100 centrales se requerirán distintivos de 6 dígitos. Si el área multicentral requiere entre 100 y 1000 centrales se necesitan distintivos de 7 dígitos.

Se considera que un área multicentral por grande que sea, no empleará nunca mas de 1000 centrales, por lo tanto, el distintivo hasta aquí formado, puede variar entre 4 y 7 cifras. Este distintivo se conoce como *número local* o de directorio y permite la comunicación entre dos abonados cualquiera dentro del área.

Cuando un país va a estar dividido en varias áreas multicentrales, es necesario que el número local vaya precedido de un código de área para establecer comunicaciones de una a otra área multicentral.

La cantidad de dígitos que forman el código de área, depende del número total de áreas en el país y de la densidad telefónica de cada área. Por ejemplo, si un área es de alta densidad telefónica, sus números locales serán de mas dígitos, por lo que será necesario tener menos dígitos en el código de área que permita seguir la recomendación de la *CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía)*, de que los números nacionales no deben exceder de 8 o 9 dígitos.

El número nacional está formado por el número local más el código del área. Por otro lado, si un país se ha dividido en 90 áreas multicentrales, con un solo dígito para el código de área, no se podrá numerar esas 90 áreas. Se necesitaran entonces, 2 cifras para el código de área con lo que podrán formarse 100 combinaciones, del 00 al 99, o sea, que podrán identificarse 100 áreas.

A menudo, estas combinaciones son insuficientes. Con 3 cifras para los códigos de área se pueden obtener hasta 1000 combinaciones, lo cual es suficiente aun para países muy grandes. Por lo tanto, conviene tener códigos de área combinados de 1, 2 y 3 cifras. Debe tenerse en mente, que cada código de área de una cifra que se emplee implica la perdida de un centenar de códigos de área de 3 cifras y cada código de área de 2 cifras implica la pérdida de una decena de códigos de 3 cifras.

El factor importante para decidir si a una cierta área se le debe dar un código de 1, 2 o 3 cifras, depende de la densidad de tráfico de dicha área. Mientras mayor sea el tráfico de un área dada, mayor será la ventaja de asignarle un código de área de menor número de dígitos, pues los números de directorio del área tendrán 6 o quizá 7 cifras. Los códigos de área más grandes, deben reservarse para áreas de poca densidad telefónica. Por ejemplo, se podría escoger el 1 para identificar un área de gran densidad de tráfico; con esto, ya no es posible

emplear del 10 al 19 para identificar áreas de dos dígitos, o del 100 al 199 para identificar áreas de 3 dígitos. Se podrán emplear, por ejemplo, del 20 al 29, del 30 al 39 y del 40 al 49 para distinguir 30 áreas con códigos de 2 dígitos. A su vez estos códigos impedirán el empleo del 200 al 499 para códigos de área de 3 dígitos. Para estos códigos se podrán emplear de 500 al 599, 600 al 699, 700 al 799, 800 al 899, 900 al 999 para identificar 500 áreas de 3 dígitos o de bajo tráfico.

La anterior distribución podría implantarse para un país que tuviese 531 áreas multicentrales en total, de las cuales una será de alta densidad telefónica, 30 de densidad media y 500 de baja densidad. Puede requerirse, con el objeto de simplificar las funciones de tarificación y de enrutamiento de los equipos de conmutación, que se piense en un arreglo de códigos de área para permitir la misma primera cifra en los códigos de área de 2 y 3 dígitos.

El código de área se emplea entonces para enrutar las llamadas hacia áreas diferentes a las del abonado que origina la llamada. Para una comunicación de larga distancia (L.D.) que controlen el encaminamiento de dicha comunicación para llegar a su destino. Por consiguiente, para una comunicación de L.D. nacional, es necesario que el número nacional vaya precedido de un prefijo de L.D. nacional el cual indica que la llamada se dirige a un abonado que pertenece a otra área diferente a la del abonado que llama, por lo que la comunicación se debe efectuar a través de centros de L.D. y de la red troncal interurbana. La *CCITT* recomienda que se tome el 0 como prefijo de larga distancia nacional. En cualquier caso, es evidente que la cifra empleada como prefijo no podrá usarse como primer dígito de ningún número local. De esta manera es como se compone la estructura del código de selección nacional que se compone del prefijo de L.D.N, código de área y número local.

1.6 LINEAS TRONCALES DIGITALES

En lenguaje técnico de telefonía, una línea troncal es un enlace que interconecta las llamadas externas de una central telefónica, concentrando y unificando varias comunicaciones simultáneas en una sola señal para un transporte y transmisión a distancia más eficiente (generalmente digital) y poder establecer comunicaciones con otra central o una red entera de ellas.

Una central telefónica tipo PBX utiliza una línea troncal para poder hacer de la central parte de la red de otras centrales y mantener comunicaciones. Generalmente las líneas troncales de los PBX son enlaces digitales E1 y T1 que soportan hasta 30 canales (líneas) de voz para la intercomunicación. Si se llegase interrumpir la comunicación de la línea troncal, no habría manera de establecer comunicación entre las centrales por ninguno de sus 30 canales.

Las centrales telefónicas de gran escala, como las usadas por las compañías de teléfono, utilizan enlaces con mayor capacidad de transmisión o con mayor accesibilidad geográfica, fibra óptica y enlace satelital o de microondas son ejemplos de cada uno respectivamente.

También es considerado como un servicio que trata de lo mismo: enlazar una central con la red de teléfono pública para tener una infraestructura telefónica más sólida. Usualmente es utilizado por empresas y va conectada a su propia central telefónica, lo cual le permite tener una mejor administración de las llamadas. Además se considera el precio de instalación y la eficiencia de la misma: una línea troncal de enlace digital E1 utiliza un solo par de cables y

soporta 30 llamadas simultáneas con la red exterior, mientras que con el sistema convencional de líneas telefónicas convencionales se necesitarían 30 pares de hilos para cada línea por separado, aparte de evitar tener que utilizar 30 líneas de la central pública que podrían dar servicio a otros abonados puntuales.

Las empresas de telecomunicaciones hoy en día prefieren realizar este tipo de instalación a nivel corporativo para que la central privada, o PBX, funcione con total autonomía.

1.6.1 ENLACE DIGITAL E1

E1 o Trama E1 es un formato de transmisión digital; su nombre fue dado por la administración de la (CEPT). Es una implementación de la portadora -E.

Es un formato de llamada y desmonte de acuerdo a varios protocolos estándar de telecomunicaciones. Esto incluye señalización de canales asociados (Channel Associated Signaling - CAS) en donde un juego de bits es usado para replicar la apertura y cerrado del circuito (como para los circuitos de llamadas en datos, sin riesgos de pérdidas de información).

Mientras que el estándar CEPT G703 especifica muchas opciones para la transmisión física, se utiliza de forma casi exclusiva el formato HDB3.

El protocolo E1 se creó hace muchos años ya para interconectar troncales entre centrales telefónicas y después se le fue dando otras aplicaciones hasta las más variadas que vemos hoy en día. La trama E1 consta en 32 divisiones (time slots) PCM (pulse code modulation) de 64k cada una, lo cual hace un total de 30 líneas de teléfono normales mas 2 canales de señalización, en cuanto a conmutación. Señalización es lo que usan las centrales para hablar entre ellas y decirse que es lo que pasa por el E1.

El ancho de banda se puede calcular multiplicando el número de canales, que transmiten en paralelo, por el ancho de banda de cada canal, resumiendo; un E1 equivale a 2048 kilobits en el vocabulario tecnológico convencional. Hoy contratar una trama E1 significa contratar el servicio de 30 líneas telefónicas digitales para nuestras comunicaciones.

1.7 CONMUTADORES

La conmutación es la conexión que realizan los diferentes nodos que existen en distintos lugares y distancias para lograr un camino apropiado para conectar dos usuarios de una red de telecomunicaciones. La conmutación permite la descongestión entre los usuarios de la red disminuyendo el tráfico y aumentando el ancho de banda.

Existen tres tipos de conmutación:

- Conmutación de circuitos
- Conmutación de mensajes
- Conmutación de paquetes

1.7.1 CONMUTACIÓN DE CIRCUITO

Es aquella en la que los equipos de conmutación deben establecer un camino físico entre los medios de comunicación previa conexión entre los usuarios. Este camino permanece activo durante la comunicación entre los usuarios, liberándose al terminar la comunicación. Ejemplo: La Red Telefónica Conmutada.

Su funcionamiento pasa por las siguientes etapas: solicitud, establecimiento, transferencia de archivos y liberación de conexión.

Ventajas:

- La transmisión se realiza en tiempo real, siendo adecuado para comunicación de voz y video.
- No existe congestión después de conectado el circuito.

Desventajas:

- Se necesita un tiempo para realizar la conexión, lo que conlleva un retraso en la transmisión de la información.
- Se desperdicia ancho de banda, ya que si se usa o no el canal el ancho de banda es el mismo.

1.7.2 CONMUTACIÓN DE MENSAJES

Este método era el usado por los sistemas telegráficos, siendo el más antiguo que existe. Para transmitir un mensaje a un receptor, el emisor debe enviar primero el mensaje completo a un nodo intermedio el cual lo encola donde almacena los mensajes que le son enviados por otros nodos. Luego, cuando llega su turno, lo reenviará a otro y éste a otro y así las veces que sean necesarias antes de llegar al receptor. El mensaje deberá ser almacenado por completo y de forma temporal nodo intermedio antes de poder ser reenviado al siguiente, por lo que los nodos temporales deben tener una gran capacidad de almacenamiento.

Ventajas

- Puede transmitir un mismo mensaje a todos los nodos de la red.

Desventajas

- Si la capacidad de almacenamiento de un nodo está llena y llega un nuevo mensaje éste no podrá ser almacenado en el nodo. Por lo tanto, se perderá definitivamente.
- Un mensaje puede acaparar una conexión de un nodo a otro mientras transmite un mensaje, lo que lo incapacita para poder ser usado por otros nodos.

1.7.3 CONMUTACIÓN DE PAQUETES

El emisor divide los mensajes a enviar en un número arbitrario de paquetes del mismo tamaño, donde adjunta una cabecera y la dirección origen y destino así como datos de control que luego serán transmitidos por diferentes medios de conexión entre nodos temporales hasta llegar a su destino. Este método de conmutación es el que más se utiliza en las redes de computadoras actuales y surge para optimizar la capacidad de transmisión a través de las líneas existentes.

Al igual que en la conmutación de mensajes, los nodos temporales almacenan los paquetes en colas en sus memorias que no necesitan ser demasiado grandes.

1.7.4 CIRCUITO VIRTUAL

Es aquel en que los usuarios realizan un contrato con su distribuidor por un circuito permanente para sus terminales para transmitir no existe inicialización ni finalización del canal, es permanente.

CAPITULO 2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 ELEMENTOS DE UNA RED CONVERGENTE

Como se menciona en el capítulo anterior existen diferentes tipos de conmutación, los cuales generan los distintos tráfico en las redes por tanto; uno de los aspectos más importantes de las modernas redes convergentes es que su arquitectura permite que sus funciones puedan dividirse en componentes lógicos. Permitiendo así brindar soluciones con un elevado nivel de escalabilidad e interoperabilidad. Podemos distinguir entonces los siguientes elementos: que forman una red convergente: Estructura IP, puertas de acceso, controladores, procesadores adjuntos y terminales.

2.1.1 INFRAESTRUCTURA IP

Es la base para una red convergente, ésta provee la infraestructura física para transportar voz, datos y video utilizando protocolos IP. Debe utilizar herramientas especializadas para manejar y asegurar la QoS (calidad de servicio).

2.1.2 CONCEPTO Y DESCRIPCION DEL SWITCH

Un *SWITCH* es un dispositivo de propósito especial diseñado para resolver problemas de rendimiento en una red, debido a anchos de banda pequeños y embotellamientos. El switch puede agregar mayor ancho de banda, acelerar la salida de paquetes, reducir el tiempo de espera y bajar el costo por puerto. Opera en la capa dos del *modelo OSI* y se encarga de reenviar los paquetes en base a la dirección *MAC (Media Acces Control)*

El switch segmenta económicamente la red dentro de pequeños dominios de colisiones, obteniendo un alto porcentaje de ancho de banda para cada estación final. No están diseñados con el propósito principal de control fuerte en la red o como la fuente ultima de seguridad, redundancia o manejo. Al segmentar la red en pequeños dominios de colisión, reduce o casi elimina la competencia de cada estación por el medio, dando a cada una de ellas un ancho de banda comparativamente mayor, como se muestra en la figura 2.1

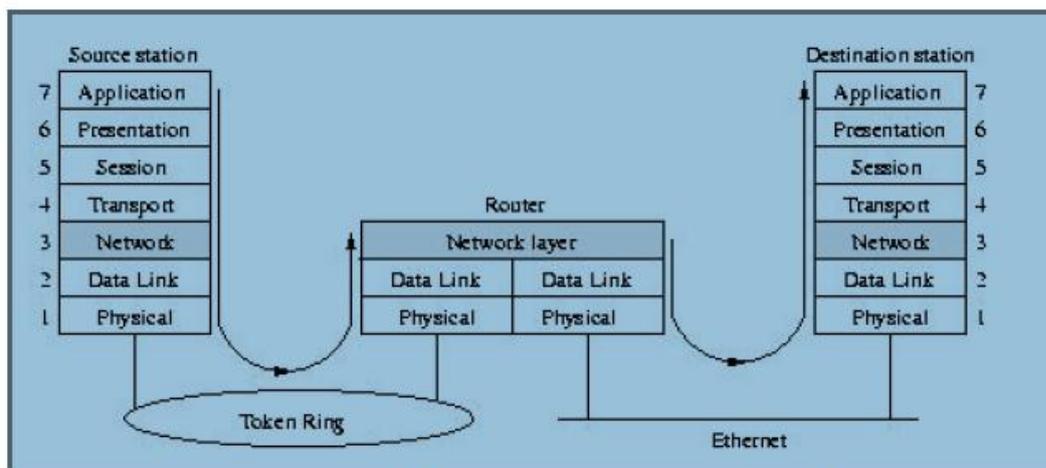


Figura 2.1 Interacción entre segmentos de red.

¿Donde usar un switch?

Uno de los principales factores que determinan el éxito del diseño de una red, es la habilidad de la red para proporcionar una satisfactoria interacción entre cliente-servidor, pues los usuarios juzgan la red por la rapidez de obtener un prompt y la confiabilidad del servicio.

Hay diversos factores que involucran el crecimiento de ancho de banda en una LAN:

- El elevado incremento de nodos en una red
- El continuo desarrollo de procesadores mas rápidos y poderosos
- La necesidad inmediata de un nuevo tipo de ancho de banda
- La regla de 80/20 del diseño de redes, donde el 80% del trafico en una LAN permanece local, se invierte con el uso del switch

En la figura 2.2 se muestra que la segmentación caso elimina el concurso por el medio y da a cada estación final mas ancho de banda en la LAN.

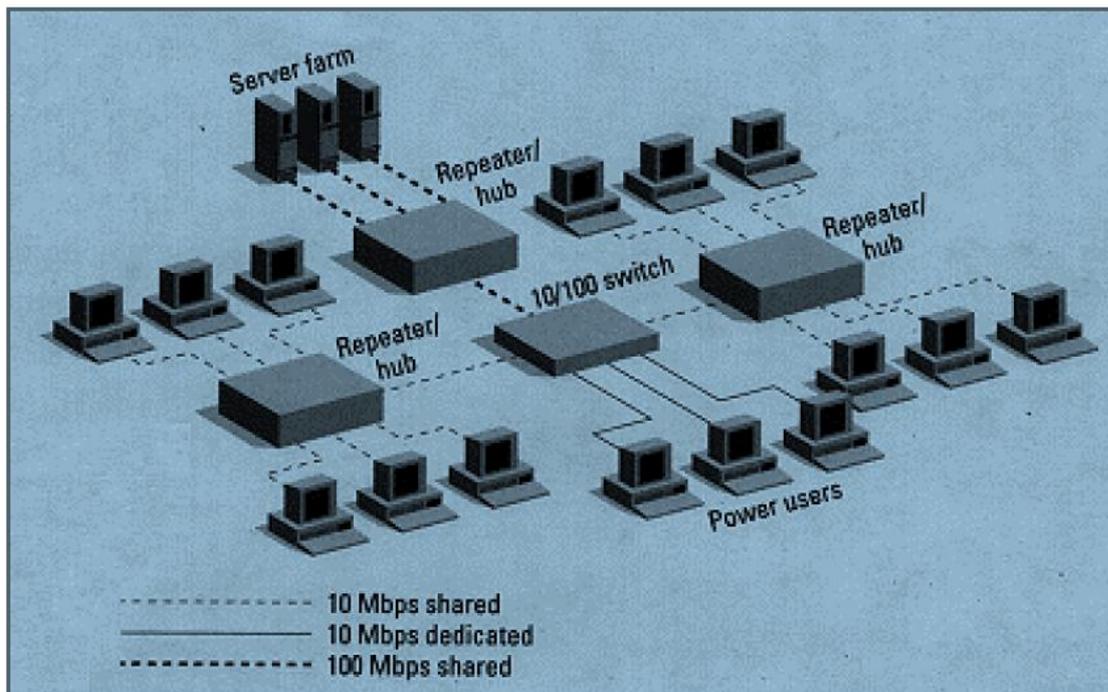


Figura 2.2 Segmentación en un switch.

2.1.3 CONCEPTO Y DESCRIPCION DEL ROUTER

Un router es dispositivo de propósito general diseñado para segmentar la red, con la idea de limitar tráfico de broadcast y proporcionar seguridad, control y redundancia entre dominios individuales de un broadcast, también puede dar servicio de firewall y un acceso económico a una WAN.

El router opera en la capa 3 del modelo OSI y presenta más facilidades de software que un switch, el router puede distinguir entre diferentes protocolos de red, tales como IP, IPX, Apple Talk, o DECnet. Esto le permite hacer una decisión mas inteligente que al switch, al momento de reenviar los paquetes.

El router realiza dos funciones básicas: es responsable de crear y mantener tablas de ruteo para cada protocolo de la capa de red, estas tablas son creadas ya sea dinámicamente o estáticamente. De esta manera el router extrae de la capa de red la dirección destino y realiza una decisión de envío basado sobre la especificación del protocolo en la tabla de ruteo.

La inteligencia de un router permite seleccionar la mejor ruta, basándose sobre diversos factores, más que por la dirección MAC destino. Estos factores pueden incluir la cuenta de saltos, velocidad de la línea, costo de transmisión, retraso y condiciones de tráfico. La desventaja es que el proceso adicional de procesamiento de tramas por un router puede incrementar el tiempo de espera o reducir el desempeño de un router cuando se compara con una simple arquitectura de switch.

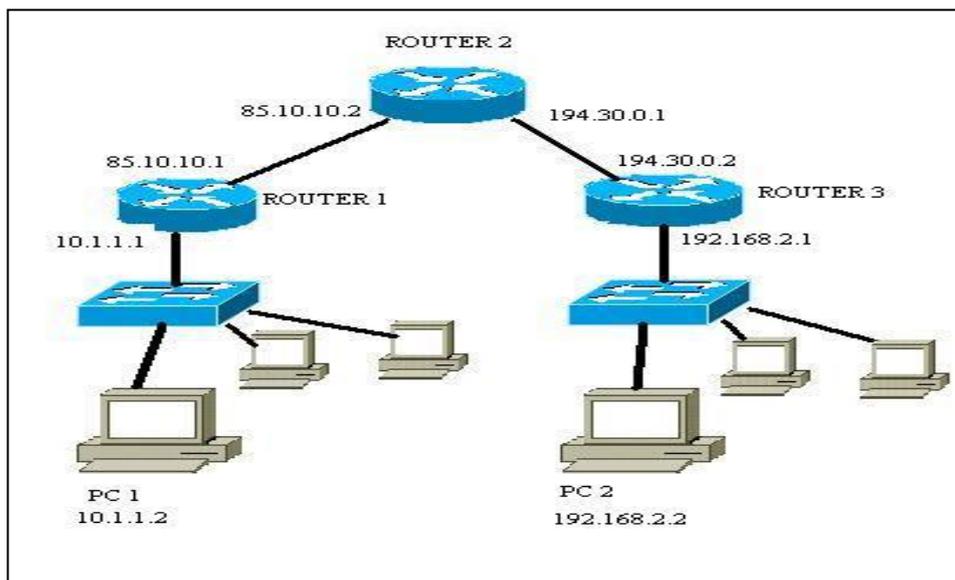


Figura 2.3 Funcionamiento de un Router.

¿Dónde usar un Router?

Las funciones primarias de un router son:

- Segmentar la red dentro de dominios individuales de broadcast
- Suministrar un envío inteligente de paquetes
- Soportar rutas redundantes en la red

Aislar el tráfico en una red ayuda a diagnosticar problemas, puesto que cada puerto del router es una subred separada, el tráfico de los broadcast no pasa a través del router.

Otros importantes beneficios son:

- Proporcionar seguridad a través de sofisticados filtros de paquetes, en ambiente LAN Y WAN
- Permitir diseñar redes jerárquicas, que deleguen autoridad y puedan forzar el manejo local de regiones separadas de redes internas.
- Integrar diferentes tecnologías de enlace de datos, tales como Ethernet, Fast Ethernet, Token Ring, y FDDI.

2.1.4 DISEÑO DE REDES CON SWITCH O ROUTER

Cuando se diseña una red de comunicación IP, puede influir demasiado al ser parte central de una organización de negocios. Pero si se diseña mal, la red puede ser un obstáculo para el éxito de una organización.

El diseño abarca todos los aspectos de comunicación, desde el nivel individual de enlace hasta el manejo global de la red, también un diseño exitoso debe fijarse dentro de los límites presupuestales de la organización.

Pequeños grupos de trabajo

Un grupo de trabajo es un conjunto de usuarios finales que comparten recursos de cómputo, pueden ser grandes o pequeños, localizados en un edificio o un campus y ser permanentes o móviles.

En la figura 2.4 se puede apreciar un típico ambiente de grupos de trabajo en una red interna, tiene dos concentradores y puede crecer hasta a 20 concentradores con 200 usuarios.

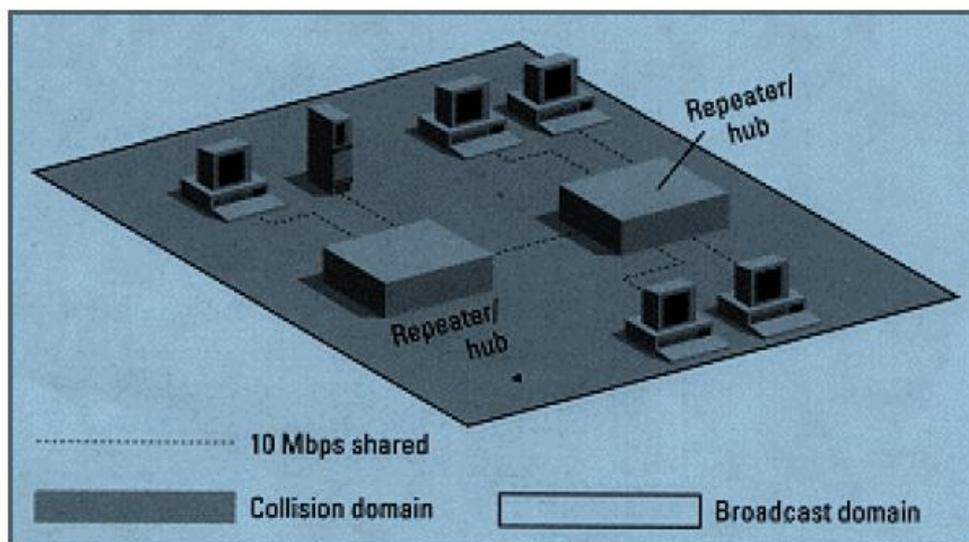


Figura 2.4 Red para pocos usuarios.

