



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

***PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE
UNA SOLUCIÓN DE VOIP INALÁMBRICA
CON DISPOSITIVOS PDA'S***

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

PRESENTAN:

**MÁRQUEZ VELÁZQUEZ JOSÉ MANUEL
ROJO CARPIO CÉSAR ANTONIO
SERRANO BAÑOS KARLA EDITH**

INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

PRESENTA:

TORRES TAPIA GERARDO

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN I. JORGE VALERIANO ASSEM

**FACULTAD DE
INGENIERIA**



U N A M

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS

A mis papás, Consuelo Velázquez Gutiérrez y Nicolás Márquez Real, por su apoyo, cariño y esfuerzo a lo largo de toda mi carrera, y de toda mi vida. El ciclo que termina con este trabajo de tesis se lo debo principalmente a ustedes.

A mi hermana Norma porque siempre me ha acompañado y porque crecimos juntos.

A mis abuelos, Gregoria y Cipriano, porque son ejemplo de perseverancia y una parte muy importante en mi vida. Gracias.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Facultad de Ingeniería y a los maestros que tienen una vocación intensa por la enseñanza y se esfuerzan por formar a los mejores profesionistas. Gracias a la UNAM por brindar educación integral de excelencia, y por ser uno de los proyectos más nobles de nuestro país.

José Manuel Márquez Velásquez

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Carmen y Toño, por el gran amor y apoyo incondicional que me han brindado durante toda mi vida, por sus noches de desvelo y preocupación que junto conmigo las vivieron. Porque sé que este logro lo merecen al igual que yo y porque sin su apoyo y cariño no lo hubiera logrado...

A mis hermanas Bere y Brenda, por el apoyo y cariño y porque sé que al igual que yo, lograrán la mayor de sus metas profesionales que es concluir su carrera universitaria...

A mis amigas (hermanas) de carrera Heidi y Areli, porque junto con ustedes logré terminar mi carrera profesional. Por las aventuras y travesuras que vivimos durante la misma y por el gran amor que nos tenemos...

A Everardo, por estar siempre muy pendiente de todo lo relacionado a mi carrera, a mi superación personal y a mi vida, por haber estado en los mejores momentos de mi vida...

A Karla, José Manuel y Gerardo, mis compañeros y amigos de tesis, a quienes el destino nos reunió para llevar a cabo uno de los sueños que siempre habíamos deseado y no habíamos logrado. Por haber pertenecido a este grupo de amigos que luchamos para un fin común y lo realizamos. Por el apoyo incondicional que me brindaron...

A la generación 98-99 de Telecomunicaciones, mis amigos de salón de clases, por todos los momentos tan felices que vivimos y seguimos viviendo juntos y por tantas cosas que logramos como estudiantes...

A la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial a la Facultad de Ingeniería, por creer en mí, por haberme formado como una persona profesionalista y por haberme dado la oportunidad de llevar el espíritu "puma" muy en mi corazón...

A Dios, por darme la oportunidad de tener vida, de haber existido y de seguir existiendo, de darme fuerza y coraje para enfrentarme a los obstáculos y las metas que se presentan día a día en mi vida. Por haberme dado inteligencia y sabiduría para terminar mi etapa como estudiante y seguirme formando como profesionalista y como ser humano...

A todos ustedes. ¡¡¡ Mil Gracias !!!
At'n **César Antonio Rojo Carpio**

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, por la formación en sus aulas, que me han dado la capacidad de ser una ingeniera capaz de asumir retos y responsabilidades poniendo en alto el nombre de mi Facultad.

A nuestro asesor de tesis el M.I. Jorge Valeriano Assem, quién siempre nos guió en la elaboración de este trabajo.

A los sinodales, Dr. Jesús Savage, Dr. Miguel Moctezuma Flores, Dr. Víctor García Garduño, Ing. Alejandro Velásquez Mena, por tener el tiempo y dedicación para criticar nuestro trabajo

A nuestros profesores de carrera Dr. Miguel Moctezuma y Dr. Victor García Garduño, quienes a lo largo de la estancia en la Universidad nos apoyaron enormemente.

A mis Padres, Socorro y Javier por el apoyo, las palabras de aliento y el amor que siempre me han brindado a lo largo de toda mi vida. Gracias Papis, por estar siempre presentes y alentarme para superarme día a día y aceptarme tal cual.

Gracias a mis hermanos Francisco y Carlos por creer en mí, quererme y apoyarme sobre todas las cosas.