En este tipo de red el administrador requiere maximizar el ancho de banda de los servidores y dividir las PC's en pequeños dominios de colisiones que comparten y para poder lograr esto se puede hacer por:

Diseño utilizando un switch

En un ambiente de trabajo de una pequeña empresa el dominio de broadcast se divide en 4 dominios de colisiones, donde los usuarios atados a dichos dominios comparten la misma velocidad de conexión a la red.

Los accesos dedicados a servidores y usuarios poderosos, eliminan la competencia por acceso al medio y el servidor local tiene la interface de alta velocidad para evitar posibles cuellos de botella. Además de garantizar que los paquetes no se perderán por la limitación del buffer, cuando el tráfico de varios puertos sea enviado a un solo puerto destino.

Si únicamente se quiere dar ancho de banda a los grupos de trabajo, el switch es la mejor solución, pues sus ventajas son mayores a las de un router para este tipo de aplicaciones dado que:

- El switch ofrece mayor velocidad, al enviar su salida a todos los puertos a la vez
- Da mayor rendimiento por puerto en términos de costo que un router
- Es más fácil de configurar, manejar y reparar que un router

Diseño utilizando un router

El router es configurado con una interfaz dedicada de alta velocidad dedicada al servidor y un número grande de interfaces ethernet, las cuales son asignadas a cada uno de los concentradores y usuarios. Y para ser instalado, el administrador de la red divide los dominios grandes de broadcast y colisiones en dominios pequeños.

La selección del router no se basa en lo económico o en la tecnología. Desde una perspectiva tecnológica el router proporciona pocos paquetes de salida. Probablemente los niveles de tráfico de broadcast no justifiquen la complejidad adicional de separarlos. Generalmente se recomienda utilizar router cuando el ambiente de trabajo sea muy grande esto basado en la regla de que es mejor tener pocos routers complejos que muchos switches simples.

2.1.5 CONCEPTO Y DESCRIPCION DEL GATEWAY

Puertas de acceso (Gateway)

Son un conjunto de productos, protocolos y aplicaciones capaces de permitir que cualquier dispositivo acceda a los servicios de internet y servicios de telecomunicaciones sobre las redes IP. Este elemento es la pieza central en la red de telefonía IP, ya que es capaz de manejar inteligentemente las llamadas en la plataforma de servicio de los *ISP (Internet Service Provider)*. Por otro lado, sirven como plataformas de integración para aplicaciones e intercambio de servicios y son capaces de transportar tráfico de voz, datos y video de una manera más eficiente que los equipos existentes.

Las puertas de acceso o gateway son equipos que se utilizan para acceder a redes de distintos tipos. Básicamente se encargan de “traducir” protocolos, existen dos tipos: Media Gateway y Signaling Gateway.

Media Gateway:

Típicamente se conforma de múltiples interfaces físicas que pueden incluir: IP, generalmente Ethernet para acceder a la red IP; FXS, para conectarse directamente a teléfonos analógicos; FXO, para conectarse a líneas troncales; y otras más para interconectar aplicaciones más especializadas, líneas digitales y redes inalámbricas por ejemplo.

Además de la conexión física de los medios, un media gateway también se encarga de la traducción entre protocolos y de la conversión de medios analógicos a digitales. Esta última la realiza por medio de codificadores/decodificadores o codecs

Signaling Gateway:

Las puertas de acceso de señalización son tipos especializados de gateway que se encargan de traducir la señalización y transporte de una red conmutada por circuitos a una estructura IP y viceversa

2.1.6 CONCEPTO Y DESCRIPCION DEL GATEKEEPER

Gatekeeper Local: Sistema de administración de llamadas mediante el protocolo H.323 y definición de zonas asociado a una institución exclusivamente. Puede registrar sistemas terminales dentro de la institución, registrarse así mismo como dependiente de un gatekeeper regional y validarse ante los gatekeepers dentro de esa región, conformando una vecindad de gatekeepers. Ante la ausencia de un gatekeeper regional se registrará ante el gatekeeper. Su prefijo de zona puede ser de tres a cuatro dígitos (equivalentes a los dígitos de la marcación telefónica convencional hacia la institución - esto al registrarse ante un gatekeeper regional) o de 6 dígitos (el código de área y los dígitos de marcación a la institución - esto al registrarse directamente con el gatekeeper por la ausencia de un gatekeeper regional)

Gatekeeper Regional: Sistema de administración de llamadas H.323 y definición de zonas asociado a una región que puede comprender una o más instituciones. Puede registrar sistemas terminales y gatekeepers locales y registrarse a si mismo como dependiente del gatekeeper. Así también puede validarse ante otros gatekeepers regionales conformando vecindad de gatekeepers. Su prefijo de zona puede ser de dos a tres dígitos (equivalentes a los dígitos del código de área telefónico convencional).

2.2 ANTECEDENTES DE LA VoIP

Las señales digitales últimamente han prevalecido sobre las analógicas puesto que ofrecen mayores ventajas entre las que se pueden resaltar: funcionalidades para multicanalizar las señales, fácil señalización, generación de señales, baja relación señal-ruido, y una encriptación eficiente de la señal, la cual importa mucho hoy en día.

Comparando el envío de voz de manera analógica con la forma digital se puede observar que al mandar la voz por PSTN, si la comunicación se establece entre muy largas distancias, resulta necesario implementar amplificadores que permitan mejorar la señal. Al amplificar el audio también se amplifica el ruido de la línea, en pocas palabras, si se distorsiona la señal durante la transmisión, el amplificador simplemente amplifica la señal distorsionada. Esto no ocurre en las redes digitales ya que los repetidores o amplificadores no solo amplifican la señal sino que la filtran y la limpian del ruido de la línea antes de retransmitirla.

La red IP comenzó a desarrollarse exponencialmente con el surgimiento de internet. Surgieron los conceptos de nodos, servidores, router, repetidores, puentes, switches, gateway y demás elementos que conforman una red de paquetes conmutados bastante útil para el intercambio de datos. Poco a poco la información que se busca empezó a ser mas demandante, al grado de aplicaciones populares como un chat que no solo comunica a dos usuarios por medio de mensajes escritos en *TIEMPO REAL*, sino que también les otorga la oportunidad de establecer una conversación oral y visual con solo una PC, micrófono, bocinas, cámara web, y conexión a internet.

Llego un momento en el que por la red viajaban datos multimedia como conferencias de video a buena tasa de transmisión y mostraron una fuerte evolución en las comunicaciones digitales. Fue así como surgió la idea de implementar una red IP donde pudiera viajar la voz. En la red de voz sobre IP (*VoIP*) existe un control de llamadas que se encarga de traducir direcciones IP y planes de numeración telefónica, relacionarlos y establecer la comunicación.

Se ha preferido la red de paquetes conmutados sobre la red de circuitos conmutados puesto que la segunda exige un ancho de banda definido o fijo durante toda la transmisión punto a punto incluso cuando no se esté utilizando por completo este recurso, por ejemplo cuando ambas personas guardan silencio por instantes. Todo lo contrario ocurre en la red de paquetes conmutados, donde el ancho de banda es aprovechado al máximo. Lo anterior se puede traducir en la diferencia de costos invertidos en cada red.

Un de los objetivos de la voz sobre IP es unificar las redes de voz y de datos. De esta forma se adquieren muchos beneficios. Por ejemplo, dentro de una empresa utilizando un IP-PBX y organizando bien la infraestructura de la red, se puede tener la red de datos en conjunto con los servicios telefónicos como transferencia de llamadas, conversación de tres o más a la vez, identificación de los números, etc.

Sin embargo las ventajas no terminan ahí, si a lo anterior se le agrega que la empresa maneje *DCHP* que asigna un IP dinámico a cada nodo de la red, se puede dar mayor servicio y no obstante tenga diferente IP, el numero de teléfono no cambia inclusive cuando el usuario se traslade de una oficina o de un edificio.

2.3 DIGITALIZACION Y COMPRESION DE VOZ

Existen muchos y diversos algoritmos para digitalizar la voz. Estos se escogen según las necesidades, características e implementaciones del sistema. El algoritmo escogido para *E1* es *PCM* y provee al sistema de excelente calidad para todo tipo de señales de entrada, tanto voz como datos, a un buen costo y una tasa de transmisión de 64 Kbps.

La digitalización se puede dividir en dos categorías. La primera técnica comúnmente referida con el nombre de *VOCODER*, trata la codificación del habla procurando usar la menor cantidad del ancho de banda posible y un *BIT RATE* bajo aproximadamente de 1.2 Kbps. Un ejemplo son las contestadoras telefónicas automáticas, debido a que se usa el mínimo de recursos, la voz se escucha aunque entendible, con muchas deficiencias.

La segunda categoría procura codificar la forma de la onda analógica con la mayor exactitud posible al grado de realizar una copia perfecta en digital. Esta categoría es donde yacen los problemas de codificación y decodificación. Se utilizan en la mayoría de los sistemas tres tipos de codificación: *PCM*, *PCM DIFERENCIAL*, Y *MODULACION DELTA*. Con estas técnicas se pretende modular la forma de onda de la voz en telefonía. Existen dos conceptos básicos en la conversión analógico-digital de la voz. Uno es el muestreo y el otro es la cuantificación.

2.3.1 TEOREMA DE NYQUIST

El ingeniero sueco Harry Nyquist formuló el siguiente teorema para obtener una grabación digital de calidad:

“La frecuencia de muestreo mínima requerida para realizar una grabación digital de calidad, debe ser igual al doble de la frecuencia de audio de la señal analógica que se pretenda digitalizar y grabar”.

Es decir, que la tasa de muestreo se debe realizar, al menos, al doble de la frecuencia de los sonidos más agudos que puede captar el oído humano que son 20 mil Hertz por segundo (20 kHz). Por ese motivo se escogió la frecuencia de 44,1 kHz como tasa de muestreo para obtener “calidad de CD”, pues al ser un poco más del doble de 20 kHz, incluye las frecuencias más altas que el sentido del oído puede captar.

El teorema de muestreo, que no debe ser confundido con la cuantificación, proceso que sigue al de muestreo en la digitalización de una señal y que, al contrario del muestreo, no es reversible ya que se produce una pérdida de información en el proceso de cuantificación, incluso en el caso ideal teórico, que se traduce en una distorsión conocida como error o ruido de cuantificación y que establece un límite teórico superior a la relación señal-ruido.

Dicho de otro modo, desde el punto de vista del teorema, las muestras discretas de una señal son valores exactos que aún no han sufrido redondeo o truncamiento alguno sobre una precisión determinada, esto es, aún no han sido cuantificadas. El teorema demuestra que la reconstrucción exacta de una señal periódica continua en banda base a partir de sus muestras es matemáticamente posible si la señal está limitada en banda y la tasa de muestreo es superior al doble de su ancho de banda.

2.3.2 CUANTIFICACIÓN

Básicamente, la cuantificación lo que hace es convertir una sucesión de muestras de amplitud continua en una sucesión de valores discretos preestablecidos según el código utilizado.

Durante el proceso de cuantificación se mide el nivel de tensión de cada una de las muestras, obtenidas en el proceso de muestreo, y se les atribuye un valor finito (discreto) de amplitud, seleccionado por aproximación dentro de un margen de niveles previamente fijado.

Los valores preestablecidos para ajustar la cuantificación se eligen en función de la propia resolución que utilice el código empleado durante la codificación. Si el nivel obtenido no coincide exactamente con ninguno, se toma como valor el inferior más próximo.

En este momento, la señal analógica (que puede tomar cualquier valor) se convierte en una señal digital, ya que los valores que están preestablecidos, son finitos. No obstante, todavía no se traduce al sistema binario. La señal ha quedado representada por un valor finito que durante la codificación (siguiente proceso de la conversión analógico digital) será cuando se transforme en una sucesión de ceros y unos.

Así pues, la señal digital que resulta tras la cuantificación es diferente a la señal eléctrica analógica que la originó, algo que se conoce como Error de cuantificación. El error de cuantificación se interpreta como un ruido añadido a la señal tras el proceso de decodificación digital. Si este ruido de cuantificación se mantiene por debajo del ruido analógico de la señal a cuantificar (que siempre existe), la cuantificación no tendrá ninguna consecuencia sobre la señal de interés.

2.3.3 COMPRESION DE LA VOZ

Para la compresión de la voz se ocupan dos variantes de PCM a 64 Kbps, las cuales son la Ley μ y la Ley a . Ambas son utilizadas para ofrecer calidad de 12 y 13 bits en solo 8 bits. La ITU ha establecido otras normas para predicción lineal del código, así también describe un grupo de recomendaciones de la serie G, como lo son el G.711, G.726, G.728 y demás. En la red de VoIP no existe un estándar definido, es decir, puede haber redes que utilicen métodos de compresión y predicción diferentes a las de otras redes.

2.3.4 PCM UNIFORME

El número de intervalos depende del número de bits necesarios para representar la amplitud. Esto quiere decir que si deseamos una resolución de 4 bits por valor, obtendremos $2^4 = 16$ intervalos separados uniformemente. Los valores mostrados cuyas amplitudes se encuentren dentro del intervalo se redondean. Este redondeo se llama *ERROR DE CUANTIFICACION* y algunas veces es conveniente agregar más bits a la resolución para disminuir este error. En la figura 2.5 muestra el proceso de muestreo, el error de cuantificación y una burda reconstrucción de la señal basándose en las muestras previamente tomadas.

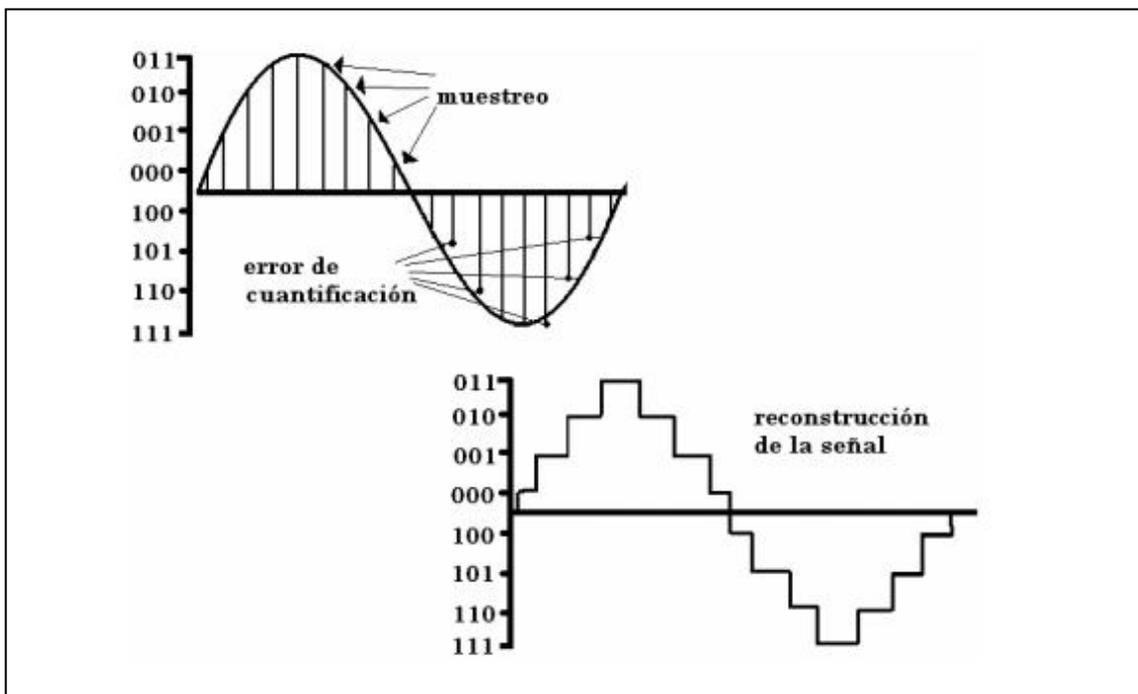


Figura 2.5 Muestreo, cuantificación y reconstrucción de una señal senoidal.

Un inconveniente de esta técnica es el hecho de utilizar intervalos uniformes. Existen señales que posiblemente fluctúen en un intervalo determinado, para lo cual funcionaría mejor una dispersión de intervalos menos separados en esa sección de la curva e intervalos mas separados en la sección menos ocuyente de la onda.

2.3.5 LEY μ

En este tipo de modulación los intervalos varían conforme se muestra, de esta manera se reduce al error de cuantificación, es decir, son de rango dinámico. Cuando los intervalos no son uniformes, existe una relación no lineal entre la resolución de la palabra y el muestreo que representan. El proceso es como sigue: primero la señal de entrada es comprimida y cuantificada uniformemente. Si vienen sucesivamente valores grandes de muestreo, estos son comprimidos en los intervalos uniformes, de esta manera, mientras más grande sea el muestreo mas se comprime antes de ser codificado. Después se decodifica de manera no uniforme para después expandirse. La figura 2.6 muestra una comprensión en el proceso de codificación.

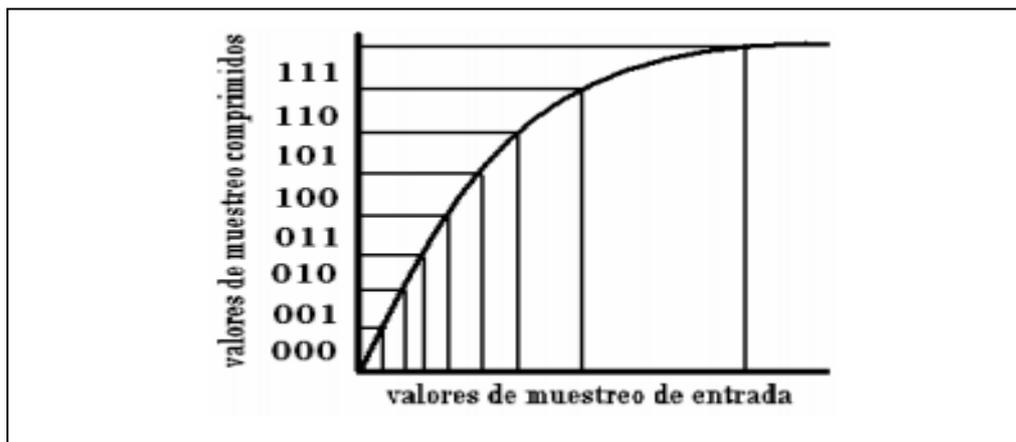


Figura 2.6 Compresión de la señal durante la codificación con ley μ

Debido a la naturaleza matemática de la curva a esta ley se le conoce como:

Ley μ y presenta un comportamiento logarítmico, su función esta dada por la siguiente ecuación:

$$F_{\mu}(x) = \text{sgn}(x) \frac{\ln(1 + \mu|x|)}{\ln(1 + \mu)}$$

Dónde: X = amplitud de la señal de la señal de entrada ($-1 \leq X \leq 1$)

Sgn = polaridad del eje

μ = parámetro para definir la expresión

Esta codificación se experimento en troncales *T1*, fueron seis bits de magnitud, uno de polaridad, y uno de señalización, con lo que se formo una palabra de ocho bits. Puesto que fue efectuado en cada canal y tomando en cuenta que la frecuencia de muestreo es de 8 KHz, se obtiene una se obtiene una capacidad de 64 Kbps por canal. Este método se utiliza en estados unidos, mientras que en Europa se utiliza la Ley a , que funciona de manera similar a la Ley μ para codificación de VoIP, solo que esta ultima tiene una mejor relación señal a ruido en comparación con la primera.

2.3.6 ESTRUCTURA DE LA RED DE VOIP

En los PBX utilizados en la red PSTN se comenzó a añadir un *CTI (Computer Telephone Integration)* el cual permitía nuevas funciones y mayores posibilidades de control. Por ejemplo: un usuario llama y el PBX manda parte de la información al CTI, este puede reconocer de quien es el número, relacionarlo con la base de datos de la empresa y reconocer si el usuario tiene algún tipo de antecedentes. Además de desplegar la información sobre la pantalla, actualmente muchas innovaciones se han puesto en marcha con otro tipo de tecnología dejando atrás esta clase de PBX y la red de circuitos conmutados.

La estructura de la red de voz sobre IP es la misma estructura que se maneja para internet. Las aplicaciones, los medios de transporte, la organización de ruteo sobre la red, los métodos de enlace y la transmisión de la señal por el medio físico deben formar parte del modelo *OSI (Open System Interconnection)*, la ventaja de la red VoIP es que no importa el tipo de aplicación mientras esta pueda transformar su información en paquetes, segmentos, datagramas, tramas y finalmente bits.

El protocolo que se utiliza en la capa de transporte es el *RTP (Real time Transfer Protocol)*, en datagramas de tipo *UDP (User Datagram Protocol)* sobre IP. Se ha escogido este sobre *TCP* dado que, *TCP* es caracterizado por ser un protocolo donde se deben recibir señales de reconocimiento (*Acknowledge*) por parte del receptor antes de enviar el siguiente segmento. A ello se le conoce como *protocolo orientado a conexión* y ofrece seguridad a la trasmisión y recepción de los paquetes aunque introduce retardos en la comunicación. *UDP* funciona de manera diferente, se le denomina también *protocolo orientado a no conexión* simplemente se encarga de enviar el paquete y no requiere de ningún reconocimiento. La voz debe ser enviada en tiempo real con la menor cantidad de retardos posibles. Una recomendación de la ITU es que un retardo no debe ser mayor a 150 ms en una dirección.

Los retrasos de la red de voz son los mismos que existen en la red IP, estos son:

- *Retardo de procesamiento:* es aquel que agregan los dispositivos intermedios al momento de hacer avanzar los paquetes por la red, aquí también se incluyen los retardos por colas.
- *Retardo de transmisión:* o de serialización el cual se produce al introducir los bits de señal dentro de la línea.
- *Retardo de propagación:* cuyo valor depende del tipo de enlace físico con el que se estructure la red.

Es protocolo *RSVP* fue ideado para disminuir los retrasos de procesamiento. Su función es la de separar los paquetes de datos grandes y dar prioridad a los paquetes de voz cuando exista una congestión.

Los enlaces troncales digitales que más se utilizan actualmente son las instalaciones E1 y T1. En la figura 2.7 se muestran los diferentes tipos de troncales existentes. Con los enlaces troncales digitales, los bits son robados en las tramas específicas y se utilizan para propósitos de señalización.

	Núm de Canales	Velocidad en Mbps		Núm de Canales	Velocidad en Mbps
T1	24	1.544	E1	30	2.048
T2	96	6.312	E2	120	8.448
T3	672	44.736	E3	480	34.368
T4	4032	274.176	E4	1920	139.264
			E5	7680	565.148

Figura 2.7 Tipos de troncales digitales.

2.3.7 IP PBX Y TELEFONOS IP

La primera diferencia que hay entre el PBX y el IP-PBX es, que el concepto de extensiones para cada usuario, se convierte en puertos para los usuarios. La segunda diferencia es la infraestructura y tecnología que manejan. La tercera es la mayor cantidad de servicios que ofrece. Por otra parte, el objetivo de ser una red de intercambio de voz privada es el mismo, en la figura 2.8 se ilustra un PBX y un IP PBX



Figura 2.8 a) PBX b) IP PBX NEC

La principal diferencia entre un teléfono convencional y un teléfono IP que el segundo, actualmente puede transmitir llamadas dentro de la red de la compañía, normalmente 10BaseT o Ethernet inalámbrico. El teléfono IP puede ser sustituido en cualquier parte del mundo donde haya una conexión hacia la red TCP/IP.

Tienen la posibilidad de conectarse a un *Hub* y este a una sola línea 10BaseT, de esta manera se simplifica mucho el cableado, en otras palabras, los teléfonos convencionales necesitan estar cableados cada uno, en cambio los teléfonos IP pueden ser multiplexados pues puede haber varias líneas IP sobre un *Hub* o un *Switch*. Los paquetes de voz viajan por cualquier tipo de red por lo que el usuario no debe preocuparse si el cableado es fibra óptica, ATM, Ethernet inalámbrica, etc.



Figura 2.9 Teléfono IP Avaya.

2.4 REQUERIMIENTOS DE VoIP SOBRE UNA RED IP

El objetivo de un sistema VoIP siempre será alcanzar la mayor calidad de voz transmitida. Existe un balance entre las limitantes de los medios físicos y una calidad aceptable de transmisión de voz, se requiere básicamente que la red IP tenga bajos tiempos de retardo (*delay*), poca pérdida de paquetes y un bajo nivel de *jitter*.

El termino *JITTER* se refiere a la variación del tiempo que tarda un paquete en llegar a su destino y el tiempo en el que se espera que llegara. Teniendo un bajo nivel de jitter se evita recibir paquetes desordenadamente, esto afecta una transmisión de voz, en la cual los paquetes deben seguir un estricto orden, ya que se trata de una transmisión en tiempo real y no hay mucho tiempo para ordenarlos.

También se debe considerar la utilización uniforme de protocolos a través de la red y evitar conversiones analógicas-digitales en la medida de lo posible ya que de lo contrario paulatinamente se degrada la calidad de la voz. Si se piensa utilizar una PC como terminal o *SOFTPHONE*, se debe prestar atención a la calidad de los transductores, tarjetas de audio, incluso componentes internos de la PC a utilizar ya que incluso un disco duro de poca velocidad puede afectar la señal.

Otro tema de vital importancia es el ancho de banda disponible de la red, las redes en donde propiamente es posible modificar el ancho de banda son ideales para la transmisión de voz. Redes como internet ofrecen muy pocas posibilidades, ya que el ancho de banda requerido por una llamada varía dependiendo que tipo de códec se utilice, como se observa en la tabla 1. Algunos expertos afirman que el ancho de banda mínimo requerido no debe ser menor a 75% del total del ancho de banda disponible en el enlace.

Y este ancho de banda disponible debe calcularse sumando los requerimientos del tráfico de VoIP, de video y de datos que se esté considerando manejar para una aplicación específica.

Tabla 2.1 Códecs comúnmente utilizados.

ESTANDAR	TIPO DE CODEC	BIT RATE
G.711	PCM	64
G.729	CS-ACELP	8
G.723	MP-MLQ	6

2.4.1 ARQUITECTURAS BASICAS

Existen varias arquitecturas para implementar VoIP que pueden ser funcionales para una gran variedad de aplicaciones. Algunos ven VoIP como una tecnología de comunicación de voz que requiere herramientas y habilidades especialmente desarrolladas. Otros lo ven como una aplicación mas que se adhiere a la estructura IP ya implementada.

Existen varias combinaciones de elementos que dan origen a una gran cantidad de soluciones para el mismo problema. Hay redes basadas en PBX que se forman básicamente integrando una interface *NIC* a una planta convencional y permite de esta manera la utilización de recursos basados en IP. La principal ventaja radica en la popularidad y utilización de las plantas PBX, sin embargo su desventaja es que sus servicios no fueron diseñados para una red IP y no pueden traducirse fácilmente.

También hay arquitecturas basadas en routers, en PC's y Gateway especializados. La evolución hacia las redes convergentes reúne características de cada una de estas arquitecturas y el resultado es marcadamente similar. La diferencia entre cada una radica en que tipo de puerta de enlace se utiliza, puede ser una PBX, un router, o bien un equipo especializado. En la figura 2.10.1 y 2.10.2 se muestran diferentes arquitecturas.

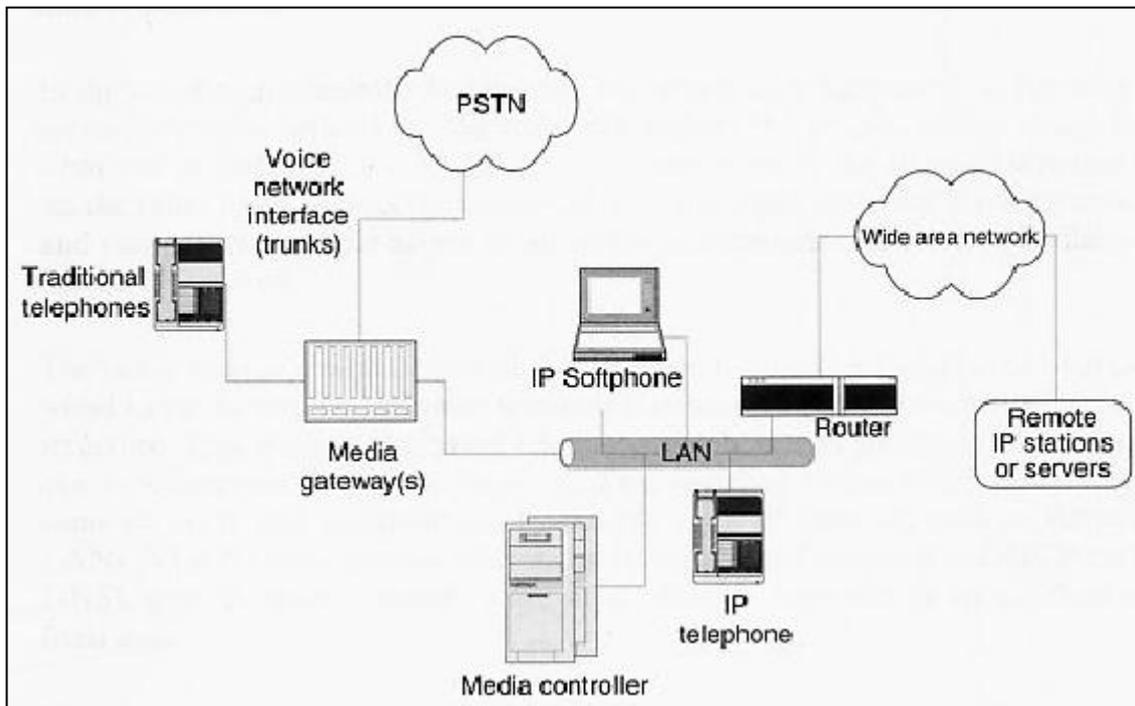


Figura 2.10.1 Arquitectura convergente

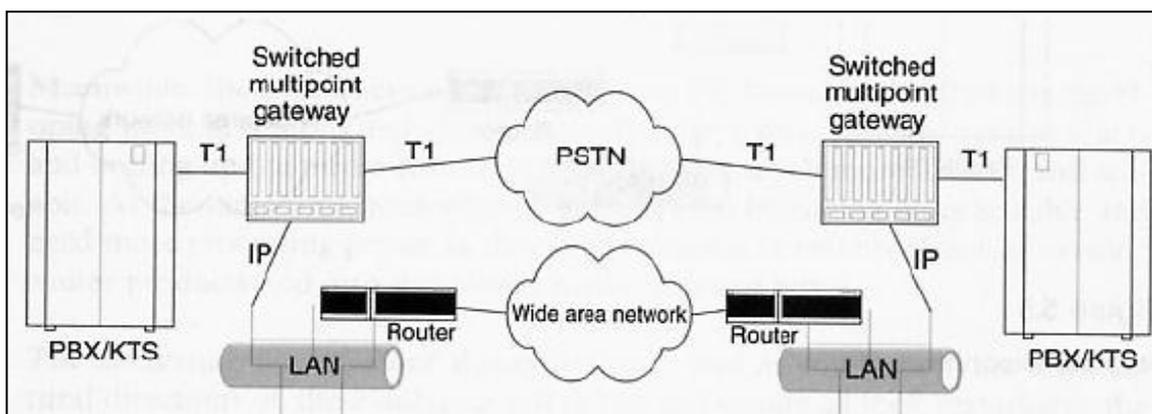


Figura 2.10.2 Arquitectura multipunto

2.5 CONVERGENCIA DE REDES

2.5.1 DIFERENCIA ENTRE TRAFICO DE VOZ Y TRAFICO DE DATOS

En el pasado las redes tanto de voz como de datos se habían mantenido separadas una de la otra, esto debido a que las características de ambas no permitían su interacción. Los avances en la tecnología de redes han hecho posibles la construcción de redes con capacidad de transmitir distintos tipos de tráfico.

En la actualidad, básicamente existen dos tipos de redes, las que emplean conmutación de circuitos y las que emplean conmutación de paquetes. Un ejemplo de una red que conmuta circuitos es la red de telefonía. Con esta técnica el sistema busca un camino físico entre el aparato telefónico del receptor y el transmisor. Es necesario establecer un camino de punto a punto antes de que cualquier información sea transmitida. Por otro lado, la conmutación de paquetes transmite pequeñas cantidades de información basándose en una dirección destino contenida en cada paquete.

2.5.2 CARACTERISTICAS DEL TRAFICO DE DATOS

Las redes de datos pueden clasificarse de acuerdo a la extensión que cubren, redes de área local (LAN), redes de área amplia (WAN). En un principio todas las redes eran diseñadas basándose en conmutación de circuitos. A finales de los años setenta se desarrollo la técnica de conmutación para paquetes de redes que cubren grandes áreas geográficas. Una red de este tipo se compone de varios nodos conectados entre si por distintos medios de transporte.

Utilizando la conmutación por paquetes la información se divide en pequeños paquetes de información. Cada paquete incluye información dentro de un encabezado, entre estos: número de serie, dirección de origen y dirección de destino. Cada paquete es enviado a su destino individualmente y son re-ensamblados en el destino para formar el paquete original. Es importante hacer notar que cada paquete puede tomar una ruta diferente a los demás. Esto supone las siguientes ventajas: la red puede soportar varias conexiones simultáneamente, la transmisión de los mensajes cortos no son afectados por los mensajes más largos y es más eficiente que la conmutación de circuitos. Finalmente, la interconexión de muchos nodos en una sola red es relativamente sencilla y económica ya que un solo canal es utilizado por varios usuarios a la vez, aunque esto ultimo puede presentar una desventaja ya que la red podría llegar a saturarse si los usuarios son demasiados.

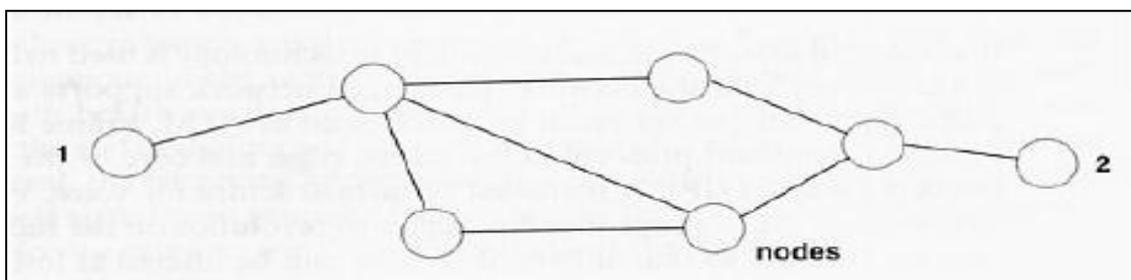


Figura 2.11 Nodos en una red conmutada por paquetes.

Una red de datos interconecta nodos a los cuales se conectan terminales que utilizan el enlace de diferentes formas, conexiones punto a punto y broadcast por ejemplo. Todos los nodos en una red broadcast comparten el mismo canal de conmutación, el protocolo de red controla el acceso y maneja las colisiones que ocurren cuando más de un nodo intenta ocupar el mismo canal al mismo tiempo.

La transmisión de datos aplica la transferencia de información entre programas de computadora. Así los humanos manejan un lenguaje, los programas manejan protocolos en común para establecer comunicación entre otros programas.

Un *PROTOCOLO* define el formato y significados de los datos que se están intercambiando. Para simplificar a los protocolos se utilizan capas, una capa es simplemente un conjunto de programas que provee servicios a las capas superiores y utiliza servicios de una capa inferior. Cuando se realiza un cambio en alguna capa, únicamente se ve afectada la capa superior a esta. Los programas ubicados en las capas superiores manejan la información de manera abstracta: estructuras de datos para programas de datos o aplicación. Asimismo el concepto de capas se aplica también a los protocolos, los programas en cada capa que utilizan el mismo protocolo para comunicarse se les denominan "*PEERS*".

2.5.3 CARACTERISTICAS DEL TRAFICO DE VOZ

Tradicionalmente las redes de telefonía han utilizado conmutación de circuitos, cuando se realiza una llamada básicamente se esta estableciendo un circuito entre las dos terminales, de aquí viene el termino conmutación de circuitos. Una red de telefonía tradicional utiliza una interface de dos cables para conectarse a la red y requiere un respaldo de un circuito hibrido para transmitir y recibir señales

Se requieren de tres tipos de señales en una red de telefonía tradicional: de supervisión, de alerta y de direccionamiento. Las de supervisión monitorean el estado de los aparatos, verifican si algún aparato esta descolgado o cuando se finaliza una llamada. Las señales de alerta involucran el mantener al tanto al usuario del estado de las llamadas, por ejemplo la alerta cuando alguien esta llamando o los tonos sobre la línea. Finalmente las señales de direccionamiento permiten al usuario marcar extensiones específicas. Debido a que la telefonía tradicional opera en un modelo maestro-esclavo, el equipo debe emular dos tipos de interfaces, el lado del usuario y el lado de la red. El lado del usuario esperaría recibir una señal del lado de la red. Para esto se utilizan los siguientes puertos:

FXS Y FXO

Los puertos *FXS (Foreing EXchange Service)* y *FXO (Foreing Exchange Operator)* son puertos que proveen voltajes; un puerto FXO provee 48 V DC y acepta dígitos marcados, su opuesto es un puerto FXS que se utiliza para conectarse a una red conmutada dando servicios y supervisión.

2.5.4 TECNOLOGIA DE CONVERGENCIA

La tecnología de convergencia propone un cambio drástico en la manera en la que las empresas de telecomunicaciones manejan el tráfico de voz y datos. En una red de convergencia se utilizan tecnología de conmutación de paquetes para transmitir información. El tráfico tanto de voz como de video y datos tiene características que difieren gradualmente entre ellos, esto dificulta la transmisión sobre una misma red. El tráfico de datos tiende a ser continuo y consume un gran ancho de banda por momentos cortos, mientras que el tráfico de voz es predecible y requiere una ruta estable y con poco retardo entre punto y punto. Finalmente el tráfico de video es una mezcla de estos dos últimos. De cualquier manera, la convergencia de redes representa un reto para poder mezclar distintas tecnologías y equipos.

Gatekeeper: Sistema de administración de llamadas H.323 y definición de zonas en la Red de Videoconferencia a nivel nacional que comprende sistemas terminales, gatekeepers locales y gatekeepers regionales. Puede validarse ante otros gatekeepers nacionales conformando vecindad de gatekeepers nacionales para facilitar la marcación y servicios H.323 a nivel mundial. Su prefijo de zona es de dos dígitos: 52, correspondientes al código de país asignado a México en la telefonía convencional. La dirección IP del gatekeeper es la 132.248.120.10 y el código de servicio disponible para pruebas es el 60.

2.6 PROTOCOLOS EN REDES DE VOZ SOBRE IP

La red de voz sobre IP es muy grande y eficiente. Como ya se dijo, es una red de paquetes conmutados. La voz es empaquetada y enviada por diferentes rutas, siempre buscando la ruta más corta o menos congestionada. Es ahí cuando los protocolos entran en acción.

Los protocolos de voz sobre IP son: *SGCP*, *MGCP*, *H.323* y *SIP*, entre otros; todos definidos por instituciones y organismos reguladores con normativas de control como: la ITU, la IETF, el ETSI o el EIA-TIA. Estos protocolos tienen interfaces abiertas y estándares definidos, y cuentan con una buena infraestructura de paquetes. En las tablas 2.2 y 2.3 se observan algunos protocolos utilizados en VoIP.

Tabla 2.2 Protocolo H.323

H.323	Es un protocolo que fue establecido por la ITU y originalmente su objetivo era enviar video y datos a través de redes no fiables, asegurando su correcta recepción. Tiene un grado alto de complejidad y el tráfico de voz es simplemente una aplicación más de datos multimedia. Este protocolo utiliza en conjunto otros estándares y otros protocolos para su mejor funcionamiento.
Simple Gateway Control Protocol (SGCP)	Es un protocolo que administra todos los Gateway de la red y los manipula para brindar un servicio más eficaz. Tienen un controlador de switch virtual. Este controlador permite ver a toda la red de voz como un switch que debe ser conmutado en diferentes direcciones. Incluso este tipo de protocolos es muy útil para hacer converger la PSTN con la red de voz sobre IP y la telefonía celular.

Tabla 2.3 Protocolos MGCP, IPDC y SIP

<p>Media Gateway Control Protocol (MGCP)</p>	<p>Es un protocolo que soporta un control de señalización de llamada escalable. El control de QoS se integra en el Gateway o en el controlador de llamadas, tiene sus orígenes en SGCP.</p>
<p>IP Device Control (IPDC)</p>	<p>Es una familia de protocolos, donde sus componentes pueden actuar individualmente o en grupo para realizar control de conexiones, de datos multimedia y señalización. Funciona de manera muy parecida al MGCP pero con mejor disposición a la administración, gestión y operación de los recursos.</p>
<p>Session Initiation Protocol (SIP)</p>	<p>Es un protocolo que busca crear sesiones entre varios usuarios. Se dice que tiene una manera inteligente de controlar los Gateway y los end-points ya que gracias al origen de este protocolo funciona también en la capa de aplicación del sistema OSI.</p>

2.7 PROTOCOLO H.323

El protocolo H.323 tiene varias versiones. En la primera no se garantizaba una *calidad de servicio (QoS)* sobre redes LAN. En la versión 2 se definió VoIP como un tipo de dato multimedia aparte. A la versión 3 se le agregó el servicio de fax sobre IP y conexiones rápidas (eliminando parte del tiempo de solicitud de conexión) entre otros servicios.

El tráfico se realiza mediante UDP/IP. La codificación de audio se realiza conforme al estándar G.711 a una velocidad de 64 Kbps, G.722 para velocidades de 48 y 64 Kbps, G.728 para 16 Kbps y G.729 para 8 Kbps. En 1997 la ITU selecciono G.723 para la aplicación de VoIP con una velocidad de 6.3 Kbps. La señalización se realiza por medio de TCP/UDP/IP mediante mensajes H.225, estos permiten establecer la conexión y desconexión. Para la señalización en accesos con *ISDN* y para la llamada en la red IP desde el gateway hacia la terminal que utiliza Q.931 para la comunicación entre terminal y el gatekeeper así como el registro, control de admisión, control de ancho de banda, control de estado y desconexión, se usa el *RAS (Registration Admission and Status)* a través de los mensajes H.225. El protocolo de señalización que transporta información como: comandos generales, control de flujo, gestión de canales lógicos, etc. Entre las terminales o entre la terminal y gatekeeper es el H.245. La autenticación, privacidad y demás servicios de seguridad se debe al protocolo H.235 y este trabaja con H.245 como capa de transporte.

Un mensaje H.323 consiste en 6 fases las cuales son:

1. *DESCUBRIMIENTO*: LA terminal envía un mensaje multicast de petición a los gatekeepers más cercanos para solicitar el que preste servicio al área donde se encuentre la terminal. La terminal manda una petición *GRQ (Gatekeeper Request)* y el gatekeeper puede responder con una aceptación *GCF (Gatekeeper Confirmation)* o un rechazo *GRJ (Gatekeeper Reject)*. Sino se encuentra en condiciones de responder, entonces manda un mensaje *RIP (Request in Progress)* para indicar que esta procesando la respuesta. De otra manera puede responder con un mensaje donde se sugiera un gatekeeper alternativo.
2. *REGISTRO*: A través de mensajes *RRQ (Registration Request)*, *RCF (Registration Confirmation)*, y *RRJ (Registration Reject)* la terminal informa sus direcciones de transporte y alias del gatekeeper.
3. *LOCALIZACION*: En caso de que exista un alias y la terminal quiera obtener más información de este contacto, entonces se realiza una petición de localización *LRQ (Location Request)* con su respectiva confirmación.
4. *ADMISION*: La petición de admisión por parte de la terminal al gatekeeper contiene un requerimiento del ancho de banda en formato Q.931. Dentro del mismo mensaje de petición se envía el comando que habilita la reservación de ancho de banda.
5. *ANCHO DE BANDA*: Durante la conexión, la terminal o el gatekeeper contiene un requerimiento del ancho de bando del canal a través del mensaje *BCR (Bandwith Canche Request)*.
6. *ESTADO*: El gatekeeper envía periódicamente un mensaje para determinar el estado y requerir diagnostico de la terminal. Esto mediante mensajes *IRQ (Information Request)* e *IRR (Information Response)*.

La figura 2.12 muestra de manera gráfica el proceso anteriormente mencionado. La llamada se reduce al enlace entre dos troncales y no de dos host para simplificar el diagrama.