Gracias a mi hermana Diana, quien fue y siempre será mi ejemplo de organización, planeación y profesionalismo. Sis, gracias por todo tu apoyo, ya que sin él, no hubiera sido posible cumplir con esta meta profesional

Gracias a mis Tías Cristi, Esther y Carmen por escucharme y guiarme en situaciones difíciles, dándome consejos para levantarme cuando desfallecí.

A Jose, Gerardo y Cesar por el excelente trabajo en equipo que logramos concluir esta tesis. Que a pesar de las diversas ocupaciones, logramos nuestro objetivo común. Gracias chicos por ayudarme a cumplir una etapa de mi vida

Gracias a Bety por estar conmigo en los momentos más difíciles, por brindarme su apoyo y cariño, por siempre creer en mí y por alentarme para superarme en todos los aspectos de mi vida. Gracias por darme esos momentos de risa cuando las lagrimas rodaban por mi rostro. Gracias por darme momentos tan felices y divertidos y gracias a su mama Estela y su hermana Adriana por pedir por mi en sus oraciones.

Le agradezco infinitamente a Dios por darme la fuerza y la sabiduría para terminar esta tesis, por abrirme el camino y que las situaciones difíciles fueran fáciles. Gracias Dios mío por cuidarme y por darme salud para regalarles a mis padres la alegría de terminar una ingeniería. Sin ti Dios mío no sería nada.

Karla Edith Serrano Baños

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, por la educación integral que me proporciono, que a través de las disciplinas me han formado como ingeniero de profesión y espíritu.

Mi más sincero agradecimiento a nuestro asesor de Tesis, M. en I. Jorge Valeriano Assem por el apoyo, tiempo, paciencia, esfuerzo y dedicación para nosotros y este proyecto. Gracias por habernos brindado su amistad y guía para la culminación de este trabajo.

A nuestros sinodales que sin su apoyo, paciencia y colaboración; no podríamos haber concluido este proyecto Dr. Jesús Savage, Dr. Miguel Moctezuma Flores, Dr. Víctor García Garduño, Ing. Alejandro Velásquez Mena.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo de Tesis a mi madre, Ma. Guadalupe Tapia Zavala, y a mi padre Jesús Torres García. Quienes han trabajado y luchado toda su vida por la superación de sus hijos; Y que el ejemplo de trabajo, honradez y respecto nos ha servido mucho más que cualquier consejo.

Gracias mamá, que a pesar de los vaivenes, tropiezos e interrupciones que tuve en mi vida profesional siempre tuve tu apoyo incondicional. Y esta carrera se la debo a dios, y a ti principalmente.

El ejemplo de superación que tú me diste y me sigues dando me ha servido mas que cualquier otra cosa en la vida para saber que todo es posible de lograr.

A mi hermana Angélica, por su ejemplo de superación y perseverancia. Que siempre demuestra que todo se puede realizar; ya que nada es tan difícil y tan complejo.

A toda mi familia, tíos, tías, primos, primas y sobrinos. Por su apoyo, ayuda y comprensión en los tiempos buenos y difíciles que hemos atravesado. Porque también una gran parte de mi carrera se la debo a ustedes.

Ha Ana, que sin su apoyo total probablemente nunca hubiera realizado este proyecto de Tesis.

A mis compañeros de Tesis: Karla, César y José Manuel. Que a pesar de los contratiempos y presiones salimos adelante para concluir este trabajo. Agradezco su apoyo, entrega y dedicación.

A mis amigos fuera y dentro de la universidad, por su apoyo y amistad a lo largo de este trayecto y plan de vida.