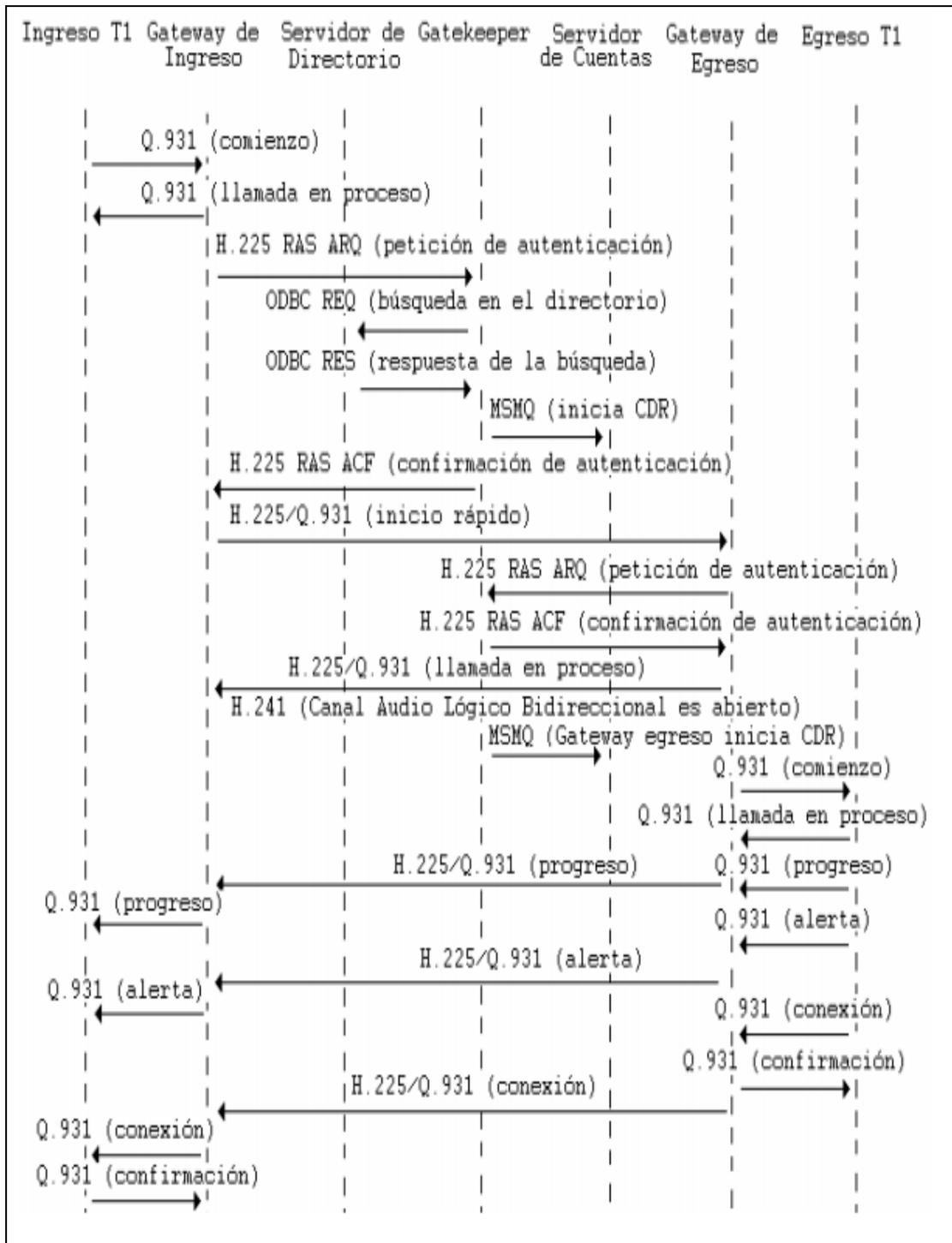


Figura 2.12 Proceso para establecer una llamada con H.323

2.8 PROTOCOLO SIP (SESSION INITIATION PROTOCOL)

SIP es un protocolo de control que se encuentra en la capa de aplicación para crear, modificar y terminar sesiones con uno o más participantes. Las sesiones incluyen llamadas telefónicas, transferencias de datos multimedia y conferencias en tiempo real. Las invitaciones SIP usadas para crear sesiones, llevan consigo la descripción de la sesión y esto permite a los participantes buscar la compatibilidad.

SIP utiliza elementos llamados servidores *PROXY* para ayudar a enrutar las peticiones de los usuarios hacia una zona, autenticar y autorizar servicios para estos, e implementar políticas para el ruteo de llamadas. SIP puede viajar sobre cualquier protocolo de transporte.

Los usuarios son denominados *user agent* y estos se pueden desplazar a través de la red y obtener diferentes denominaciones y mandar diversos tipos de datos (voz, texto, video). SIP ofrece la ventaja de invitar a los nuevos participantes a la sesión creando una nueva infraestructura en donde todos los user agents pueden registrarse, invitar a nuevas sesiones, modificar las características de la sesión, etc. A pesar de la movilidad del usuario, su identificador puede ser permanente sin importar la red en la que se encuentre.

SIP funge con las siguientes funciones principales:

- Determina los tipos de host que pretenden establecer una comunicación.
- Determina la disponibilidad de la persona que recibe la llamada para conectarse.
- Determina el tipo de datos y sus parámetros necesarios que se usaran durante la comunicación.
- Establece los parámetros de la sesión tanto en la persona que llama como en la que es llamada.
- Administra la sesión, en otras palabras, inicialización, transferencia, modificación y terminación de sesiones.

SIP es un protocolo propuesto por la *IETF (Internet Engineering Task Force)* el cual no trabaja de manera única sino que, lo hace en conjunto con otros protocolos de la IETF para crear una arquitectura multimedia mas completa. Estos otros protocolos son: *RTP (Real-time Transport Protocol)* para envío de datos y revisión de la calidad del servicio, *RSTP (Real Time Streaming Protocol)* para controlar el envío de datos multimedia, *MEGACO (Media Gateway Control)* para controlar las conmutaciones en la red PSTN y el *SDP* para la descripción de las diferentes sesiones.

SIP funciona tanto en IPv4 como en IPv6. En IPv4 son direcciones de 32 bits que debido al crecimiento exponencial de la red, se están ocupando casi todas, por eso se busca emigrar a IPv6 con 128 bits para poder obtener un mayor número de direcciones.

Un inicio de sesión se muestra en la figura 2.13 (pagina 49) El usuario Juan se comunica con su servidor proxy. Le manda una invitación con el identificador del destinatario, en la invitación van también los datos de los host. La invitación es mandada a su servidor proxy Veracruz.com.

Este reconoce la invitación y la reenvía al siguiente proxy agregando al siguiente proxy agregando al mensaje información sobre Veracruz.com para que el siguiente proxy reconozca de donde viene. A su vez responde con un mensaje a Juan para indicarle que esta intentando establecer la conexión, acompañado con el código 100 (Trying).

La invitación sigue pasando de proxy en proxy y regresando respuestas de 100 (Trying) hasta que finalmente atravesó el proxy de Amelia y entonces Amelia envía señales de tono con el código 180 (Ringing). Este mensaje va de regreso 180 va a Juan. Este ya sabe que el teléfono de Amelia esta disponible y cuando el teléfono de Amelia descuelga envía un mensaje 200 (Ok).

Dentro de estos mensajes se han enviado todos los parámetros para establecer la comunicación y aceptarla. En caso de que el destinatario no tenga ningún parámetro, se envía un mensaje de error con el código correspondiente al problema acontecido.

```
INVITE sip:amelia@Tijuana.com SIP/2.0

Via: SIP/2.0/UDP pc33.Veracruz.com;branch=z9hG4bK776asdhds

Max-Forwards: 70

To: Bob <sip:Amelia@Tijuana.com>

From: Alice <sip:Juan@Veracruz.com>;tag=1928301774

Call-ID: a84b4c76e66710@pc33.Veracruz.com

CSeq: 314159 INVITE

Contact: <sip:Juan@pc33.Veracruz.com>

Content-Type: application/sdp

Content-Length: 142
```

Figura 2.13 Inicio de sesión SIP

Durante el proceso de inicio de sesión (SIP), llega un momento en el que ambos teléfonos se comunican directamente sin pasar por el proxy ya que han aprendido las rutas gracias a los encabezados de los mensajes SIP. Después comienza la comunicación y la transferencia de información (multimedia) hasta que alguna de la partes decida colgar el teléfono y terminar la comunicación. La parte que decide finalizar la comunicación manda un mensaje de BYE al otro user agent sin pasar por los proxys. El otro user agent envía un reconocimiento del mensaje BYE (200 OK) y la sesión se da por terminada.

Cada user agent tiene una dirección con un formato parecido al de una dirección de e-mail que lo identifica dentro del área en que se localice, este identificador es conocido como *URI* (Uniform Resource Identifier) o SIP URI. Se puede notar un nombre seguido por un host o servidor, esto es porque cada usuario tiene un servidor proxy de su área y esto se muestra en la figura 2.14 como una forma de trapecio en la parte superior.

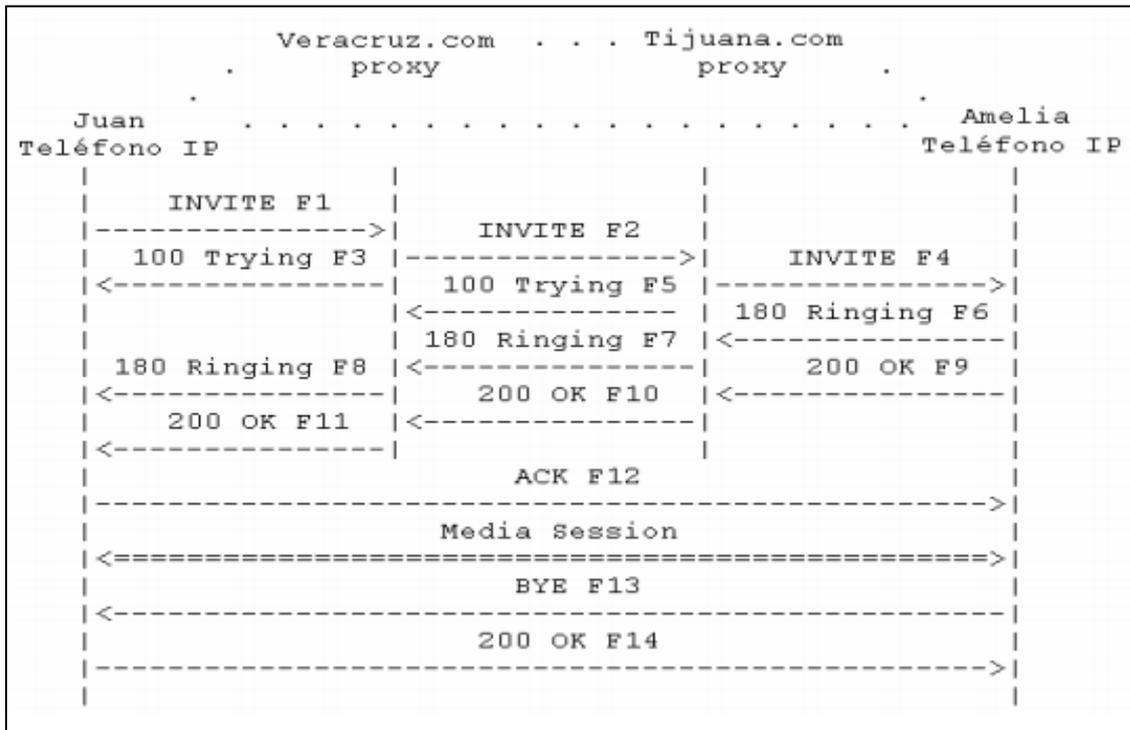


Figura 2.14 Mensaje de invitación SIP.

La figura 2.14 muestra una invitación sencilla donde faltan algunos elementos como la descripción del tipo de sesión, con el protocolo SDP, sin embargo muestra un campo importante que es el de *CALL ID* el cual es un identificador único global para esta llamada. Este es generado por la combinación de una cuerda aleatoria, el nombre de dominio y la dirección IP. Al final se establece una conexión punto a punto entre los dos user agents.

Existe un proceso de registro que es cuando user agent ingresa a la red. Este transmite un mensaje hacia su servidor, en este caso Veracruz.com, para que pueda localizarlo cuando se conecte en la oficina, en el hogar o inclusive en alguna otra parte, esto otorga libertad de movimiento al usuario. Esta operación la realiza cuando recientemente se conecta a la red e inclusive en intervalos por el momento en el que dure activo. Si después de un tiempo se detienen los mensajes entonces el servidor proxy no lo reconoce más y por lo tanto necesita reiniciar el proceso de registro.

El protocolo SIP esta estructurado en cuatro capas que son:

1. Capa de sintaxis y codificación: relacionada a la estructura de los mensajes y la codificación de los mismos.
2. Capa de transporte: define como el cliente y el servidor envían peticiones y reciben respuestas sobre la red, todos los elementos de SIP contienen una capa de transporte.

3. Capa de transacción: esta es una petición enviada por el cliente a un servidor junto con las peticiones enviadas por el servidor hacia el cliente. Se encarga de todas las transmisiones. Cualquier operación que realiza el cliente user agent, requiere una serie de transacciones.
4. Capa de usuario-transacción: se encarga de coordinar las capas anteriores.

Existen varios tipos de sesiones que se pueden iniciar con el protocolo SIP en cuanto a telefonía concierne. Estas se muestran a continuación:

- ❖ PC a teléfono: efectúa llamadas full-dúplex y en tiempo real a cualquier lugar del mundo desde su computadora de escritorio y con tarifas muy reducidas.
- ❖ PC a PC: conduce conversaciones de voz en tiempo real desde una PC a otra PC.
- ❖ Mensajería: envía, graba y escucha mensajes de correo electrónico de voz en forma gratuita.
- ❖ Teléfono IP a teléfono IP: establece comunicación entre dos teléfonos IP cuya estructura interna define todos los servicios y funciones que se encuentran dentro de la PC.
- ❖ Teléfono a teléfono IP: primero la voz debe enviarse a la PSTN y luego SIP se encarga del resto a partir de que la señal llegue al gateway.

2.8.1 HISTORIA DEL PROTOCOLO SIP

El protocolo SIP fue desarrollado por la *IETF (Internet Engineering Task Force)*, esta es una organización formada por un grupo de personas que hacen contribuciones de carácter técnico y de otros tipos que dirigen la evolución de internet y sus tecnologías. Existen dos tipos de documentos: *internet drafts (IDS)* y *Request for comments (RFC)*. Los primeros son documentos que están en proceso de desarrollo dentro del grupo mientras que los segundos son los estándares numerados de internet. Un estándar inicia su vida como un ID y luego evoluciona a un RFC. SIP fue sometido como ID en 1997 por el grupo *IETF multy party multimedia session control working group mmusic*, luego de hacer cambios significativos se creo una segunda versión en 1998. El protocolo alcanzo el nivel de estándar en marzo de 1999 y fue publicado bajo el numero RFC 2543 en abril de ese mismo año. En septiembre de 1999 se formo el grupo de trabajo SIP quienes desarrollaron otro ID que evoluciono en el RFC 3261 haciendo obsoleto al anterior y adicionalmente han publicado varios RFC's de extensiones de este protocolo.

2.8.2 RELACION DE SIP CON INTERNET

El protocolo SIP incorpora elementos de dos protocolos de internet ampliamente utilizados: *HTTP* y *SMTP*. De *HTTP* toma su diseño cliente-servidor y la utilización de URL'S y URI'S; de *SMTP* toma el esquema de texto codificado y estilo del encabezado.

El protocolo internet se divide en cuatro capas principales, empezando por la capa física o de enlace de datos que se encarga de establecer las especificaciones del tipo de interface a utilizar que puede ser una red LAN.

La capa de internet es la que se encarga de enrutar los paquetes a través de la red utilizando direcciones IP; estos paquetes pueden perderse, ser retrasados o bien ser recibidos fuera de la secuencia ya que IP trabaja en un esquema del *mejor esfuerzo*.

La capa de transporte utiliza un número de puerto de la capa de aplicación para entregar el datagrama o segmento a la aplicación correcta en la dirección IP correspondiente. Algunos números predefinidos están asignados a protocolos específicos, a estos se les conoce como "*puertos bien conocidos*".

SIP utiliza el puerto 5060 o 5061. Existen varios protocolos para transporte de los cuales podemos mencionar TCP, UDP y TLS entre otros. La capa mas alta es la capa de aplicación, esta incluye protocolos de señalización y protocolos de transporte de medios. En esta capa se encuentran los protocolos SIP, RTP y H.323, por mencionar algunos.

Una de las principales ventajas de internet es poder utilizar nombres en lugar de direcciones numéricas, esto gracias al *DNS (Domain Name Service)*, es utilizado para mapear un nombre simbólico hacia una dirección IP. También es utilizado para obtener información necesaria para rutear mensajes de correo electrónico y mensajes SIP.

Existen ciertos tipos de registros DNS utilizados para distintas funciones: un registro que relaciona un nombre con una dirección es llamado registro de dirección o registro A, uno que almacena información para intercambio de correos es llamado MX, uno utilizado por SIP u otros protocolos se llama registro de servicio o SRV.

La mayoría de protocolos utilizan direcciones *URL (Uniform Resource Locators)*, estos son nombres utilizados para representar direcciones o lugares en internet. SIP utiliza principalmente indicadores *URI (Uniform Resource Indicator)* o indicador uniforme de recurso, son muy similares a las URL'S.

Se diferencian en que una URI puede contener solo algunos componentes de una URL y no necesariamente tiene que estar asociada con un dispositivo físico sino a una identidad lógica que puede cambiar de posición en la red. Esto debido a los requerimientos de movilidad del protocolo SIP, se puede decir que una URI funciona como un número telefónico para el usuario.

2.8.3 CARACTERISTICAS DEL PROTOCOLO SIP

MOVILIDAD

La utilización del formato URI con dominios propios para direcciones SIP permite a los usuarios elegir a su proveedor de servicios. Esto es, el usuario puede usar siempre su nombre y dominio para acceder a la red SIP y será redireccionado de manera transparente en la red para contactar a otro usuario. Esto le abre las puertas para tecnologías como las de telecomunicaciones inalámbricas de tercera generación.

CONFIABILIDAD

SIP posee mecanismos definidos que aseguran su confiabilidad y permiten la utilización de protocolos de transporte poco confiables, como UDP. Cuando se utilizan otros protocolos de transporte, como TCP y TLS, estos mecanismos no se utilizan ya que se asume que TCP se encargará de la corrección de errores. Estos mecanismos incluyen: temporizadores de retransmisión y manejo de mensajes de recepción.

AUTENTICACION

En SIP la autenticación toma dos formas generales: una es la de autenticación de un agente por cualquier tipo de servidor, y la otra es la de autenticación de un agente por otro agente. La autenticación mutua entre servidores proxy también es posible utilizando certificados. Pueden utilizarse métodos de autenticación tanto simples como robustos, en el primer caso se basa en el esquema sencillo de *HTTP Digest* que utiliza mecanismos simples de traducción y comparte una clave secreta entre dos servidores, los métodos mas robustos utilizan esquemas que envuelven medios de inscripción bastante complejos para verificar certificados.

INTEROPERABILIDAD Y ESCALABILIDAD

SIP ha sido ampliamente aceptado, ya que permite brindar servicios sobre redes basadas en tecnologías de próxima generación. También es capaz de interactuar con otros protocolos como H.323 y ISUP (parte del usuario de ISDN) permitiendo a los proveedores de servicio pensar en aplicaciones mas allá de VoIP. SIP es extensible y escalable debido a la sencillez de sus mensajes y a su naturaleza tipo cliente-servidor.

2.8.4 MANEJO DE UNA SESION SIP

SESION SIMPLE

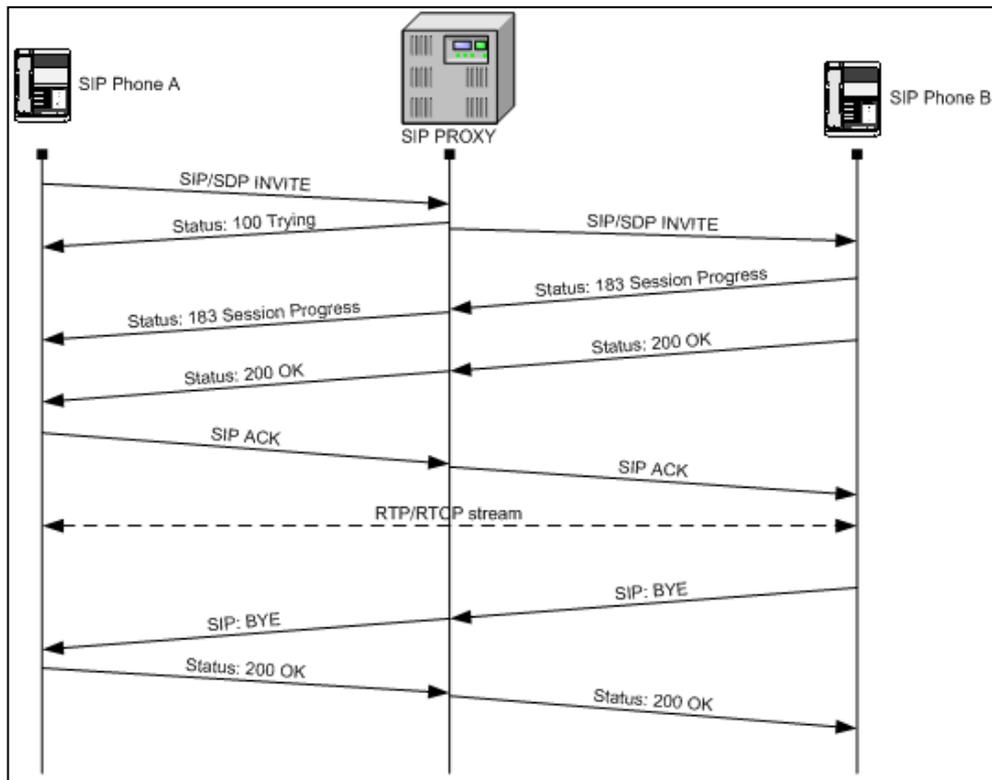


Figura 2.15 Secuencia de mensajes para establecer una sesión SIP.

La figura 2.15 muestra como se realiza el intercambio de mensajes entre dos dispositivos SIP que pueden ser teléfonos SIP, computadoras portátiles, tablets o teléfonos celulares. Se asume que ambos dispositivos están conectados a una red IP. La parte que llama inicia el intercambio enviando el mensaje *INVITE*, este contiene los detalles del tipo de sesión que se desea establecer.

SIP es un protocolo codificado en texto, los campos listados en este mensaje son llamados campos de encabezado. Las primeras líneas del mensaje son llamadas líneas de inicio y mencionan el método a utilizar, la URI destino y la versión SIP utilizada, todos separados por espacios. Cada dispositivo que inicia o re envía un mensaje SIP escribe su dirección en un campo de encabezado.

Existe un campo llamado *CALL ID* que se utiliza como identificador de una sesión en particular, el usuario que genera la llamada origina una cadena de caracteres única y luego agrega el carácter "@" y el nombre del host para volverla una dirección global única. Una combinación de etiquetas y el call ID son utilizadas para identificar la sesión establecida ya que pueden existir varias sesiones entre los mismos usuarios. Los campos básicos necesarios para establecer una sesión SIP son: vía, Max-forwards, to, from, call ID, Cseq.

Existen otros cinco métodos SIP definidos en la identificación RFC 3261 y otros en extensiones RFC. El siguiente mensaje *180 Ringing* es un ejemplo de mensaje de respuesta, estos son de tipo numérico y se clasifican según el primer dígito del número. Pueden ser acompañados de una cadena de texto que brinde más información. El mensaje se crea copiando varios de los cambios del mensaje *INVITE* anterior e indica que el usuario ha recibido el mensaje de invitación y hay una alerta que le advierte de esto, puede ser un sonido en el teléfono, un mensaje en la pantalla de una PC o cualquier otro método que llame su atención.

Cuando el usuario decide aceptar la llamada envía un mensaje *200 OK* que es un ejemplo de mensaje de clase exitosa. Y el paso final es confirmar la sesión multimedia con una solicitud de *acknowledgment*, esto es una confirmación de que el usuario respondió correctamente. Es en este punto en donde la sesión empieza a utilizar la información de medios incluida en los mensajes SIP. Al terminar la sesión se envía un mensaje *BYE* y se espera una respuesta *200 OK* para dar por terminada la sesión.