Gerardo Torres Tapia

PORTADA.....	I
AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS.....	II
INTRODUCCIÓN.....	III
1.1 INTRODUCCIÓN E HISTORIA DE LAS REDES.....	1
1.1.1 Antecedentes.....	1
1.1.2 Generaciones de Redes de Computadoras *[1.1].....	3
1.1.2.1 Primera Generación.....	3
1.1.2.2 Segunda Generación.....	5
1.1.2.3 Tercera Generación.....	6
1.2 Descripción del Modelo de Referencia OSI *[1 .2].....	7
1.2.1 Estructura del Modelo OSI.....	8
1.2.2 Capas del modelo OSI.....	8
1.2.2.1 Capa Física.....	9
1.2.2.2 Capa de enlace de datos.....	10
1.2.2.3 Capa de red.....	10
1.2.2.4 Capa de transporte.....	10
1.2.2.5 Capa de sesión.....	11
1.2.2.6 Capa de presentación.....	11
1.2.2.7 Capa de aplicación.....	11
1.3 Modelo TCP/IP *[1.3].....	12
1.3.1 Definición de TCP/IP.....	12
1.3.2 Características de TCP/IP.....	12
1.3.3 Funcionamiento de TCP/IP.....	13
1.3.4 Capas conceptuales del modelo TCP/IP.....	14
1.3.4.1 Capa de aplicación.....	15
1.3.4.2 Capa de transporte.....	16
1.3.4.3 Capa Internet.....	17
1.3.4.4 Capa de interfaz de red.....	17
1.4 Características de redes de área local *[1.4].....	17
1.4.1 Topologías de redes. Definición.....	17
1.4.2 Redes Centralizadas.....	18
1.4.2.1 Topología Estrella.....	18
1.4.2.2 Topología de Bus.....	19
1.4.2.3 Topología de árbol.....	19
1.4.3 Redes Descentralizadas.....	20
1.4.3.1 Topología de malla.....	20
1.4.4 Redes Híbridas.....	21
1.5 Protocolos de Comunicación en Redes LAN.....	22
1.6 Descripción y características de equipos de interconexión de redes de área local.....	24
1.6.1 Componentes de una LAN.....	24
1.6.1.1 Adaptadores de Red.....	26
1.6.1.2 Cables de Red.....	26
1.6.1.2.2 Cable Coaxial.....	27
1.6.1.2.3 Cable de fibra óptica.....	27
1.6.1.3 Dispositivos de Comunicación Inalámbricos.....	28
1.6.1.3.1 Transmisión vía radio en banda estrecha.....	28
1.6.1.3.2 Transmisión por infrarrojos.....	28
1.7 Seguridad de Redes de Área Local.....	29
1.7.1 Tipos de ataques a la Información.....	29
1.7.2 Mejores prácticas para la seguridad informática.....	30
CAPÍTULO 2: REDES INALÁMBRICAS.....	33
2.1 Introducción a las redes inalámbricas.....	33
2.2 Descripción de tecnologías Inalámbricas.....	34

2.2.1 Ethernet Inalámbrica	34
2.2.1.1.2 Modos de operación.....	35
2.2.1.1.2.2 Modo infraestructura	36
2.2.1.1.3 Estándares 802.11	37
2.2.1.1.3.1 802.11.....	37
2.2.1.1.3.2 802.11 ^a	37
2.2.1.1.3.3 802.11b	38
2.2.1.1.3.4 802.11g.....	39
2.2.1.1.4 Especificaciones 802.11	40
2.2.1.1.5 Comparación de precios en el mercado	41
2.2.1.1.5.1 Adaptadores de Red	41
2.2.1.1.5.2 Enrutadores inalámbricos.....	43
2.2.1.1.5.3 Puntos de Acceso	46
2.2.1.1.6 Consideraciones de Diseño.....	47
2.2.1.1.6.1 Sistema de Distribución.....	47
2.2.1.1.6.2 Diseño de RF.....	48
2.2.1.1.6.3 Ejemplo de diseño.....	50
2.2.1.2 WiMax.....	51
2.2.1.2.1 Características Principales de WiMax.....	52
2.2.1.2.2 Características estándar	52
2.2.1.2.3 Aplicaciones futuras de WiMax.....	53
2.2.1.2.4 Redes Seguras.....	53
2.2.1.2.5 Estandarización.....	54
2.2.1.2.5.1 IEEE 802.16-2004.....	54
2.2.1.2.5.2 IEEE 802.16e	54
2.2.1.2.6 Wi-Fi frente a WiMax.....	55
2.2.1.3 HomeRF	55
2.2.1.3.1 Especificaciones Homero.....	56
2.2.2 Bluetooth.....	56
2.2.2.1 Tecnología	57
2.2.2.2 Modo de Operación.....	57
2.2.2.3 Servicios Bluetooth.....	58
2.2.2.4 Especificaciones Bluetooth	58
2.3 Ventajas y desventajas de redes inalámbricas.....	59
2.4.1 SSID.....	60
2.4.2 Filtrado de direcciones MAC	60
2.4.3 Cifrado	61
2.4.3.1 Cifrado de datos usando WEP.....	61
2.4.3.2 Cifrado de datos usando WPA.....	61
CAPÍTULO 3: FUNDAMENTOS DE VOZ SOBRE IP.....	63
3.1 FUNDAMENTOS.....	63
3.1.1 Introducción *[3.1].....	63
3.1.1.1 Clasificación.....	63
3.1.1.2 Controladores para VoIP	65
3.1.1.3 La Convergencia de Habilitar las Tecnologías.....	66
3.1.1.4 ¿Una Tecnología Disociadora?.....	67
3.1.1.5 La Línea de Fondo de la Telefonía	67
3.1.2 Cómo Funciona	68
3.1.2.1 Conectándose con un Mundo más Ancho	71
3.1.3 Explorando la Tecnología.....	74
3.1.3.1 Transporte de Media sobre IP	74
3.1.3.2 Transporte de Voz sobre IP	75
3.1.4 Llama de Control	76
3.1.4.1 La Necesidad de Estándares.....	77