Este intercambio de mensajes demuestra que el protocolo SIP es un protocolo de señalización punto a punto y que no se necesita de una red SIP o de un servidor SIP presente para iniciar una sesión. También demuestra la naturaleza *cliente-servidor* del protocolo, aunque un poco diferente de otras encontradas en protocolos de internet como HTTP, FTP, etc. Ya que cada sesión establecida requiere que ambos usuarios funcionen por momentos como clientes, cuando envían mensajes, y en otros como servidores, cuando contestan estos mensajes.

PROTOCOLO DE TRANSPORTE RTP

RTP son las siglas de Real-time Transport Protocol (Protocolo de Transporte de Tiempo real). Es un protocolo de nivel de sesión utilizado para la transmisión de información en tiempo real, como por ejemplo audio y vídeo en un video-conferencia. Está desarrollado por el grupo de trabajo de transporte de Audio y Video del IETF, publicado por primera vez como estándar en 1996 como la RFC 1889, y actualizado posteriormente en 2003 en la RFC 3550, que constituye el estándar de Internet STD 64.

Inicialmente se publicó como protocolo multicast, aunque se ha usado en varias aplicaciones unicast. Se usa frecuentemente en sistemas de streaming, junto a RTSP, videoconferencia y sistemas push to talk (en conjunción con H.323 o SIP). Representa también la base de la industria de VoIP.

La RFC 1890, obsoleta por la RFC 3551 (STD 65), define un perfil para conferencias de audio y vídeo con control mínimo. La RFC 3711, por otro lado, define SRTP (Secure Real-time Transport Protocol), una extensión del perfil de RTP para conferencias de audio y vídeo que puede usarse opcionalmente para proporcionar confidencialidad, autenticación de mensajes y protección de reenvío para flujos de audio y vídeo.

Para encapsular los datos en la pila de TCP/IP se sigue la siguiente estructura:

- Paquetes de datos VoIP
- RTP
- UDP
- IP
- Capas I,II

Los paquetes de VoIP se encuentran en el protocolo RTP el cual esta dentro de los paquetes UDP-IP.

1) VoIP no usa el protocolo de TCP porque es demasiado pesado para las aplicaciones de tiempo real así es que para eso usa el datagrama de UDP.

2) El datagrama de UDP no tiene el control sobre la orden de la cual los paquetes son recibidos o de cuanto tiempo toma para llegar ahí. Cualquiera de estos dos puntos son bastante importantes para la calidad (que tan clara se escucha la voz de la otra persona) y la calidad de la conversación (que tan fácil es llevar una conversación), por lo que RTP resuelve este problema permitiendo que el receptor ponga los paquetes en el orden correcto y que no se tarde con los paquetes que hayan perdido el camino o se tarden mucho en ser recibidos.

2.8.5 CLIENTES Y SERVIDORES SIP

AGENTES

Agente usuario: es un dispositivo que toma información de un usuario y actúa como un agente para establecer y cancelar sesiones con otros agentes. Un agente usuario debe mantener el estado durante las llamadas que origina o participa, debe soportar UDP y también TCP si se transmiten mensajes grandes. Debe contener aplicaciones cliente-servidor, también debe soportar *SDP* para la descripción de medios y debe anunciar sus habilidades y características en cada una de las peticiones que envía.

Agente presencial: PA, este dispositivo es capaz de recibir solicitudes de suscripción y generar notificaciones de estado definidas por SIP. Un PA recolecta información presencial de un cierto número de dispositivos que puede provenir de un servidor de registro, un dispositivo SIP o cualquier otra fuente que no soporte SIP. Lo primero que realiza un PA es autenticar al suscriptor, luego establece un dialogo y envía notificaciones a través de este.

Agente usuario espalda-espalda: B2BUA (Back to back user agent) es un tipo de dispositivo que reformula una solicitud y la reenvía como una nueva solicitud. Las respuestas a estas solicitudes también son reformuladas y enviadas en sentido contrario. Se puede utilizar para ocultar la identidad de dos dispositivos que se deseen comunicar, al modificar los mensajes evita que un usuario conozca los parámetros fundamentales del otro. Este tipo de dispositivos contrasta con la naturaleza punto a punto del protocolo SIP y la información puede sufrir aumentos en la latencia y pérdida de paquetes.

SERVIDORES

Los servidores SIP son elementos de red que pueden ser programados para cumplir distintas funciones, el protocolo define tres tipos de servidores. Estos servidores pueden ser integrados lógicamente en un solo equipo o pueden funcionar como equipos separados, incluso algunos agentes pueden tener funciones de re direccionamiento integradas. Esto está especificado en el RFC 3261.

- ✚ **Servidores proxy:** este dispositivo recibe una solicitud SIP de un UA o de otro servidor proxy y actúa en nombre del UA re transmitiéndolo o respondiendo a la solicitud. A este no se le permite modificar las solicitudes ni las respuestas siguiendo reglas estrictas diseñadas para mantener la transparencia de la naturaleza punto a punto del protocolo SIP pero que le permiten al servidor realizar valiosas funciones para los UA.

Estos servidores tienen acceso a bases de datos o servicios de localización para poder determinar hacia donde realizar el próximo salto. Estas bases de datos pueden contener información presencial, de registro SIP o de cualquier otro tipo que ayude a localizar a un usuario.

El servidor no necesita entender una solicitud SIP para reenviarla, este solo debe responder a solicitudes enviadas por algún UA, no debe tener habilidades multimedia y solo se basa en la información de los campos en los encabezados.

- ✚ **Servidores de re direccionamiento:** este únicamente responde a solicitudes pero no las re transmite, también utiliza bases de datos para buscar usuarios, esta información es enviada de regreso a quien realizó la solicitud en un formato de clase de respuesta que concluye la transmisión.
- ✚ **Servidores de registro:** Este tipo de dispositivo acepta solicitudes de registro, transmitiendo la información del contacto a otros servidores disponibles. Generalmente se requiere que el UA sea autenticado para evitar el acceso a usuarios no autorizados. Una solicitud de registro puede ser utilizada para obtener listas de usuarios registrados, eliminar registros de usuarios o agregar direcciones URI al registro.

2.9 COMPARACIÓN SIP CON H.323

Ambos protocolos fueron diseñados por distintas entidades para propósitos completamente diferentes. H.323 fue desarrollado por la ITU, su diseño e implementación reflejan sus bases y herencia de PSTN ya que utiliza codificación binaria y reutiliza partes del protocolo ISDN.

SIP fue desarrollado por la IETF con perspectiva orientada hacia su escalabilidad y el aprovechamiento de los recursos de internet. Mientras que H.323 fue desarrollado en época de inicios de la VoIP y videoconferencias sobre IP, SIP y su arquitectura apegada a internet sigue ganando auge y se está convirtiendo en el protocolo estándar para señalización en redes IP de telefonía IP.

2.9.1 DIFERENCIAS ENTRE SIP Y H.323

La primera diferencia radica en sus esquemas de codificación utilizada por cada protocolo, mientras que SIP es un protocolo basado en texto como HTTP y SMTP, H.323 utiliza mensajes con codificación binaria ASN1. Esto resulta en una desventaja para H.323 ya que, aunque resulta en un mensaje compacto, agrega complejidad a la implementación. Un protocolo codificado en texto no requiere de herramientas especiales para monitorear e interpretar mensajes permitiendo el diseño de aplicaciones simples.

Otra diferencia radica en que H.323 es un protocolo exclusivamente de señalización, cuando SIP provee además de la señalización información presencial y mensajería instantánea. Esta combinación más la utilización de direccionamiento siguiendo el esquema URI brinda la movilidad mencionada anteriormente.

También es importante mencionar que SIP ha sido adoptado por varios vendedores clave en el campo de las PC's y de las telecomunicaciones, aunque puede que no reemplace a H.323 en un corto plazo. Ambos han coexistido desde hace un tiempo y poco a poco se han vuelto similares de cierta manera.

Ambos protocolos nacieron en lados opuestos del espectro y poco a poco se han ido acercando el uno al otro, SIP se diseñó para emplear UDP exclusivamente pero el soporte de TCP se ha vuelto cada vez más importante, por otro lado H.323 en un inicio no podía utilizar UDP exclusivamente.

2.9.2 VENTAJAS DE CADA PROTOCOLO

H.323 es utilizado ampliamente en pequeñas redes destinadas a reemplazar a la PSTN, en algunas redes para manejar llamadas telefónicas simples y predomina en el mercado de las videoconferencias sobre IP. Sin embargo SIP está posicionado correctamente para manejar videoconferencias sencillas utilizando web-cams, al parecer esta será una tendencia en el futuro para las videoconferencias en general. La principal ventaja de SIP es simplemente que está basado en la arquitectura de internet.

2.9.3 CONCLUSIONES DE SIP

Aunque ambos protocolos poseen ciertas similitudes y a pesar de que H.323 domina ciertos nichos en el mercado actualmente, SIP, con su codificación basada en texto, mensajería presencial e instantánea y arquitectura basada en internet esta destinado a ser el protocolo de señalización a elegir en el futuro de las telecomunicaciones basadas en IP.

CAPITULO 3 DISEÑO E IMPLEMENTACION

3.1 PBX (PRIVATE BRANCH EXCHANGE)

Como se hace mención en el capítulo anterior el protocolo SIP esta destinado a dominar el campo de las comunicaciones sobre VoIP y tiene una gran influencia en el mercado de los PBX como a continuación se hace mención.

El uso mas común de una PBX es compartir de una a varias líneas telefónicas con un grupo de usuarios. Una PBX se emplaza entre las líneas telefónicas y los teléfonos (terminales de voz). La PBX tiene la propiedad de ser capaz de redirigir las llamadas entrantes a uno o varios teléfonos. De una manera similar, una PBX permite a un teléfono escoger una de las líneas telefónicas para realizar una llamada telefónica al exterior.

De la misma forma que un router en Internet es responsable de dirigir los paquetes de un origen a su destino, una PBX es responsable de dirigir “llamadas telefónicas”.

La palabra “*Private*” en la sigla PBX significa que el dueño del sistema tiene todo el control y decide como compartir las líneas exteriores con los usuarios. Un PBX no sólo permite compartir un conjunto de líneas con un grupo de usuario sino que también ofrece la posibilidad de crear servicios de valor añadido como transferencia de llamadas, llamadas a tres, pasarela de voz a correo o servicios basados en una *Respuesta de Voz Interactiva (IVR)*, etc.

El *PBX* es una central que permite el servicio interno de comunicación telefónica entre extensiones de una compañía, un comercio, una institución, un hotel, etc. Y, si esta conectada por medio de troncales a una *central tándem* puede realizar comunicación de cualquiera de las extensiones a un abonado de la red publica.

En los inicios de la telefonía, las líneas estaban conectadas a cada uno de los abonados con los que se querían comunicar e inclusive existían líneas que se conectaban a varios abonados para que así todos ellos pudieran participar en la conversación. Esto genero un problema en las grandes ciudades y fue por eso que se centralizaron todas las líneas hacia un conmutador. Detrás del conmutador se encontraban muchos operadores que conmutaban manualmente las líneas. Fue entonces que se crearon los *Conmutadores Telefónicos Automáticos*. Un conmutador central da servicio a todas la líneas que se conectan a él, sin embargo, con la demanda de mayores clientes fue necesario agregar mas centrales de conmutación en varias zonas y luego añadir otro conmutador que uniera las centrales de varias zonas. Poco a poco fue como se llevo a una gran red de conmutadores que permitieron establecer el circuito desde una simple llamada local hasta una llamada internacional.

Los conmutadores locales reciben las líneas de abonado que van directamente a la casa u oficina, y entre conmutadores van conectadas varias líneas llamadas *troncales* que son un conjunto de enlaces para establecer las llamadas entre diferentes zonas. La central telefónica local cumple dos importantes funciones que se conocen como control e interconexión, esta última; puede definirse como la función que proporciona los caminos individuales de conversación entre todos los abonados atendidos por determinada central, además de completar las vías de conversación a través de otras centrales y centros conmutados.

La capacidad de interconexión no significa necesariamente que se efectúen conexiones simultáneas de todas o de la mayor parte del abonado. Si por ejemplo, todos los abonados a una central desearan unos con otros al mismo tiempo, el número de conexiones necesarias dentro de la central sería igual a la mitad del número de abonados.

Por suerte, solo una pequeña parte de los abonados, generalmente del 10 al 14%, originan llamadas simultáneas, exigiendo que la red conmutada tenga entonces capacidad de manipular al mismo tiempo tan solo un porcentaje del número de abonados que utilizan dicha central.

En teoría, la mayor parte de los sistemas conmutadores deberían poseer una capacidad total de acceso y no bloquearse, entendiéndose por acceso total que cada abonado pueda ser conectado a cualquier otro, si bien no necesariamente al mismo tiempo. No bloquearse significa que un abonado, al originar una llamada pueda ser conectado, por lo general, a cualquier otro abonado desocupado, independientemente del número de conexiones que existan.

Existen dos tipos de PBX, el electromecánico y el electrónico. Del primero forman parte la conmutación *paso a paso*, *panel System*, y *Cross bar*, esta última trabaja con un sistema de matrices muy efectivo.

Esta tecnología era muy difícil de reprogramar por lo que se emigro a nuevos sistemas electrónicos de tecnología computacional donde el control de la conmutación es mejor. Los conmutadores que utilizan los sistemas electrónicos se conocen como *Electronic Switching System 1 (1ESS)* o sistemas de conmutación electrónica.

Los PBX constan de un módulo administrador que se encarga de la tarificación, la traslación de la llamada, el ruteo entre troncales y otras especificaciones. Cada PBX digital o ESS, utiliza switches y programas de control de almacenamiento según el tipo de servicio que esté prestando a la red. Algunos utilizan multicanalización en espacio, otros en tiempo y otros en frecuencia.

La concentración de líneas para cada PBX varía según la demanda. Los PBX reciben canales modulados a 64 Kbps y transmiten entre ellos en canales de 2.56 Mbps. Existen conmutadores conectados por fibra óptica multimodo llevando consigo 32.768 Mbps.

Una central local debe proveer con 48 V de corriente directa al aparato telefónico conectado a la línea del abonado, la corriente necesaria para general el *ring* en el teléfono; en otras palabras existe un acrónimo que describe todas las funciones que debe cumplir un PBX local; la palabra es *BORSCHT* y su traducción al español quiere decir:

- Battery feed: alimentar la línea
- Overvoltage protection: protección contra sobre voltaje
- Ringing: proporcionar la señal de ring
- Coding and Decoding: codificar y decodificar las señales
- Hybrid: convertir de 2 a 4 hilos con un circuito híbrido
- Testing: probar.

3.1.1 DOD Y DID

Para que una llamada salga del PBX hacia la red, se necesita un *DOD (Direct Outward Dialing)*. Por otro lado para que una llamada entre al PBX hay tres posibilidades:

- Se asigna un número local a una operadora, quien es una persona que funge como recepcionista y transfiere la llamada a la extensión solicitada
- Se sustituye a la recepcionista por una operadora automática que conmute la extensión pulsada

Mejor que las dos anteriores, se asignan *DID's (Direct Inward Dialing)* y la llamada entra directamente a la oficina o ubicación del teléfono dentro de la empresa.

Una de las ventajas del PBX es que, al ser propiedad de la empresa, no necesita pagar renta a la compañía de telefónica con que tenga el contrato de la o las líneas telefónicas por el equipo telefónico que se requiera. Permite un numero limitado de llamadas sobre la PSTN, hacen posible que los usuarios dentro de la compañía llamen entre si sin necesidad de utilizar la PSTN y ofrecen mejores servicios en el control de las llamadas que se pueden transferir a otra extensión, se puede detener la llamada por un momento o realizar conversación *tripartita*.

3.2 INTRODUCCION AL IP-PBX NEC SV8100

Un conmutador IP o un IP-PBX es un conmutador telefónico que trabaja internamente con el protocolo IP. De esta manera, utiliza la infraestructura de comunicaciones de datos (LAN y WAN) para realizar sus funciones. Las centralitas IP pueden por tanto conectarse a servicios públicos VoIP, pero también tienen la capacidad de trabajar con líneas convencionales de teléfonos analógicos o digitales (RDSI).

3.2.1 IP-PBX SV8100

Los negocios demandan comunicaciones eficientes, fluidas y seguras que les permitan rápidamente la toma de decisiones y respuestas a sus clientes.

La nueva serie de Servidores de Comunicaciones de NEC, UNIVERGE SV8000, es parte integral de esta iniciativa, ofreciendo una nueva serie de equipos que van más allá de las capacidades de un sistema de comunicaciones convencional ya que han sido diseñados para brindar una solución de nueva generación, basada en estándares abiertos para darle así a su negocio la capacidad de ofrecer avanzadas aplicaciones y toda la flexibilidad necesaria para crecer con su organización.

El concepto del *IP-PBX NEC SV8100* es el enfoque que la empresa *NEC* ofrece para ayudar a la pequeña y mediana empresa a tener éxito en este mercado tan acelerado, mediante una plataforma altamente flexible y dinámica que le brindará ahorros a su organización y a su vez aumentará la satisfacción de su personal así como la de sus clientes, proveedores y relacionados.

En la figura 3.1 se muestra dentro de la serie SV8000, el Servidor de Comunicaciones UNIVERGE SV8100 es el modelo para el mercado PYME (Pequeñas Y Medianas Empresas).

Es importante mencionar que la Corporación NEC es la única empresa reconocida en todo el mundo como líder en venta y desarrollo de las tres ramas más importantes de la electrónica, como lo son dispositivos electrónicos, telecomunicaciones y computación.

Esta condición coloca a NEC como un socio estratégico para las PYMES y así poder atender las necesidades actuales y futuras de comunicación de voz, datos y video. El Servidor de Comunicaciones UNIVERGE SV8100, el cual representa "la Tecnología de Punta" en *Plataformas de Comunicaciones Convergentes*, le ofrece a una empresa una ventaja inigualable en comunicaciones de negocios del Siglo XXI.



Figura 3.1 IP PBX SV8100

3.2.2 SERVIDOR DE COMUNICACIONES UNIVERGE SV8100

UNIVERGE SV8100 es un sistema ideal para pequeñas y medianas empresas (*PYME's*) que desean competir y hacer su crecer su negocio a través del tiempo. Esta poderosa y robusta solución es completamente escalable y puede expandirse para cumplir con sus necesidades de comunicaciones ahora y en el futuro.

Diseñada para ser versátil y escalable, de acuerdo a las crecientes necesidades de su negocio, el *UNIVERGE SV8100* soporta comunicaciones usando *protocolo IP*, así como *TDM*, además de video, cableado o inalámbrico. También provee tres aplicaciones que pueden ser integradas a su tarjeta madre (ACD, Correo de Voz y aplicaciones Hoteleras) y una amplia gama de facilidades que pueden ser transparentemente compartidas entre sucursales u oficinas remotas. Personas individuales, departamentos y localidades pueden trabajar más eficientemente usando este servicio para comunicarse en forma transparente.

Es una poderosa solución para las Comunicaciones Empresariales, capaz de soportar hasta 712 puntos en un solo sistema. Confiable, escalable y eficiente en energía, *UNIVERGE SV8100* es un avanzado servidor de aplicaciones que soporta soluciones de voz, comunicaciones unificadas y movilidad para cientos de usuarios.

Como parte del compromiso de UNIVERGE 8000 de NEC, donde las personas son el centro de las comunicaciones, SV8100 unifica las empresas a través del uso de la tecnología altamente eficiente que las grandes corporaciones requieren. El SV8100 es el Servidor de Comunicaciones IP para expansiones regionales y globales, movilidad de sus trabajadores y responsabilidad ambiental. Ofrece una extensa variedad de facilidades en IP en un paquete seguro, escalable y flexible.

3.2.3 SERVIDOR DE COMUNICACIONES DE VOZ SOBRE IP Y TDM

El SV8100 le permite implementar una solución pura IP o cualquier combinación de IP y tecnología de conmutación tradicional, para personalizar la mejor solución de comunicaciones para un negocio.

Ofrecer una diversidad de Servicios y Aplicaciones

El SV8100 agiliza las comunicaciones de toda una organización con su diversa suite de facilidades y aplicaciones. Estas ayudan a las personas, departamentos y localidades completas a trabajar más eficientemente para asegurar la fluidez de sus comunicaciones internas y externas.

El sistema ofrece un amplio rango de herramientas para mejorar la movilidad, tal como teléfonos inalámbricos y la Suite de Escritorio de la Serie SV8000. Estos componentes y aplicaciones incluyen:

- Operadora PC – Mejora significativamente el manejo de llamadas
- Asistente PC – Le da al usuario la posibilidad de administrar y operar su teléfono de escritorio desde la PC.
- SoftPhone – Provee una conveniente movilidad a una muy buena relación costo-efectiva

Tener un Servidor de Comunicaciones que Crece con su empresa

El sistema UNIVERGE SV8100 es un sistema completamente modular que sirve eficientemente toda la gama de 8 a 512 puertos. Con solo el agregado de licencias para expandir los usuarios IP o agregar hardware para expandir los puertos TDM

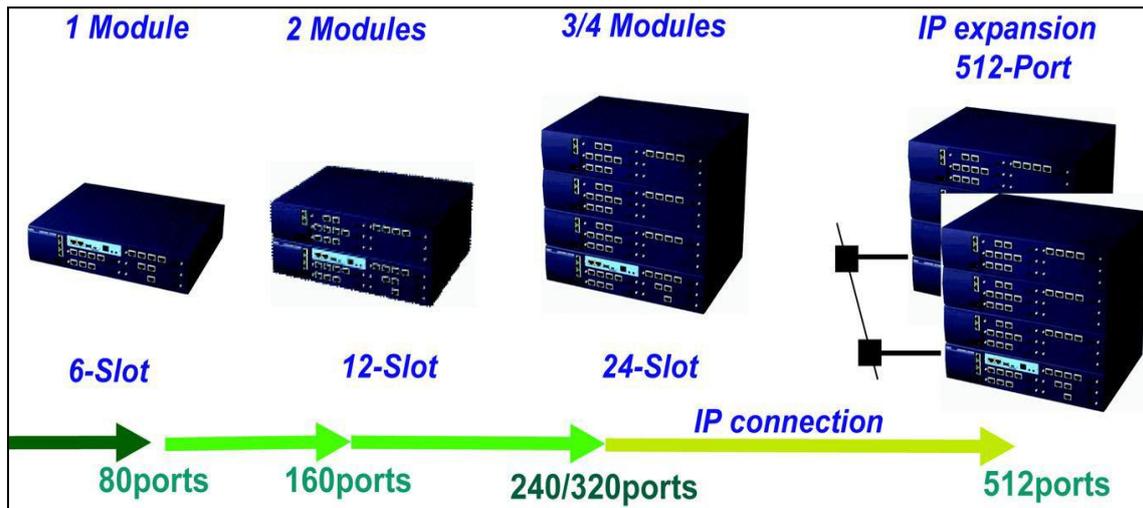


Figura 3.2 Capacidad de expansión del SV8100

Colaborar con las iniciativas de protección ambiental

El SV8100 es un sistema compacto, ecológicamente racional, que consume 23% menos energía que las generaciones previas de servidores de comunicaciones en IP. NEC presta una atención especial a su impacto en el medio ambiente y entrega un sistema compatible con *RoHS* que incluye:

- Reducido requerimiento de aire acondicionado para el servidor
- Materiales reciclables y componentes que utilizan químicos ambientalmente seguros
- Eliminación de plomo y mercurio en los circuitos impresos
- Documentación provista en formato electrónico en vez de papel

3.2.4 ARQUITECTURA Y COMPONENTES DEL HARDWARE DEL SV8100



Figura 3.3 Componentes del SV8100

En líneas generales podemos decir que el SV8100:

- Es un sistema IP que permite configuraciones en TDM
- Posee todo en un solo sistema
- Fácil de Programar
- Diseñado para capacidades de pequeñas a grande: Soporta 512 extensiones IP/ 200 puertos troncales
- Posee aplicaciones de Correo de Voz, ACD y SIP integradas en el hardware estándar del servidor, accesible desde cualquier parte en la red

Chasis



Figura 3.4 Chasis del SV8100

La unidad CHS2U-US es un chasis compacto de 19" y 2U que posee seis (6) ranuras universales y una fuente de poder. Cuando el CPU es instalado en su primera ranura, el chasis se convierte en el Módulo de Control. Se pueden instalar Chasis adicionales para incrementar la capacidad en TDM del sistema a fin de cumplir con las necesidades del cliente.