3.2 LA CALIDAD DE LA VOZ VOIP LOGRADA.....	81
3.2.1 Introducción *[3.2].....	81
3.2.2 Diseñado para la Calidad	82
3.2.2.1 Problemas del Plan de Diseño.....	83
3.2.2.1.1 Codificación del Discurso.....	84
3.2.2.1.2 La Eficacia de la Paquetización	85
3.2.2.1.3 Supresión del Silencio	86
3.2.2.1.4 Ocultación del Error.....	87
3.2.2.1.5 Implementación del Jitter Buffer	88
3.2.2.1.6 Funcionamiento del codec tandem	88
3.2.2.2 Retrazo	89
3.2.2.3 Eco	90
3.2.2.4 Nivel del Discurso.....	91
3.2.2.5 Codecs de Banda Ancha.....	92
3.3 CALIDAD DE SERVICIO.....	92
3.3.1 Mecanismos de Prioridad	92
3.3.1.1 Mecanismos de Capa 2.....	93
3.3.1.2 Mecanismos de Capa 3.....	93
3.3.2 Asegurar Suficiente Ancho de Banda para la Voz *[3.2].....	93
3.3.3 Mezclado de Voz, Datos y Video	94
3.4 SOLUCIONES DE TELEFONÍA IP PARA EL CLIENTE.....	94
3.4.1 Introducción *[3.4].....	94
3.4.2 Acercamientos del Mercado a las Soluciones de VoIP	94
3.4.3 Soluciones de VoIP para Empresas	95
3.4.4 Productos de Telefonía IP	96
3.4.4.1 Gateways VoIP para Empresas.....	96
3.4.4.2 PBX IP-Habilitado, a través de la Tarjeta de Tronco-de-lado	96
3.4.4.3 PBX IP-Habilitado, a través de Línea-de-lado.....	97
3.4.4.4 PBX-IP	98
3.4.5 PBX-IP Examinado.....	99
3.4.5.1 Servidor de Llamadas.....	100
3.4.5.1.1 Escalabilidad.....	100
3.4.5.1.2 Resistencia	100
3.4.5.2 Características del PBX-IP	101
3.4.5.3 Gateways PBX-IP	101
3.4.5.4 Teléfonos IP.....	102
3.4.5.4.1 Características.....	103
3.4.5.4.2 Línea Impulsadora.....	103
3.4.5.4.3 Puertos Repetidores Ethernet.....	103
3.4.5.4.4 Protocolos de Teléfonos IP	103
3.4.5.4.5 Codecs de Voz.....	104
3.4.5.4.6 Costos.....	104
3.4.5.5 Adaptadores de Terminales IP.....	104
3.4.5.6 Soft-Phones.....	104
3.4.6 Aplicaciones de Valor Agregado.....	106
3.4.6.1 Conferencia de Datos.....	106
3.4.6.2 Correo de Voz	106
3.4.6.3 IP-ACD.....	106
3.4.6.4 IP-IVR	107
3.4.6.5 Mensajería Instantánea y Conocimiento de Presencia	107
3.4.6.6 Aplicaciones y Teléfonos IP Avanzados.....	107
3.4.7 SOFT-TPHONES más Comunes.....	110

CAPÍTULO 4: ASISTENTE DIGITAL PERSONAL (PDA)	113
4.1 Elementos de hardware.....	113
4.1.2 Arquitectura	113
4.1.2 Procesadores.....	114
4.1.2.1 68k	114
4.1.2.2 Arquitectura ARM.....	114
4.1.2.2.1 Thumb.....	116
4.1.2.2.2 Jazelle	116
4.1.2.2.3 Thumb-2	116
4.1.2.2.4 Thumb-2EE.....	116
4.1.2.2.5 Neon	116
4.1.3 Baterías.....	117
4.1.4 Pantalla táctil	117
4.1.5 Touchpad.....	118
4.2 Sistemas operativos	119
4.2.1 Palm OS.....	119
4.2.1.1 Administrador de memoria	120
4.2.1.2 Administrador de datos	121
4.2.1.3 Versiones de Palm OS.....	121
4.2.1.4 Palm OS Garnet.....	122
4.2.1.4.1 Rendimiento	122
4.2.1.4.2 Compatibilidad con pantallas	123
4.2.1.4.3 Tamaño de la ROM.....	123
4.2.1.4.4 Tamaño de la RAM	123
4.2.1.4.5 Aplicaciones nativas.....	123
4.2.1.4.6 Métodos de escritura.....	123
4.2.1.4.7 Programas para ordenadores de sobremesa y solución de sincronización	124
4.2.1.4.8 Comunicación	124
4.2.1.4.9 Compatibilidad de redes.....	124
4.2.1.4.10 Seguridad	124
4.2.1.4.11 Sonido.....	125
4.2.1.5 Palm OS Cobalt 6.1.....	125
4.2.1.5.1 Características.....	125
4.2.1.5.2 Rendimiento	125
4.2.1.5.3 Compatibilidad Internacional.....	126
4.2.1.5.4 Telefonía mejorada	126
4.2.1.5.5 Pantalla e interfaz de usuario.....	126
4.2.1.5.6 Requisitos de memoria.....	126
4.2.1.5.7 Aplicaciones.....	126
4.2.1.5.8 Métodos de escritura.....	127
4.2.1.5.9 Ordenadores de escritorio y sincronización.....	127
4.2.1.5.10 Comunicación y redes.....	127
4.2.1.5.11 Bluetooth.....	127
4.2.1.5.12 WiFi.....	127
4.2.1.5.14 Multimedia	128
4.2.1.5.15 Marco de seguridad.....	128
4.2.2 Windows Mobile	128
4.2.2.1 Windows CE.....	128
4.2.2.2 Pocket PC.....	129
4.2.2.3 Windows Mobile 2003.....	131
4.2.2.4 Windows Mobile 2003 Second Edition.....	131
4.2.2.5 Windows Mobile 5.0	131
4.3 Desarrollo de aplicaciones.....	132
4.3.1 Desarrollo para Palm OS.....	132
4.3.1.1 Aplicaciones y conductos.....	132

4.3.1.2 Plataformas de desarrollo	132
4.3.1.3 Herramientas de desarrollo.....	133
4.3.1.3.1 Entornos de desarrollo.....	133
Tabla 4.1 Entornos de desarrollo para aplicaciones PalmOS.....	133
4.3.1.3.2 Escritorio y conductos	134
4.3.1.3.2 Herramientas de desarrollo de contenidos.....	134
4.3.1.3.4 Herramientas de administración de datos y bases de datos	134
4.3.2 Desarrollo para Windows Mobile	134
4.3.2.1 .NET	134
4.3.2.2 Marco de Trabajo .NET	135
4.3.2.3 Marco compacto de trabajo .NET	138
4.3.2.4 Desarrollo en Visual Studio.....	141

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN

SOLUCIÓN	143
5.1.2 Red de Cómputo del Edificio Luís G. Valdés Vallejo.....	144
5.1.3 Red Inalámbrica del Edificio Luis G. Valdés Vallejo	146
5.2 Propuesta.....	147
5.2.1 Elementos de Software	148
5.2.1.2 SJphone.....	148
5.2.1.3 AGEPhone	149
5.2.1.4 Comparación de software de VoIP	149
5.2.1.5 Comparación de software de VoIP para conferencia.....	150
5.2.1.6 Características principales del SJphone.....	150
5.2.1.7 Discusión.....	151
5.2.2 Elementos de Hardware.....	152
5.2.3 Esquema de la Propuesta de VoIP	152
5.3 Relación de la propuesta de solución con el modelo OSI.....	153
5.4 Consideraciones de Ancho de Banda.....	155
5.5 Procedimiento de instalación	157
5.5.1 Configuración de los contactos.....	157
5.5.2 Recomendaciones de rendimiento para la IPAQ 4100 y la IPAQ 5550.....	159
5.6 Sección de Pruebas	160
CONCLUSIONES.....	167
GLOSARIO	169
ÍNDICE DE FIGURAS.....	175
ÍNDICE DE TABLAS.....	177
BIBLIOGRAFÍA.....	179