Blades (Tarjetas)

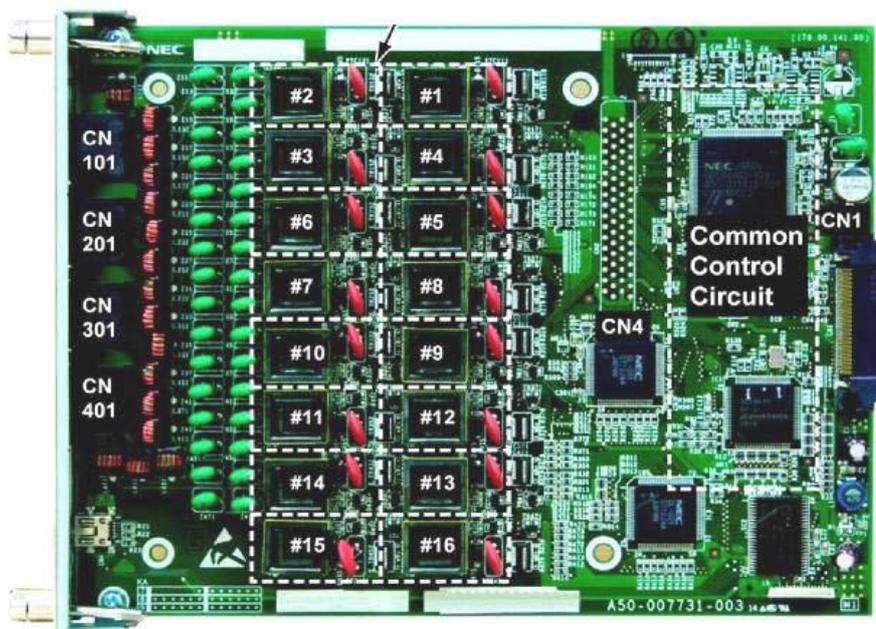


Figura 3.5 Tarjeta terminal digital (CD-8 / 16DLCA)

La mayoría de los “Blade” de línea troncal usadas en el UNIVERGE SV8100 son provistas con una arquitectura de tarjeta principal con la posibilidad de una tarjeta hija-esclava. Cuando se instala un “Blade” principal, éste puede luego fácilmente expandir su capacidad agregándole la hija, sin tener que ocupar otra ranura del Chasis.

El número máximo de puertos de línea troncal por tarjeta es 16-8. Esta arquitectura permite que el tamaño del sistema sea compacto aun en su máxima capacidad TDM.

El sistema posee “Blades” para:

- 4 extensiones analógicas en la tarjeta base y 4 en la hija para un total de 8
- 8 extensiones analógicas en la tarjeta base y 8 en la hija para un total de 16
- 8 extensiones digitales en la tarjeta base y 8 en la hija para un total 16
- 16 extensiones digitales en la tarjeta base
- 4 troncales analógicas en la tarjeta base y 4 en la hija para un total de 8
- 8 extensiones digitales y 2 extensiones analógicas en la tarjeta base

Gateway para VoIP - 32/64/128 IPLA

El “Blade” IPLA (tipo hija a instalarse en el CPU), es requerido para comunicar los teléfonos IP con cualquier dispositivo TDM instalado en el sistema (troncal, terminal analógico o digital, correo de voz, etc.). Esta tarjeta de VoIP provee la función de procesamiento de Voz (RTP/RTCP), y el CPU lleva el control de la llamada.

Este “Blade” viene en tres versiones:

- PZ-32IPLA = 32 canales
- PZ-64IPLA = 64 canales
- PZ-128IPLA = 128 canales

Expansión de Memoria – PZ-ME50

El “Blade” de expansión de memoria, a instalarse sobre la tarjeta de CPU, se utiliza: Cuando se va a expandir la capacidad de puertos de sistema por encima de 64.

La capacidad de la tarjeta de Memoria es la siguiente:

TABLA 3.1 Capacidad de las tarjetas de memoria

Descripción	Capacidad memoria	Memoria equipada
SDRAM	128 MB	256 MB / 16 bit X 4 pos
Memoria Flash	32 MB	256 MB / 16 bit X 1 por
SRAM	1 MB	4 MB / 16 bit X 2 pos

3.2.5 PROTOCOLO NEC NET-LINK

Netlink es un protocolo propietario de la empresa NEC, el cual sirve para interconectar 2 o más IP-PBX de la marca NEC. Esta facilidad permite que hasta 16 sistemas sean conectados usando la Comunicación de Datos en IP de Netlink que permite Sitios Remotos con los mismos servicios y facilidades del Sitio principal, actuando como si todos fueran un mismo sistema.

Estos sistemas pueden ser instalados separadamente en el mismo edificio o en oficinas remotas conectadas vía una red IP calificada. Bajo esta configuración se puede Centralizar el Correo de Voz, mantenimiento, etc.

Con Netlink la capacidad máxima del sistema sigue siendo 200 troncales y 512 extensiones, pero los puertos pueden ser distribuidos entre los diferentes sitios usando el Chasis del SV8100 en cada localidad.

Cada sitio requiere una tarjeta IPLA y la memoria de expansión ME50 en el CPU, así como también deben tener los mismos datos del Sistema Principal. Este nodo principal automáticamente carga los datos del sistema a los sitios remotos en cualquier momento que haya un cambio en la programación.

Cuando ocurre una falla de comunicación entre el sitio principal y cualquier sitio remoto, el CPU del equipo principal automáticamente cambia de modo de supervivencia y opera como un sistema unitario. Si múltiples nodos remotos son instalados, un sitio remoto puede ser asignado temporalmente como principal para controlar el resto de los sitios conectados.

3.3 TRONCALES IP-SIP

Las troncales SIP del sistema UNIVERGE SV8100 envían paquetes de voz en tiempo real sobre las redes corporativas LAN / WAN. La voz desde el teléfono es digitalizada y luego colocada en tramas para ser enviada sobre la red, utilizando el protocolo de Internet.

Usando equipos de VoIP en un Gateway (un punto de la red que actúa como la entrada a otra red), la transmisión de paquetes de voz en la compañía son recibidos y enrutados a otras partes de la intranet (LAN / WAN) o son enviados vía Internet a otro Gateway.

3.4 PANASONIC KX-TD1232 CONMUTADOR DIGITAL SUPER HIBRIDO



Figura 3.6 Conmutador Panasonic kx-td1232

Máximo de tarjetas de expansión y de línea para ampliar el sistema Panasonic IP-PBX KX-TDA100D para empresas se puede instalar el siguiente número de tarjetas de línea y de extensión.

Tabla 3.2 Tarjetas del KX-TDA100D

Tipo de tarjeta	KX-TDA100D
Tarjeta de línea	7
Tarjeta de extensión	7
Total	7

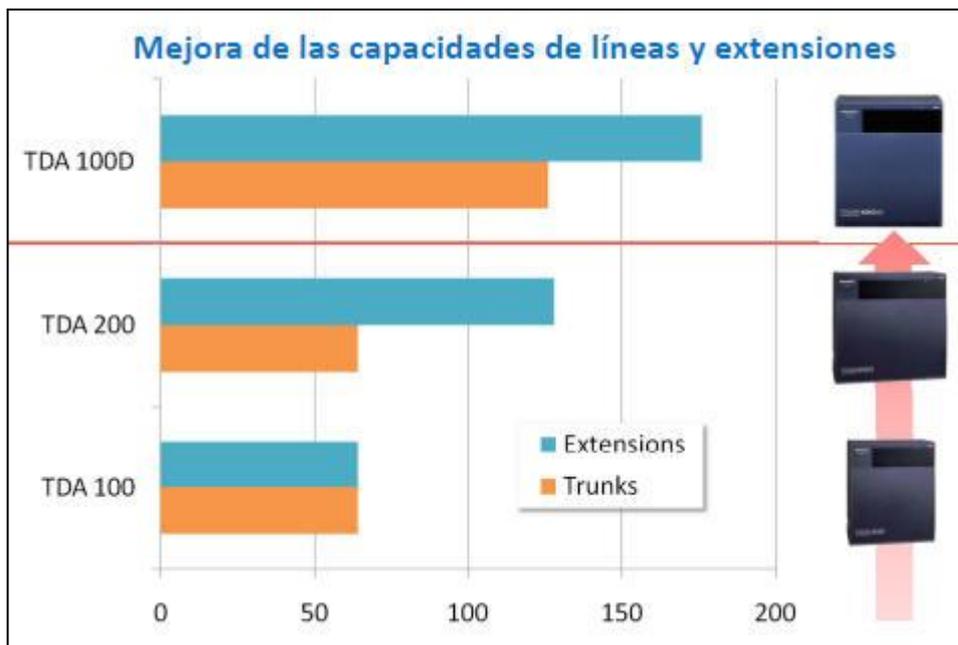


Figura 3.7 Capacidades de líneas y extensiones

Máximo de equipamiento terminales

El sistema Panasonic IP-PBX modelo KX-TDA100D admite el siguiente número de terminales.

Tabla 3.3 Equipamiento del KX-TDA100D

Tipo de terminal	Número máximo
Teléfono	176 *1
TLU	128
KX-DT300 / KX-T7600 serie DPT	104
TEL-IP	112
Consola SDE	8
Antena	26
Antena de alta densidad	13
EP	128
Sistema de procesamiento de voz (VPS)	2
Interfono	16
Dispositivo de apertura de puertas	16
Sensor externo	16
Relé externo	16

ESPECIFICACIONES

KX-TDA100D

- Alimentación: 100 V CA a 130 V CA; 2,8 A/200 V CA a 240 V CA; 1,7 A; 50 Hz/60 Hz
- Batería externa: +36 V CC (+12 V CC x 3, capacidad máxima recomendada 28 Ah)
Baterías VRLA (ácido plúmbico regulado por válvula)
- Frecuencia de tono: 20 Hz / 25 Hz (se puede seleccionar)
- Condiciones ambientales:

Temperatura: 0 °C a 40 °C

Humedad: 10% a 90% (sin condensación)

- Música en espera (MOH)
- Puerto de interfaz en serie:
- Dimensiones: 334 mm (Ancho), 390 mm (Altura), 270 mm (Profundidad)
- Peso (completamente montado): menos de 12 kg

Teléfonos específicos Panasonic COMPATIBLES con el Conmutador IP-PBX KX-TDA100D

- Teléfonos específicos digitales (por ejemplo, serie KX-DT300)
- Teléfonos específicos IP (por ejemplo, serie KX-NT300)
- Extensiones portátiles (por ejemplo, KX-TCA364, KX-TCA275)
- Teléfonos convencionales (por ejemplo, KX-T7710)

3.5 CONMUTADOR ANALÓGICO SAMSUNG MODELO NX-820



Figura 3.8 Conmutador SAMSUNG NX-820

CONMUTADOR SAMSUNG modelo NX-820 con una capacidad inicial de 4 líneas y 12 extensiones (4 digitales y 8 extensiones unilíneas), el cual se puede expandir con tarjetas opcionales a la capacidad de 8 líneas y 20 extensiones.

Características Del Conmutador:

Este equipo es un sistema de teléfonos analógicos diseñados para pequeños y medianos negocios, tiene una capacidad máxima de 28 puertos, sumando líneas telefónicas y extensiones, de la cual su combinación se selecciona flexible mente, comprendido de solo

una unidad de servicio multilinea (ksu), tarjetas de expansión, teléfonos multilinea y teléfonos unilinea convencionales.

El sistema nx-820 ofrece a los usuarios flexibilidad y control de las comunicaciones telefónicas. Un microprocesador digital hm64180r1 controla todas las rutas de comunicación y las funciones del sistema. El programa operativo con memoria de fábrica se guarda en la memoria no volátil ROM 27c020. La información del usuario se guarda en memoria RAM 681000 y se protege con una batería de ni-cd y puede durar hasta 7 días continuos sin energía. Cuando se restablece la corriente alterna, la batería se recarga.

El ksu básico viene equipado para operar con 4 líneas de teléfono y 12 extensiones. Las extensiones n.1 a n.4 son asignadas para ser usadas con teléfonos multilineas y las extensiones n.5 a n.12 son asignadas para teléfonos unilineas, el sistema nx-820 tiene varias clases de tarjetas de expansión.

Incluye teléfono multilinea análogo con pantalla de 1 línea y 24 botones marca Samsung modelo nx-24e



Figura 3.9 Teléfono Samsung

Características Del Teléfono:

- Micrófono incorporado
- Pantalla de cristal líquido (LCD) de 1 línea a 16 Caracteres
- 24 Teclas flexibles (12 con LEDs tricolores)
- 10 Teclas de funciones fijas

- Botones UP/DOWN para el control digital del altavoz, auricular, y volumen de los timbres
- Cuatro tonos de timbrado selectivos por teléfono multilinea
- Fácil de colocar sobre pared o sobre escritorio
- NX-24E: Con display de 16 caracteres

3.6 CONMUTADOR IP-PBX ASTERISK

Son conmutadores FLEXIBLES, altamente configurables a la medida de cada cliente. Una tecnología probada, que le permitirá acceder a funciones que antes estaban reservadas para grandes corporativos, hoy en día la pueden disfrutar desde pequeñas oficinas hasta empresas con más de 400 extensiones telefónicas y varias troncales digitales.

Los conmutadores Soportan:

- Líneas Análogas (las tradicionales)
- Líneas Digitales E1 (dual E1, Quad E1, etc.)
- Troncales 100% SIP
- Troncales Skype

Características del conmutador:

1. Independencia:

- Autonomía de gestionar su centralita mediante una interfaz web.
- Al ser un sistema abierto dispone una independencia total tanto del proveedor como de las operadoras telefónicas.

2. Delegaciones y movilidad:

- VoiceMail en todas las extensiones que desee, su buzón de voz se convierte en un mail.
- Servidor de fax, que le permite gestionar sus faxes en formato electrónico con el consiguiente ahorro en papel, tiempo y procesos administrativos.

3 Escalabilidad:

- No es un sistema propietario con el consiguiente ahorro en licencias.
- Posibilidad de aumento de extensiones sin costo de infraestructura.
- Disponemos soluciones desde centralitas con 2 a 3 extensiones hasta múltiples primarios con redundancia.

- Le permite ir migrando extensiones de su centralita antigua progresivamente.

4 Llamadas internacionales:

- Le permite hacer llamadas a coste de operador IP y enrutar las llamadas según la tarifa más económica. Por Ejemplo, integración con SKYPE
- Clic to Call en su página web, ahorran costes sus proveedores sin aumentar el suyo.

5 Software abierto:

- Reducción de costos mediante la virtualización del servidor, le permite tener en una misma maquina las comunicaciones y los datos.
- Un sistema abierto que le permite a su departamento de informática tener un control sobre el sistema, su centralita deja de ser una caja negra.
- Le permite asociar la llamada con los datos que le proporciona su CRM, ERP o herramienta corporativa.

Soluciones:

- Integración con CRM's.
- Soluciones Call-Centers y Contact Center.
- Tele-Marketing.
- Llamadas predictivas.
- PYMES

SOLUCIONES ASTERISK DE CALL CENTER

El sistema de centralita IP Asterisk dispone de funcionalidades avanzadas que le permitirán implementar un potente sistema de gestión de llamadas IP o IP Contact Center.

Entre las funcionalidades más destacadas que ofrece Asterisk para dicha función podemos enumerar las siguientes:

- ACD: Sistema de gestión de colas de llamada. Asterisk permite un número ilimitado de colas y agentes, con lo que el sistema crecerá con su negocio.
- IVR: Operadora automática sin limitaciones de opciones y funcionalidad.
- CTI: Existen conectores estándar (TAPI) para integrar su sistema CRM con la centralita, y también opciones para la integración vía HTML.

- Grabación de llamadas: las llamadas en una PBX Asterisk pueden grabarse de forma automática o bien a criterio del operador o agente. Asimismo dispone de un sencillo interfaz para su audición posterior.

Las principales características con las que cuenta Asterisk son:

- Música en espera
- Buzones de voz
- Grabación de voz
- Integración con base de datos
- Integración total IP con telefonía clásica
- Colas de llamadas
- Extensiones remotas
- Auto atención
- Integración con CRM
- IVR

CAPITULO 4 PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 ELECCIÓN DEL IP-PBX NEC SV8100

En este trabajo de tesis se realizó una comparación entre los cuatro PBX anteriormente mencionados en el capítulo 3 y se decidió utilizar el IP-PBX NEC SV8100 por las siguientes razones:

- ✚ Escalabilidad
- ✚ Los puertos que brindan los Blades
- ✚ Ahorro de energía eléctrica
- ✚ Tamaño
- ✚ Fácil configuración
- ✚ Capacidad de extensión
- ✚ Los servicios que brinda en cuanto a comunicaciones unificadas
- ✚ Es un sistema IP que permite configuraciones en TDM

4.2 DESVENTAJAS DE VoIP

- JITTER: el jitter o fluctuación de fase se define como la variación en tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de la red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino. Este efecto se presenta en redes de datos no orientadas a conexión y basadas en conmutación de paquetes.
- LATENCIA: la latencia es un problema general de las redes de comunicaciones, no se presenta únicamente en las redes de VoIP. La latencia en VoIP se define como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente hasta el destino, este retardo deberá ser menor a los 150 ms, esto debido a que el oído humano es capaz de detectar latencias de unos 250 ms, 200 ms en el caso de personas altamente sensibles, si se supera ese umbral la comunicación se torna molesta.
- ECO: se produce por la conversión de 2 a 4 hilos de los sistemas telefónicos o por un retorno de la señal que se escucha por los altavoces y se cuela en el micrófono. El eco se define como una reflexión retardada de la señal acústica original. El oído humano es capaz de detectar el eco cuando su retardo con la señal original es superior a los 10 ms, otro factor es la intensidad del eco ya que normalmente la señal de vuelta tiene menor potencia que la original. Es tolerable que llegue a 65 ms y una atenuación de 25 a 30 dB.

4.3 LA ÚLTIMA MILLA

La ultima milla o lazo de abonado es el cableado que existe entre la central telefónica o conmutadora y las dependencias del usuario ya sea su casa, su negocio o su oficina.

La conexión de la última milla es típicamente un par trenzado de cobre que va desde la central telefónica al lugar donde se encuentre el usuario y estas líneas están conectadas hacia la central local de telefonía del proveedor o hacia un concentrador remoto.

Afecta directamente en la telefónica cuando la distancia entre la central local y el teléfono del usuario final es muy grande, ya que comienzan a presentarse problemas de retardo de la voz y atenuación de la señal.

4.4 PROBLEMAS DE RETARDO EN LOS PAQUETES DE VOZ

- ❖ Paquetes fuera de secuencia
- ❖ Pérdida de paquetes
- ❖ Retransmisión a causa de retardos
- ❖ Retardos de codificación
- ❖ Retardo de transporte
- ❖ Retardo de ruteo

4.5 DESVENTAJAS DE VoIP EN UNA LAN

- ❖ Disminución de la calidad de voz
- ❖ Se debe controlar el trafico en la LAN
- ❖ Al ocupar un ancho de banda constante el numero de operadores conectados puede estar limitado

4.6 DESVENTAJAS VISTAS DESDE OTRO ENFOQUE

Más que llamarles desventajas, sería mejor llamarles “puntos débiles” o áreas de oportunidad. La red de voz sobre IP puede ser una red particular establecida por alguna compañía, puede ser parte de la red de internet o en el caso de las empresas y comercios puede ser su propia LAN o WAN interna. La gestión de la red en la empresa puede estar en manos del administrador de la red. La red de la compañía telefónica puede tener problemas de congestión, sin embargo; internet tiene demasiado trafico y al agregar telefonía la red adquiere mayor cantidad de retardos, mayor envío y procesamiento de paquetes.

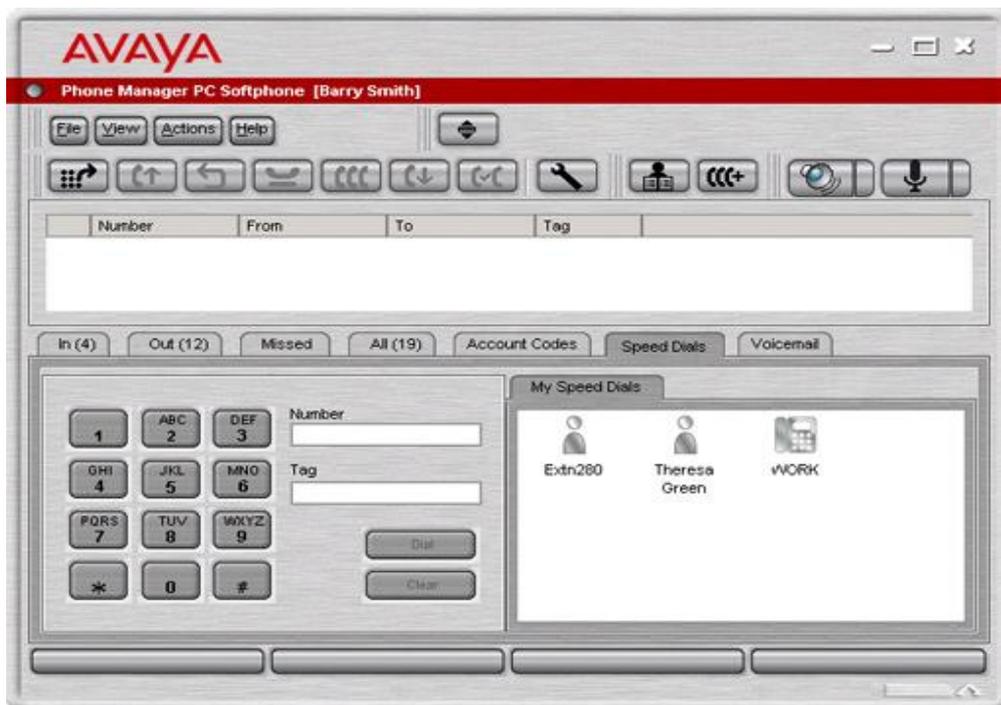
Para combatir estos problemas surgieron protocolos y algoritmos de manejo de colas. Estos realizan una separación de paquetes dando mayor importancia a los paquetes de voz. Algunos funcionan asignando diferentes etiquetas a los paquetes para así reconocer los que sean de voz de los de datos y los de multimedia. Otros establecen diferentes tipos de colas según el tipo de paquete. De ambas formas se busca dar prioridad a los paquetes de voz por encima de los demás.

4.7 SOFTPHONE

La palabra resulta de la combinación de las palabras en inglés “*Software y Telephone*”, es un software que hace la simulación de un teléfono dentro de una PC, un softphone es un elemento que forma parte de la red de VoIP. Existen dos tipos de softphone, uno es aquel el cual solo se conecta una diadema con micrófono y audífono a la PC y la manipulación se realiza desde el teclado de la computadora. Y el otro se trata de un aparato telefónico que se conecta a través de un puerto USB a la computadora y la manipulación se realiza a través del aparato mismo.

Generalmente es un software propietario de la marca IP-PBX que conforma el sistema, sin embargo; existe software libre los cuales son compatibles con cualquier marca ya que están basados en estándares como H.323 o SIP.

Los softphone son muy útiles debido a que no generan espacio físico ya que al estar instalados dentro de una PC no necesitan lugar en el escritorio o mesa de trabajo, y tienden a reducir el costo de la red de VoIP ya que únicamente se tiene que adquirir el software y no un aparato físico como lo es un teléfono convencional.



4.8 ESCALABILIDAD

En telecomunicaciones y en ingeniería informática, la escalabilidad es la propiedad deseable de un sistema, una red o un proceso, que indica su habilidad para reaccionar y adaptarse sin perder calidad, o bien manejar el crecimiento continuo de trabajo de manera fluida, o bien para estar preparado para hacerse más grande sin perder calidad en los servicios ofrecidos.

En general, también se podría definir como la capacidad del sistema informático de cambiar su tamaño o configuración para adaptarse a las circunstancias cambiantes. Por ejemplo, una Universidad que establece una red de usuarios por Internet para un edificio de docentes y no solamente quiere que su sistema informático tenga capacidad para acoger a los actuales clientes que son todos profesores, sino también a los clientes que pueda tener en el futuro dado que hay profesores visitantes que requieren de la red por algunos aplicativos académicos, para esto es necesario implementar soluciones que permitan el crecimiento de la red sin que la posibilidad de su uso y reuso, disminuya o que pueda cambiar su configuración si es necesario.

La escalabilidad como propiedad de los sistemas es generalmente difícil de definir en cualquier caso, en particular es necesario definir los requerimientos específicos para la escalabilidad en esas dimensiones donde se crea que son importantes. Es una edición altamente significativa en sistemas electrónicos, bases de datos, routers y redes. A un sistema cuyo rendimiento es mejorado después de haberle añadido más capacidad hardware, proporcionalmente a la capacidad añadida, se dice que pasa a ser un sistema escalable.

4.9 PRUEBAS

Como pruebas se presenta la implementación de una solución VoIP utilizando un conmutador SV8100 en la empresa stretchline, el resultado es el siguiente:

- ✚ Se armaron cables de conexión UTP especiales para la conexión entre teléfonos IP y el conmutador
- ✚ Generación de líneas telefónicas analógicas
- ✚ Generación de líneas telefónicas digitales
- ✚ Generación de líneas telefónicas virtuales
- ✚ Una conexión E1 para poder salir a la PSTN

4.10 RESULTADOS

Los resultados obtenidos con las pruebas anteriormente mencionadas fueron los siguientes:

- ✚ La conexión de las PC's con los teléfonos para que de esta forma pudieran tener acceso a internet y a la red de datos, con lo cual se logra la integración de voz y datos
- ✚ Se instalaron softphone
- ✚ Se probó la comunicación entre softphone en diferentes puntos de la red con video, con lo cual se logra la integración del video a la red de voz y datos
- ✚ La principal función del SV8100 es un conmutador así que se realizaron las diferentes pruebas telefónicas como: llamada en espera, transferencia de una llamada, conferencia tripartita y llamadas de teléfono a teléfono, teléfono a extensión virtual, teléfono a softphone y extensión virtual a softphone.
- ✚ Se realizaron llamadas de teléfonos digitales y analógicos hacia celulares locales y de larga distancia, con lo cual se comprobó el funcionamiento de la tarjeta E1 y el enlace E1
- ✚ Por último se envió un broadcast con un correo de información que decía: **Felicidades ahora la red de esta empresa es una red escalable y convergente.** Con lo cual se comprobó que el diseño de la red funciona.

4.11 LA EMPRESA STRETCHLINE

La empresa stretchline es una empresa dedicada al plástico y sus derivados; su dirección es lote 2 y 3 manzana 16 fraccionamiento industrial Atlacomulco, Atlacomulco Estado de México, C.P. 50450, teléfono 55700010.



Figura 4.2 Logotipo de la empresa stretchline.

La empresa stretchline desea ampliar y actualizar su red telefónica existente, en un principio cuando se instalo el PBX actual únicamente contaba con 25 trabajadores y únicamente 2 líneas de conexión hacia la PSTN y 2 mas para llamadas internas; actualmente la empresa se encuentra en crecimiento por lo cual ahora tendrá 100 trabajadores en total, para los cuales se hizo un plano de la empresa y fueron distribuidos teléfonos IP, teléfonos digitales, teléfonos analógicos y softphone, como se puede observar en la tabla 4.1

Tabla 4.1 Distribución de los teléfonos dentro de la empresa.

TIPO DE TELEFONO	CANTIDAD	LOCALIZACION
ANALOGICO	2	ENTRADA Y ESTACIONAMIENTO
DIGITALES	5	PRODUCCION Y ALMACEN
IP	6	ADMINISTRACION
SOFTPHONE	3	ADMINISTRACION

Se contará con un total de 16 teléfonos dentro de la empresa los cuales estarán directamente conectados al IP-PBX NEC SV8300, que de acuerdo con los alcances del conmutador puede soportar a este número de usuarios sin ningún problema.

4.12 PLANO DE LA RED CONVERGENTE EN LA EMPRESA STRETCHLINE

A continuación en la figura 4.3 se muestra el plano de como será estructurada y repartida la telefonía dentro de la empresa:

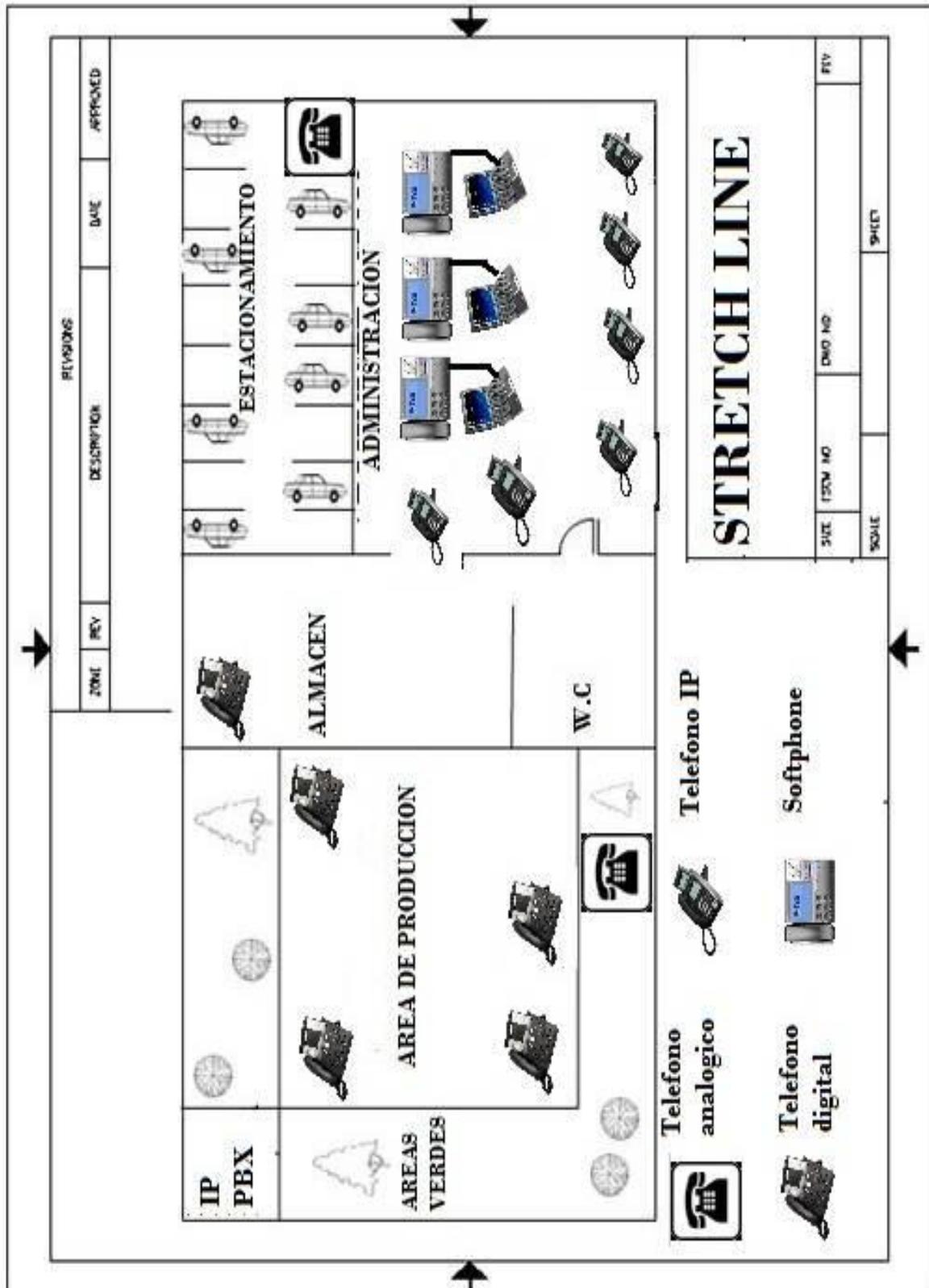


Figura 4.3 Plano de la red telefónica en la empresa Stretchline.

4.13 DIAGRAMA DE LA RED CONVERGENTE EN LA EMPRESA STRETCHLINE

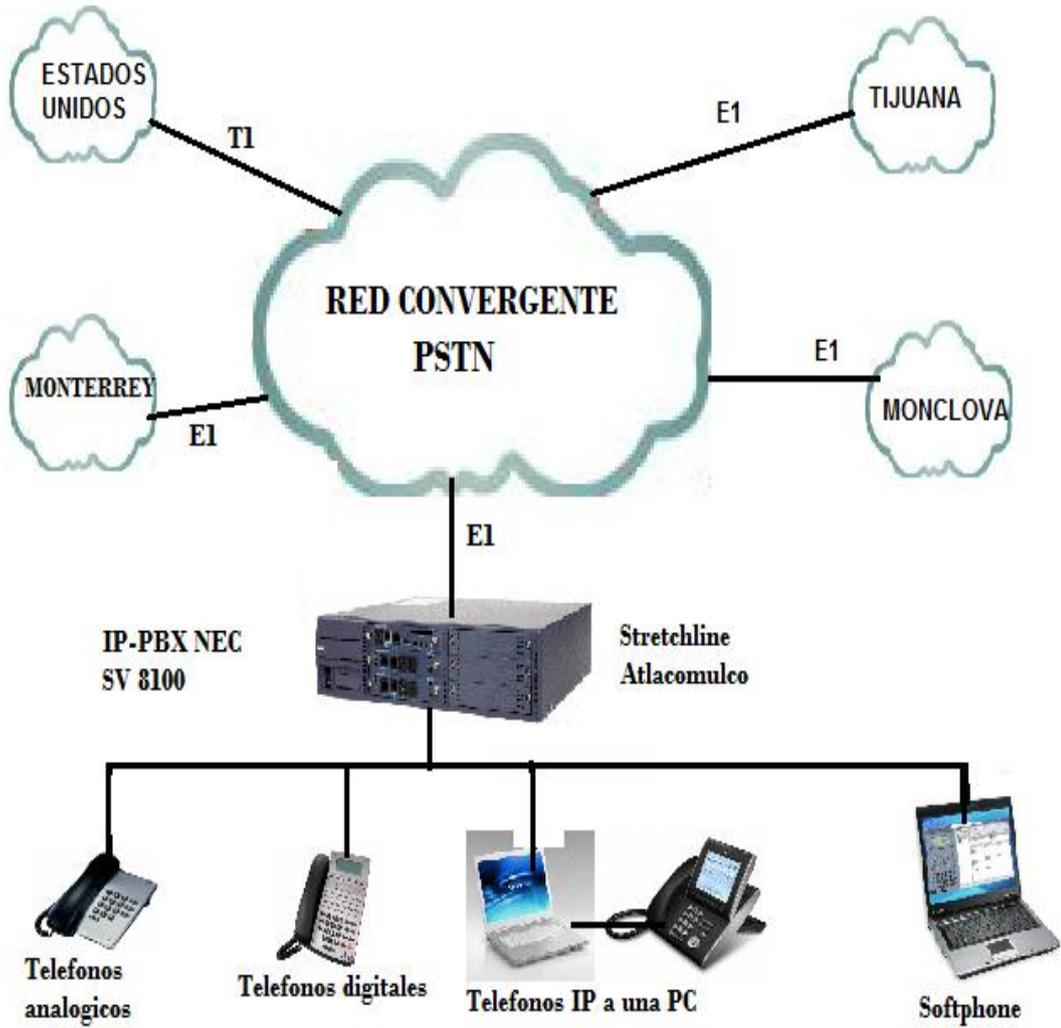
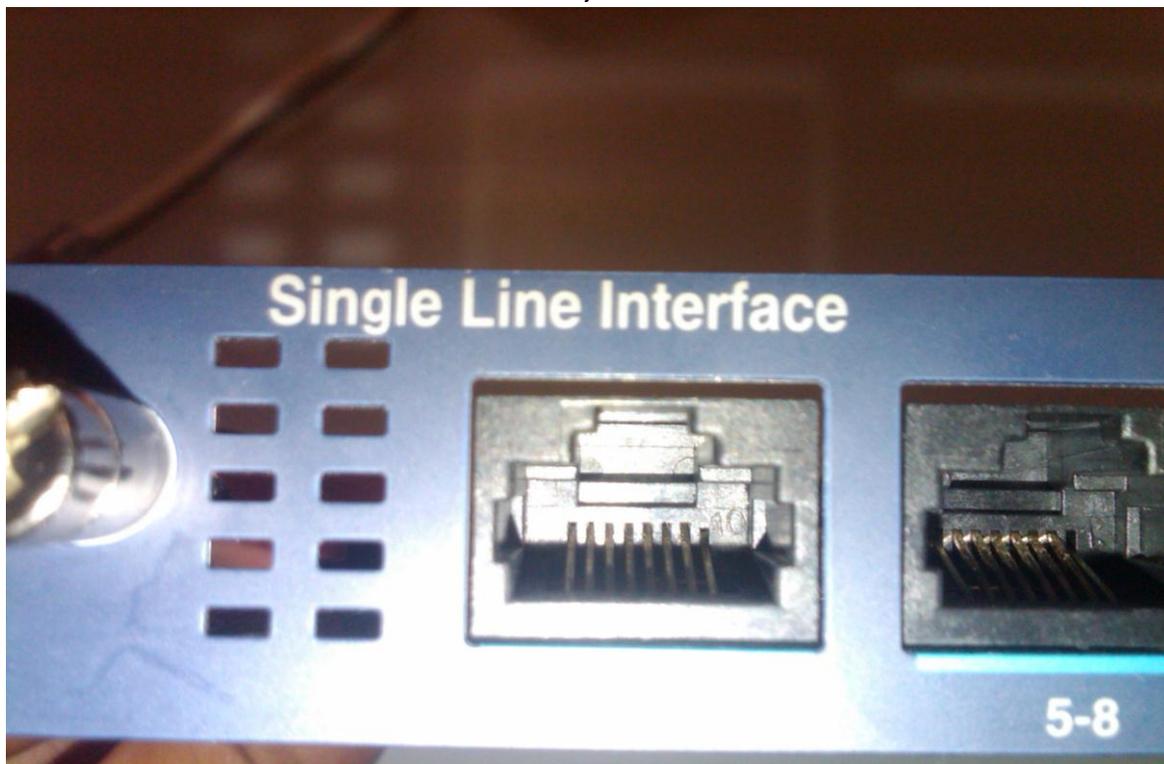


Figura 4.4 Diagrama de la red convergente de la empresa Stretchline.

4.14 EVIDENCIAS



I.- Tarjeta de VoIP



II.- Tarjeta para líneas analógicas



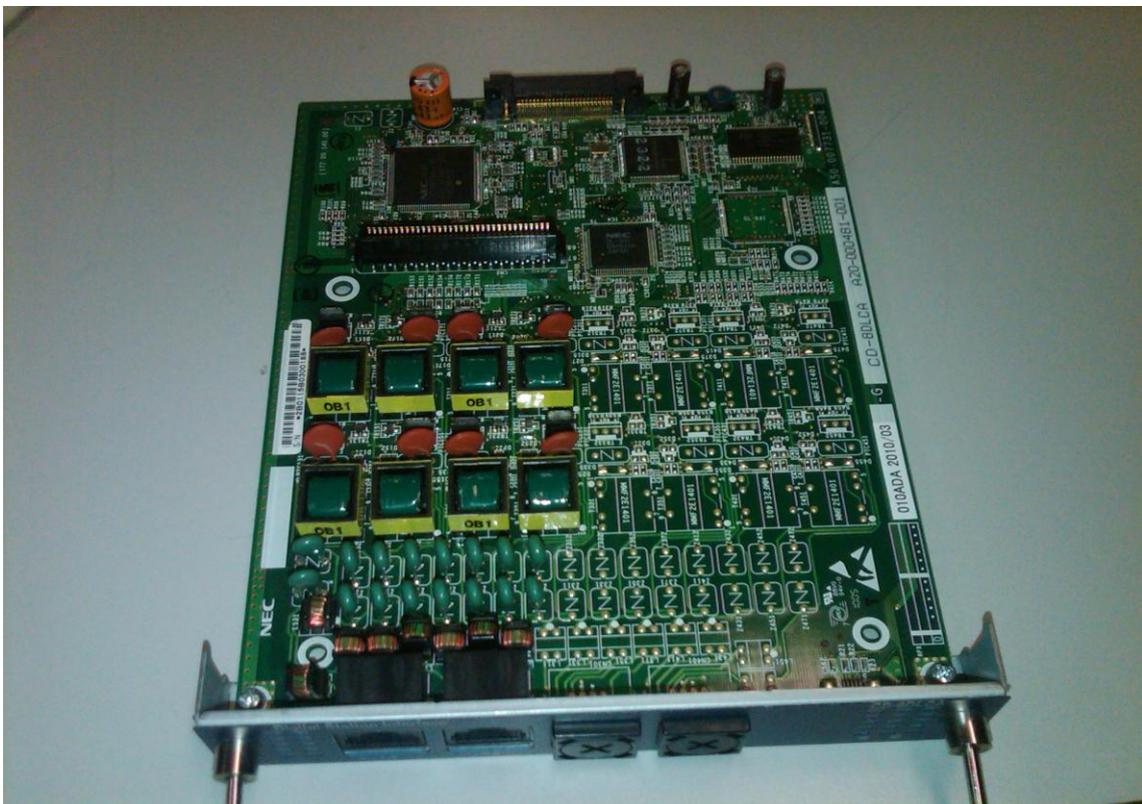
III.- Electrónica de la tarjeta de líneas analógicas



IV.- Tarjeta para extensiones digitales



V.- Circuitos de la tarjeta de extensiones analógicas



VI.- CPU con tarjeta de expansión para VoIP



VII.- Empresa Stretchline



VIII.- Servicio en la empresa Stretchline

4.15 CONCLUSIONES

En este trabajo de tesis se analizaron los conceptos de VoIP, del Protocolo SIP, redes convergentes, cableado estructurado, PBX, líneas troncales digitales, líneas analógicas y digitales, teléfonos IP, sofphones, switch, gateways, etc. La unión de todos estos elementos resulta en una red convergente por la cual es capaz de viajar información como lo es: voz, datos y video, logrando así maximizar la eficiencia de una red originalmente destinada a voz.

Con el concepto de redes convergentes se engloban conocimientos adquiridos en la especialidad de comunicaciones, obteniendo temas de materias como lo son redes LAN, redes WAN, teoría de codificación y manejo de información y diseño de administración de redes.

Se logro hacer escalable la red telefónica de la PYME Stretch Line la cual a su inicio contaba con algunos pocos teléfonos analógicos hasta llegar a la convergencia con la ayuda del PBX NEC SV8100 demostrando así el funcionamiento y el alcance de la ingeniería telefónica y de redes.

ANEXO 1 CARACTERISTICAS DEL SV8100

Procesador Principal

El Procesador Principal (CPU) del SV8100, viene instalado en un chasis de 2U de rack, y utiliza un procesador Standard Industrial de 32 bits. Realiza un número de funciones y operaciones bajo el control de programas de software cargados en su memoria, los cuales son fácilmente actualizables para incluir nuevas facilidades y servicios al sistema.

El CPU brinda las siguientes funcionalidades:

- Música en Espera y Control de Fuente de Música en Espera Externa
- Interfaz para el Correo de Voz Interno
- Memoria de almacenaje para el Programa y los Datos del sistema
- Interfaz USB
- Interfaz Ethernet
- Interfaz para las tarjetas de BUS (necesarias para la conexión de los chasis de expansión)
- CPU de 32 bits (MPC8248 @ 266 MHz)
- Matriz de Conmutación (Tarjeta opcional)

Además provee:

- Capacidad de licenciamiento hasta 200 puertos troncales
- Capacidad de licenciamiento hasta 512 puertos de extensión
- o Máximo 512 puertos digitales/IP
- o Máximo 256 puertos analógicos
- 256 extensiones virtuales
- Conexión de un Gateway (tipo tarjeta hija) para VoIP de 32/64/128 canales
- Conexión de una tarjeta hija para Correo de Voz
- Conexión de la memoria de expansión
- Soporte TAPI 2.x
- 1 LED verde de estatus
- 4 LEDs rojos de estatus
- 5 LEDs de diagnóstico que indican el estatus de varias funciones del sistema
- Matriz de Conmutación por División en Tiempo (para la parte TDM) de 700x700
- DPLL (Digital Phase Locked Loop)
- Generador de Tonos
- Procesamiento de tonos DSP
- Conexión para el módulo de memoria
- Procesador Digital de Señales (DSP)
- Emisores de Tonos DTMF
- Receptores de Tonos DTMF
- Generador de Tono de Discar
- Receptor MF
- Emisor Tono MF
- Emisor de Tono MFC
- Detección de tonos en el Progreso de la llamada
- Control del C-Channel
- Conferencia: 64 Canales
- Receptor de Callar ID: 32 Canales
- Una suite de "Carga" el cual es usado para inicializar el sistema.
- Un Puerto Serial (se requiere null módem/cable cruzado)
- Un Puerto USB – USB 1.1 (requiere USB driver – se baja de la página web de NEC)
- Memoria: 32MB mínimo (normalmente 512MB o 1GB).

- Un Puerto Gbit Ethernet para funciones de VoIP
- Una ranura para la tarjeta Compact Flash
- Puerto de Control de música de fondo
- LED de status
- Dos terminales de entrada / salida de audio.
- Una entrada para fuente de música en espera externa.
- Procesamiento de Paquetes tipo HDLC (High-Level Data Link Control)
- Reloj en Tiempo real (tolerancia de 30 seg. por mes)
- Servidor de Control de Llamadas (Ej.: Servidor de Conferencia, Servidor de Correo de Voz, Servidor SIP Server, RTP, Conversión VoCoder)
- Una batería de litio (CR2032 o equivalente) la cual provee respaldo de los datos del sistema y memoria RAM por aproximadamente 30 meses.