INTRODUCCIÓN

La necesidad actual de comunicación y acceso a la información por medio de dispositivos móviles esta siendo cada vez mayor. Es por esto, que las tecnologías de los dispositivos móviles como agendas electrónicas, teléfonos inteligentes y computadoras portátiles, han tenido una evolución extremadamente rápida. Actualmente, los fabricantes de dispositivos móviles han buscado integrar sus tecnologías a las existentes de datos e Internet, de tal forma que, un dispositivo telefónico (teléfono inteligente) tenga acceso a una red de datos (red inalámbrica de área local) y de la misma forma, un dispositivo de datos (agenda electrónica personal PDA) tenga acceso a redes inalámbricas; y así utilizar ambas tecnologías la de datos y la conectividad que ofrece una dispositivo móvil. El **objetivo** final de esta tesis es, satisfacer las necesidades de comunicación del personal académico del Edificio Luís G. Valdez Vallejo, empleando la infraestructura de comunicaciones existentes (voz y datos) y ver reflejado una reducción de costos principalmente en las llamadas locales y a teléfonos celulares; como primer paso.

Precisamente en este trabajo, planteamos las necesidades y los **recursos existentes** haciendo uso de las características que los asistentes digitales personales (PDAs), que se tienen para plantear una solución de telefonía IP utilizando los recursos actuales que tiene el cliente. Y preparar el campo para una integración más formal, más amplia en lo que respecta al usar la tecnología de VoIP.

Actualmente, las agendas electrónicas ofrecen una gran variedad de modelos con características atractivas, tales como conexión Bluetooth, Wi-fi, puerto infrarrojo, gran capacidad de almacenamiento, diversidad de sistemas operativos, cámaras digitales, reproducción de voz y video, entre otras.

En nuestro trabajo de tesis, hemos empleado las agendas electrónicas personales HP, comúnmente conocidas como IPAQs, para **resolverlo el problema** ó proponer una solución de integración entre estos dispositivos y la infraestructura inalámbrica de datos existente dentro del edificio Luís G. Valdés Vallejo de la Facultad de Ingeniería y la Red Inalámbrica Universitaria (RIU), de recién lanzamiento en el Campus de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Para poder sustentar esta propuesta técnica, la distribución de la información a lo largo de los capítulos que forman este trabajo es la siguiente:

En el capítulo 1, comenzamos con la historia y descripción de las diferentes generaciones de redes de computadoras. Se hace una descripción y definición del modelo de referencia OSI, así también, una descripción de características particulares de las capas que lo forman. Continuamos con las características de las redes de área local, sus diferentes topologías y principales tipos de redes. Dentro de este capítulo, también hablamos de los protocolos de comunicación empleados en redes LAN, así como, las características principales de los equipos de interconexión de redes de área local. Finalmente, tocamos el punto de seguridad de redes LAN, mencionando las mejores prácticas para la seguridad informática y los tipos de ataques más frecuentes a la Información.

El capítulo 2 esta conformado por la descripción de las principales tecnologías inalámbricas. De tal forma que, iniciamos con una introducción y descripción de la red inalámbrica Ethernet. Dentro de este tema mencionamos y describimos las características de operación de fidelidad Inalámbrica (WiFi) y los estándares 802.11, 802.11a, 802.11b y 802.11g. Para poder tener una idea más clara de costos, realizamos una comparación de precios en el mercado de dispositivos de interconexión inalámbrica. Siguiendo con la descripción de las principales tecnologías inalámbricas, se mencionan las características principales y aplicaciones de WIMAX se describen los estándares IEEE 802.16-2004, IEEE 802.16e y se hace una comparación técnica de WiFi y WiMAX. Se mencionan las especificaciones de HomeRF. Y finalmente hablamos de la tecnología Bluetooth, sus modos de Operación y especificaciones.

En el capítulo 3, nos adentramos por completo al tema de VoIP. Comenzando con la introducción, clasificación, descripción y forma de operación de esta tecnología. Hablamos de lo necesario para lograr una buena calidad de VoIP, los fenómenos que se presentan en este tipo de comunicación como retraso y eco. Se describe además, la prueba de calidad y calidad del servicio (QoS) junto con los mecanismos de prioridad y aseguramiento del canal para la voz. En este capítulo también hablamos de, la forma en la que se logra mezclar la voz, datos y el video. Otros sub temas muy importantes que se mencionan en este capítulo, son la Interpolación del retraso, el QoS y Control de Admisión de la Conexión. Para tener una idea más concreta de los costos que implica implementar esta tecnología, se realizó un acercamiento del mercado a las soluciones de VoIP, mostrando las soluciones de VoIP para empresas, soluciones para el mercado revolucionario y soluciones para el mercado evolutivo, en donde se describen los productos de Telefonía IP y lo necesario requerido para implementar esta tecnología, es decir, las características técnicas y de instalación que la infraestructura de voz y datos necesita junto con las características de los equipos llamados puertas de enlace o "gateways", la descripción de los teléfonos IP, sus protocolos de funcionamiento y los adaptadores de terminal IP y Soft-Phones. Continuamos con el valor agregado de los usos como el correo de voz, IP-ACD, IP-IVR y finalmente hablamos de los teléfonos avanzados y usos del VoIP.

En el capítulo 4, se muestra una amplia descripción de la tecnología que usan los asistentes digitales personales (PDAs), de tal forma que, se describen los elementos de hardware, la arquitectura, los procesadores, las baterías y la pantalla táctil. En este capítulo se explican las características de los sistemas Operativos PALM y Windows Mobile pasando por las diferentes versiones de cada uno de ellos. Hablamos también, del desarrollo de aplicaciones, plataformas, herramientas y entornos de desarrollo y de contenido. Se mencionan algunas herramientas inalámbricas y el papel que juega el lenguaje .NET para el desarrollo de aplicaciones en dispositivos móviles.

En el capítulo 5, planteamos la propuesta de solución para utilizar los asistentes digitales personales (PDAs), como teléfonos móviles IP. Se realizó un análisis de la infraestructura actual de la red de la UNAM (Red UNAM), de la red de cómputo y la red inalámbrica del edificio Luís G. Valdés Vallejo. Una vez realizados dichos análisis, se planteó la propuesta técnica de integración de estas tecnologías usando los softwares comerciales, esto son: Skype, SJPhone, y AGEPhone; considerando las limitaciones y ventajas de los elementos de hardware con los que se cuentan. Gracias a los análisis realizados y considerando las características particulares del canal de voz, tasa de transferencia y ancho de banda, se pudo plantear la relación del esquema de la propuesta de solución de VoIP y el modelo OSI. Se plantea un procedimiento de instalación, configuración y las recomendaciones de rendimiento para los asistentes personales digitales HP iPAQ 4100 y 5550.

Para finalizar este trabajo de tesis, se mencionan en las conclusiones a las que llegamos después de analizar la infraestructura actual de red del edificio Luís G. Valdez Vallejo del campus universitario y la realización de las pruebas dentro de éste. Pero la **aportación** primordial de este trabajo de Tesis, es preparar el campo para una integración más grande y formal. En lo referente a la tecnología de VoIP y todas las otras tecnologías relacionadas con ésta. Conociendo ya los pros y contras que tiene esta tecnología como cualquier otra.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS DE REDES

1.1 Introducción e Historia de las Redes

En los últimos años, la importancia para comunicarnos de manera rápida, sencilla y eficaz ha llevado a la tecnología de las comunicaciones a darle mayor importancia a la recolección, procesamiento y distribución de información. Entre otros avances, podemos mencionar la instalación de redes telefónicas por todo el mundo, la invención de la radio y la televisión, el nacimiento y crecimiento sin precedente de la industria de las computadoras y la puesta en órbita de los satélites de comunicación. A consecuencia de todo esto, llegó la necesidad de buscar diferentes maneras para la transmisión de la información de un lugar a otro.

El desarrollo de la computación y su integración con las telecomunicaciones en la telemática han propiciado el surgimiento de nuevas formas de comunicación, que son aceptadas cada vez por más personas. El desarrollo de las redes informáticas posibilitó su conexión mutua y, finalmente, la existencia de Internet, una red de redes gracias a la cual una computadora puede intercambiar fácilmente información con otras situadas en regiones lejanas del planeta.