Aplicaciones de Voz – CD PVAA

El “Blade” de Servicios Base permite que aplicaciones tales como Conferencias o Respuesta Interactiva de Voz (IVR), sean instaladas en una plataforma común, creando así una cantidad de productos finales en la misma Plataforma base.

Entre sus principales características podemos mencionar:

- Posee un puerto LAN 10/100Mbps con LED de estatus para Enlace, Velocidad y Actividad
- Auto MDI/MDIX para detectar automáticamente y corregir cables cruzados
- Ranura para Memoria tipo CFC
- Puerto USB 2.0 para agregar una variedad de periféricos externos.
- Sistema Operativo basado en Linux 2.6 Kernel, como puerto estándar de aplicaciones
- Interfaces de Administración
- CLI (Command Line Interface)
- XML (Extensible Markup Language)
- Soporte de Control Automático de Ganancia (AGC)
- Detección, generación y remoción de tonos DTMF
- Una memoria no volátil estará en la tarjeta para almacenar y sacar la información histórica de la tarjeta. Esto sobrevive a cualquier reparación
- 8 ó 16 puertos basados en licencias

“Bridge” de Conferencia Multimedia

El “Bridge” de Conferencia Multimedia permite a cualquier llamada de Interna o externa llamar a la tarjeta PVAA para colocar una conferencia de múltiples partes. Cada tarjeta soporta una conferencia de 8 usuarios o dos conferencias de 4 usuarios, pudiendo esta llegar a 16 usuarios agregando una licencia adicional.

Facilidades

- Interfaz gráfica de usuario fácil de usar e intuitiva
- Se puede implementar con tecnología de VoIP o TDM
- La tecnología DSP entrega calidad de voz amplificada y balanceada totalmente
- Se pueden agendar conferencias hasta con un año de anticipación
- Trabaja con o sin una red
- Usa códigos y duración de conferencias pre-programadas
- El Modo Simple opera sin una red
- Facilidades impresionantes accesibles vía PC
- Acceso y gestión a través de cualquier PC con conexión a red y un navegador web estándar
- Los participantes con direcciones de correo electrónico en el sistema recibirán un aviso de la conferencia, y también se puede enviar un código único para seguridad extra
- Provee soporte para agendar vía XML, Web Ex y LDAP
- Hasta 16 canales para conferencia

Respuesta Interactiva de Voz - IVR

El IVR del sistema UNIVERGE SV8100 es una aplicación de software que acepta una combinación de entrada de voz telefónica, información de base de datos y tonos telefónicos para proveer una información de audio (usualmente voz) a las personas que llaman, colocar llamadas, transferir llamadas y enviar mensajes de correo electrónico. Los IVR's también permiten a las personas que llaman proveer información de voz y datos; luego ser almacenada en una base de datos usada por otras aplicaciones.

Las aplicaciones IVR's más comunes:

- Transferencias y balances de cuentas de banco y de valores
- Encuestas y Votaciones
- Retención y desvío en centros de llamadas
- Seguimiento de órdenes (compra, servicio, etc.)
- Entrada de órdenes simple
- Búsqueda de información selectiva (Ej. horarios de películas, direcciones de oficinas, etc.)

La aplicación de IVR viene en una CFC (Flash Card) y se monta sobre la Tarjeta PAVV para dar 8 ó 16 puertos de acceso simultáneo al Servicio.

Correo de Voz Interno – VM21

La tarjeta de expansión PZ-VM21 del Sistema UNIVERGE SV8100, se instala sobre la tarjeta del CPU y provee funciones de:

- ✚ Sistema de Respuesta de Voz (VRS), el cual brinda 8 puertos (expandible a 16 con la tarjeta de expansión de memoria ME50) para:
 - Mensajes Generales
 - Operadora Automática
 - Mensajes para ACD (de espera y sobre flujo)
 - Verificación de Hora, Fecha y Número de extensión
 - Call Park y Voceo
 - Máx. 48 mensajes - 45 minutos (2 min. máx. por mensaje)

- ✚ Correo de Voz (Necesita una tarjeta Flash opcional)
 - Operadora Automática
 - Monitoreo en Vivo
 - Grabación en Vivo
 - Estacionar y Vocear
 - Encuéntrame/Sígueme
 - Más de 30 teclas dinámicas para usar fácilmente
 - Programación vía el sistema Web Pro- / PC Pro
 - 2 Idiomas incluidos, máx. 18 idiomas
 - 8 puertos de Acces - simultáneo
 - 576 Buzones (512 usuarios, 32 de grupo y 32 buzones de enrutamiento)
 - 32 horas de grabación
 - Módem para Mantenimiento Remoto

UM8000 la Mensajería Unificada Interna – VM00

El sistema de Correo de Voz UM8000 y la red área local proveen a sus usuarios los servicios de Mensajería Unificada para mensajes de voz y correo electrónico con acceso desde el Computador personal o desde el teléfono.

La Mensajería unificada le permite al PC controlar las llamadas telefónicas y la información de cada llamada entrante o saliente.

El UM8000 mejora sustancialmente su sistema telefónico a través de las funciones de:

- ✚ Mensajería Unificada Interna
 - Mensajería totalmente integrada – mensajes de voz, fax y e-mail
 - Escalable desde 2 a 16 puertos / Almacena hasta 550 horas. de mensajes / Soporta hasta 1000 Buzones

- ✚ Administrador de Buzón configurable por el usuario
 - Interfaz de usuario intuitiva para configurar los datos del buzón personal
 - Modifica: saludos, códigos de seguridad, notificaciones y más

- ✚ Paquete opcional de facilidades para la hotelería
 - Mensajes del huésped personalizados
 - Sistema con múltiples idiomas
 - Directorio de Huéspedes para que los llamen directamente
 - Facilidad de despertador para que el huésped programe la llamada

Aplicaciones Opcionales para el Univerge SV8100

Hotel / Motel

El sistema UNIVERGE SV8100, a través de licenciamiento, provee servicios Hoteleros adicionales a las muchas facilidades disponibles para los usuarios de negocios. Estos servicios Hoteleros ayudarán a brindar servicios y conveniencia a sus huéspedes con economía y eficiencia a su Hotel.

Entre sus múltiples facilidades, podemos mencionar:

- Llamada Despertador
- Discado de un solo dígito
- No molestar
- Se integra con el PMS
- Check-In / Check Out Message
- Check-In con información del huésped
- Información de Directorio
- Información de Room Status
- Mensaje en espera
- Restricción de extensiones
- No molestar
- Despertador
- Restricción de llamadas
- Bloqueo / Restricción de llamadas de habitación a habitación
- Indicación de mensaje en espera
- Servicios de Registro/Salida (Check IN / Check OUT)
- Estado del cuarto / servicio de limpieza (Room Status / Maid Status)
- Cambios de la habitación
- Con el UM8000 el huésped puede agregar, cambiar y borrar su mensaje de bienvenida y llamadas de despertador. Mensajes tipo broadcast a los empleados.
- Los huéspedes y empleados pueden seleccionar su tipo de teléfono alámbrico o inalámbrico para cubrir sus necesidades

Distribución Automática de Llamadas – ACD

La función ACD en el sistema UNIVERGE SV8100 es una Solución completamente integrada, fácil de programar, mantener y administrar.

Solo hace falta una simple licencia para activar:

- ✚ Servicio ACD: Licencia APL-ACDP + Licencia ACD Client 01
- ✚ Agentes y Supervisores:
 - ACDMIS Básico (1 Monitor y 3 Agentes)
 - ACDMIS Add Monitor (Adiciona 1 monitor – máx. 4 más)
 - ACDMIS Client (Agente) – hasta 197 adicionales

Entre sus múltiples funciones podemos mencionar:

- ✚ Servicio inteligente al cliente
 - Mejora el servicio al cliente y la productividad del agente con un enrutamiento de llamada avanzado
 - Permite que los que esperan en la cola puedan marcar otra extensión, grupo ACD o correo de voz mientras escuchan el mensaje

- ✚ Interfaz de escritorio para visualización en tiempo-real
 - Provee un tablero electrónico simulado
 - Da instantáneamente información a los supervisores en sus PC's, de las colas de espera y los agentes

- ✚ Supervisor basado en PC con facilidad de reportes (MIS)
 - Usado para cronogramas de agentes, análisis de negocio y mejoras en la eficiencia de los cronogramas
 - Interfaz de PC fácil-de-usar para recopilar, analizar y administrar información

ANEXO 2 CABLEADO ESTRUCTURADO

El cableado estructurado consiste en el tendido de cables en el interior de un edificio con el propósito de implantar una red de área local, suele tratarse de cable de par trenzado de cobre, para redes de tipo IEEE 802.3, no obstante; también puede tratarse de fibra óptica o cable coaxial.

Un sistema de cableado estructurado es la infraestructura de cable destinada a transportar, a lo largo y ancho de un edificio, las señales que emite un emisor de algún tipo de señal hasta el correspondiente receptor. Un sistema de cableado estructurado es físicamente una red de cable única y completa, con combinaciones de alambre de cobre (pares trenzados sin blindar utp), cables de fibra óptica, bloques de conexión, cables terminados en diferentes tipos de conectores y adaptadores.

Uno de los beneficios del cableado estructurado es que permite la administración sencilla y sistemática de las mudanzas y cambios de ubicación de personas y equipos. El sistema de cableado de telecomunicaciones para edificios soporta una amplia gama de productos de telecomunicaciones sin necesidad de ser modificado. Utilizando este concepto, resulta posible diseñar el cableado de un edificio con un conocimiento muy escaso de los productos de telecomunicaciones que luego se utilizarán sobre él.

La norma garantiza que los sistemas que se ejecuten de acuerdo a ella soportarán todas las aplicaciones de telecomunicaciones presentes y futuras por un lapso de al menos diez años, esta afirmación puede parecer excesiva, pero no, si se tiene en cuenta que entre los autores de la norma están precisamente los fabricantes de estas aplicaciones.

El tendido supone cierta complejidad cuando se trata de cubrir áreas extensas tales como un edificio de varias plantas. En este sentido hay que tener en cuenta las limitaciones de diseño que impone la tecnología de red de área local que se desea implantar:

- la segmentación del tráfico de red.
- la longitud máxima de cada segmento de red.
- la presencia de interferencias electromagnéticas.
- la necesidad de redes locales virtuales.

Salvando estas limitaciones, la idea del cableado estructurado es simple:

- tender cables en cada planta del edificio.
- interconectar los cables de cada planta.

Cableado Horizontal

La norma EIA/TIA 568A define el cableado horizontal de la siguiente forma: El sistema de cableado horizontal es la porción del sistema de cableado de telecomunicaciones que se extiende del área de trabajo al cuarto de telecomunicaciones o viceversa. El cableado horizontal consiste de dos elementos básicos:

- Cable Horizontal y Hardware de Conexión (también llamado "cableado horizontal") que proporcionan los medios básicos para transportar señales de telecomunicaciones entre el área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones. Estos componentes son los "contenidos" de las rutas y espacios horizontales.
- Rutas y Espacios Horizontales (también llamado "sistemas de distribución horizontal"). Las rutas y espacios horizontales son utilizados para distribuir y soportar cable horizontal y conectar hardware entre la salida del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones. Estas rutas y espacios son los "contenedores" del cableado Horizontal.

1.- Si existiera cielo raso suspendido se recomienda la utilización de canaletas para transportar los cables horizontales.

2.- Una tubería de $\frac{3}{4}$ in por cada dos cables UTP.

3.- Una tubería de 1 in por cada cable de dos fibras ópticas.

4.- Los radios mínimos de curvatura deben ser bien implementados.

El cableado horizontal incluye:

- Las salidas (cajas/placas/conectores) de telecomunicaciones en el área de trabajo. En inglés: Work Area Outlets (WAO).
- Cables y conectores de transición instalados entre las salidas del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones.
- Paneles de empalme (patch panels) y cables de empalme utilizados para configurar las conexiones de cableado horizontal en el cuarto de telecomunicaciones.

Se deben hacer ciertas consideraciones a la hora de seleccionar el cableado horizontal: contiene la mayor cantidad de cables individuales en el edificio.

Consideraciones de diseño: los costes en materiales, mano de obra e interrupción de labores al hacer cambios en el cableado horizontal pueden ser muy altos. Para evitar estos costes, el cableado horizontal debe ser capaz de manejar una amplia gama de aplicaciones de usuario. La distribución horizontal debe ser diseñada para facilitar el mantenimiento y la relocalización de áreas de trabajo. El diseñador también debe considerar incorporar otros sistemas de información del edificio (por ej. televisión por cable, control ambiental, seguridad, audio, alarmas y sonido) al seleccionar y diseñar el cableado horizontal.

Topología: la norma EIA/TIA 568A hace las siguientes recomendaciones en cuanto a la topología del cableado horizontal: El cableado horizontal debe seguir una topología estrella. Cada toma/conector de telecomunicaciones del área de trabajo debe conectarse a una interconexión en el cuarto de telecomunicaciones.

Distancias: sin importar el medio físico, la distancia horizontal máxima no debe exceder 90 m. La distancia se mide desde la terminación mecánica del medio en la interconexión horizontal en el cuarto de telecomunicaciones hasta la toma/conector de telecomunicaciones en el área de trabajo. Además se recomiendan las siguientes distancias: se separan 10 m para los cables del área de trabajo y los cables del cuarto de telecomunicaciones (cordones de parcheo, jumpers y cables de equipo).

Medios reconocidos: se reconocen tres tipos de cables para el sistema de cableado horizontal:

- Cables de par trenzado sin blindar (UTP) de 100 ohm y cuatro pares.
- Cables de par trenzado blindados (STP) de 150 ohm y cuatro pares.
- Cables de fibra óptica multimodo de 62.5/125 um y dos fibras.

Cableado vertical, troncal o backbone

El propósito del cableado del backbone es proporcionar interconexiones entre cuartos de entrada de servicios de edificio, cuartos de equipo y cuartos de telecomunicaciones. El cableado del backbone incluye la conexión vertical entre pisos en edificios de varios pisos. El cableado del backbone incluye medios de transmisión (cable), puntos principales e intermedios de conexión cruzada y terminaciones mecánicas. El cableado vertical realiza la interconexión entre los diferentes gabinetes de telecomunicaciones y entre estos y la sala de equipamiento. En este componente del sistema de cableado ya no resulta económico mantener la estructura general utilizada en el cableado horizontal, sino que es conveniente realizar instalaciones independientes para la telefonía y datos. Esto se ve reforzado por el hecho de que, si fuera necesario sustituir el backbone, ello se realiza con un coste relativamente bajo, y causando muy pocas molestias a los ocupantes del edificio. El backbone telefónico se realiza habitualmente con cable telefónico multipar. Para definir el backbone de datos es necesario tener en cuenta cuál será la disposición física del equipamiento. Normalmente, el tendido físico del backbone se realiza en forma de estrella, es decir, se interconectan los gabinetes con uno que se define como centro de la estrella, en donde se ubica el equipamiento electrónico más complejo.

El backbone de datos se puede implementar con cables UTP o con fibra óptica. En el caso de decidir utilizar UTP, el mismo será de categoría 5 y se dispondrá un número de cables desde cada gabinete al gabinete seleccionado como centro de estrella.

Actualmente, la diferencia de coste provocada por la utilización de fibra óptica se ve compensada por la mayor flexibilidad y posibilidad de crecimiento que brinda esta tecnología. Se construye el backbone llevando un cable de fibra desde cada gabinete al gabinete centro de la estrella. Si bien para una configuración mínima Ethernet basta con utilizar cable de 2 fibras, resulta conveniente utilizar cable con mayor cantidad de fibra (6 a 12) ya que la diferencia de coste no es importante y se posibilita por una parte disponer de conductores de reserva para el caso de falla de algunos, y por otra parte, la utilización en el futuro de otras topologías que requieren más conductores, como FDDI o sistemas resistentes a fallas.

La norma EIA/TIA 568 prevé la ubicación de la transmisión de cableado vertical a horizontal, y la ubicación de los dispositivos necesarios para lograrla, en habitaciones independientes con puerta destinada a tal fin, ubicadas por lo menos una por piso, denominadas armarios de telecomunicaciones. Se utilizan habitualmente gabinetes estándar de 19 pulgadas de ancho, con puertas, de aproximadamente 50 cm de profundidad y de una altura entre 1.5 y 2 metros. En dichos gabinetes se dispone generalmente de las siguientes secciones:

- Acometida de los puestos de trabajo: 2 cables UTP llegan desde cada puesto de trabajo.
- Acometida del backbone telefónico: cable multipar que puede determinar en regletas de conexión o en "patch panels".
- Electrónica de la red de datos: Hubs, Switches, Bridges y otros dispositivos necesarios.
- Alimentación eléctrica para dichos dispositivos.
- Iluminación interna para facilitar la realización de trabajos en el gabinete.
- Ventilación a fin de mantener la temperatura interna dentro de límites aceptables.

Cuarto de entrada de servicios

Consiste en cables, accesorios de conexión, dispositivos de protección, y demás equipo necesario para conectar el edificio a servicios externos. Puede contener el punto de demarcación. Ofrecen protección eléctrica establecida por códigos eléctricos aplicables. Deben ser diseñadas de acuerdo a la norma TIA/EIA-569-A. Los requerimientos de instalación son:

- Precauciones en el manejo del cable
- Evitar tensiones en el cable
- Los cables no deben enrutarse en grupos muy apretados
- Utilizar rutas de cable y accesorios apropiados 100 ohms UTP y ScTP
- No giros con un ángulo mayor a 90 grados

Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra y puenteo establecido en estándar ANSI/TIA/EIA-607 es un componente importante de cualquier sistema de cableado estructurado moderno. El gabinete deberá disponer de una toma de tierra, conectada a la tierra general de la instalación eléctrica, para efectuar las conexiones de todo equipamiento. El conducto de tierra no siempre se halla indicado en planos y puede ser único para ramales o circuitos que pasen por las mismas cajas de pase, conductos ó bandejas. Los cables de tierra de seguridad serán puestos a tierra en el subsuelo.

Atenuación

Las señales de transmisión a través de largas distancias están sujetas a distorsión que es una pérdida de fuerza o amplitud de la señal. La atenuación es la razón principal de que el largo de las redes tenga varias restricciones. Si la señal se hace muy débil, el equipo receptor no interceptará bien o no reconocerá esta información. Esto causa errores, bajo desempeño al tener que retransmitir la señal. Se usan repetidores o amplificadores para extender las distancias de la red más allá de las limitaciones del cable. La atenuación se mide con aparatos que inyectan una señal de prueba en un extremo del cable y la miden en el otro extremo.

Capacitancia

La capacitancia puede distorsionar la señal en el cable, entre más largo sea el cable, y más delgado el espesor del aislante, mayor es la capacitancia, lo que resulta en distorsión. La capacitancia es la unidad de medida de la energía almacenada en un cable. Los probadores de cable pueden medir la capacitancia de este par para determinar si el cable ha sido roscado o estirado. La capacitancia del cable par trenzado en las redes está entre 17 y 20 pF.

Velocidad según la categoría de la red

- categoría 1: se utiliza para comunicaciones telefónicas y no es adecuado para la transmisión de datos ya que sus velocidades no alcanzan los 512Kbps.
- categoría 2: puede transmitir datos a velocidades de hasta 4 Mbps.
- categoría 3: se utiliza en redes 10BaseT y puede transmitir datos a velocidades de hasta 10 Mbps.
- categoría 4: se utiliza en redes Token Ring y puede transmitir datos a velocidades de hasta 16 Mbps.
- categoría 5: puede transmitir datos a velocidades de hasta 100 Mbps.
- categoría 6: Redes de alta velocidad hasta 1Gbps.

Impedancia y distorsión por retardado

Las líneas de transmisión tendrán en alguna porción ruido de fondo, generado por fuentes externas, el transmisor o las líneas adyacentes. Este ruido se combina con la señal transmitida. La distorsión resultante puede ser menor, pero la atenuación puede provocar que la señal digital descienda al nivel de la señal de ruido.

El nivel de la señal digital es mayor que el nivel de la señal de ruido, pero se acerca al nivel de la señal de ruido a medida que se acerca al receptor. Una señal formada por varias frecuencias es propensa a la distorsión por retardo causada por la impedancia, la cual es la resistencia al cambio de las diferentes frecuencias.

Esta puede provocar que los diferentes componentes de frecuencia que contienen las señales lleguen fuera de tiempo al receptor. Si la frecuencia se incrementa, el efecto empeora y el receptor estará imposibilitado de interpretar las señales correctamente. Este problema puede resolverse disminuyendo el largo del cable. Nótese que la medición de la impedancia nos sirve para detectar roturas del cable o falta de conexiones. El cable debe tener una impedancia de 100 ohm en la frecuencia usada para transmitir datos. Es importante mantener un nivel de señal sobre el nivel de ruido.

La mayor fuente de ruido en un cable par trenzado con varios alambres es la interferencia. La interferencia es una ruptura de los cables adyacentes y no es un problema típico de los cables. El ruido ambiental en los circuitos digitales es provocado por las lámparas fluorescentes, motores, hornos de microondas y equipos de oficina como computadoras, fax, teléfonos y copiadoras. Para medir la interferencia se inyecta una señal de valor conocido en un extremo y se mide la interferencia en los cables vecinos

ANEXO 3 COMPARACION ENTRE PBX

TABLA 4.2 COMPARACION ENTRE PBX

	NEC	PANASONIC	SAMSUNG	ASTERISK
RAM(min)	128 MB	128 MB	128 MB	128 MB
Puertos IP	80	48	12	16
Telefonía TDM	✓	X	X	X
EXT IP	512	112	112	48
E1	✓	X	X	X
CORREO DE VOZ	✓	✓	✓	✓
SOFHPHONE	✓	X	✓	X
ESCALABLE	✓	X	✓	X
BATERIA EXTERNA	✓	✓	X	X
PESO	3.2 KG	12 KG	16 KG	14KG

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS DE CONSULTA

- [Gil, 2010] P.Gil, J. Pomares, F.A. Candelas, “*Redes y Transmisión de Datos*”. Publicaciones Universidad de Alicante, 2010. Transparencias asociadas al libro en Repositorio de la Universidad de Alicante (RUA)
- [Torres, 2001] F. Torres, F.A. Candelas, S.T. Puente, “*Sistemas para la Transmisión de Datos*”. 2º Edición. Publicaciones Universidad de Alicante, Alicante, 2001.
- [Barcia, 2005] N. Barcia, C. Fernández, S. Frutos, G. Gómez y otros, “*Redes de computadores y arquitecturas de comunicaciones. Supuestos prácticos*”. Prentice-Hall, Madrid, 2005.
- [Forouzan, 2007] B. Forouzan, “*Transmisión de datos y redes de comunicaciones*”. 4º Edición. Mc-Graw Hill, Madrid, 2007.

PAGINAS DE INTERNET

- <http://es.scribd.com/joseferv/d/39554008-Tesis-SIP-VoIP>
- http://digeset.uco.mx/tesis_posgrado/Pdf/Maybelline%20Reza%20Robles.pdf
- <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/6880/1/ice180.pdf>
- http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/mendez_e_c/indice.html