La información a la que se accede a través de Internet combina el texto con la imagen y el sonido, es decir, se trata de una información multimedia, una forma de comunicación que está conociendo un enorme desarrollo gracias a la generalización de computadoras personales dotadas de hardware y software necesarios. El último desarrollo en nuevas formas de comunicación es la realidad virtual, que permite al usuario acceder a una simulación de la realidad en tres dimensiones, en la cual es posible realizar acciones y obtener inmediatamente una respuesta, o sea, interactuar con ella.

A continuación se presenta una breve introducción del origen de las Redes y de las generaciones por las cuales han atravesado al pasar de los años hasta llegar a lo que hoy en día se maneja y se trabaja para seguir con el avance tecnológico en este rubro.

1.1.1 Antecedentes

Antes de la red que originó Internet, la mayoría de las redes de comunicación estaban limitadas por su idiosincrasia de solo permitir las comunicaciones entre las diferentes estaciones de la red. Algunas redes contenían gateways o bridges entre ellos, pero estos bridges se limitaban a un solo usuario.

Un método de conectar computadoras, prevalente sobre los demás, se basaba en el método del ordenador central o unidad principal, que simplemente consistía en permitir a sus terminales conectarse a través de largas líneas alquiladas. Este método se usaba en los años 50's por el Proyecto RAND para apoyar a investigadores como Herbert Simon, en Pittsburgh (Pensilvania), cuando colaboraba a través de todo el continente con otros investigadores de Santa Mónica (California) trabajando en demostraciones de teoremas automatizadas e inteligencia artificial.

Tres terminales y un ARPA

Un pionero fundamental en lo que se refiere a una red mundial, J.C.R. Licklider, comprendió la necesidad de una red mundial, según consta en su documento de Enero, 1960, Man-Computer Symbiosis (Simbiosis Hombre-Computadora).

"una red de muchos [ordenadores], conectados mediante líneas de comunicación de banda ancha" las cuales proporcionan "las funciones hoy

existentes de las bibliotecas junto con anticipados avances en el guardado y adquisición de información y [otras] funciones simbióticas" J.C.R Licklider

En Octubre de 1962, Licklider fue nombrado jefe de la oficina de procesamiento de información *DARPA*, y empezó a formar un grupo informal dentro del *DARPA* (del Departamento de Defensa de los Estados Unidos) para investigaciones sobre ordenadores más avanzadas. Como parte del papel de la oficina de procesamiento de información, se instalaron tres terminales de redes: una para la *System Development Corporation* en Santa Monica, CA; otra para el Proyecto Genie en la *Universidad de California (Berkeley)* y otra parte del proyecto *Multics* en el *MIT* (Instituto Massachussets de Tecnología). La necesidad de Licklider de redes se haría evidente por los problemas que esto causó.

"Para cada una de estas tres terminales, tenía tres diferentes juegos de comandos de usuario. O sea que si estaba hablando en red con alguien en la S.D.C. y quería contarle a algún otro lo que sabía en Berkeley o la M.I.T. sobre esto, tenía que irme de la terminal de la S.C.D., examinar y registrarme en la otra terminal para contactar con él.

Yo dije, hombre, lo que hay que hacer es obvio: si tienes tres terminales, debería haber una terminal que fuese a donde quisieras donde tengas interactividad. Esa idea es el ARPAnet." -- Robert W. Taylor, co-escritor, junto con Licklider, de "The Computer as a Communications Device" (El Ordenador como un Dispositivo de Comunicación), en una entrevista con el New York Times.

ARPANET



Figura 1.1 Leonard Kleinrock y el primero IMP (Interfase Message Processor)

Ascendido a jefe de la oficina de procesamiento de información en el *ARPA*, Robert Taylor intentó hacer reales las ideas de Licklider sobre un sistema de redes interconectadas. Junto con Larry Roberts del *MIT*, inició un proyecto para empezar con una red por el estilo. La primera conexión de *ARPANET* se estableció el 21 de noviembre de 1969, entre la Universidad de California, Los Ángeles y el Instituto de Investigaciones de Stanford. Antes del 5 de diciembre de 1969, se había formado una red de 4 nodos añadiendo la Universidad de Utah y la Universidad de California, Santa Bárbara. Usando ideas desarrolladas en la *ALOHAnet*, la *ARPANET* se inauguró en 1972 y creció rápidamente hasta el 1981. El número de hosts creció a 213, con uno nuevo añadiéndose aproximadamente cada 20 días.

ARPANET se convirtió en el núcleo de lo que posteriormente sería Internet, y también en una herramienta primaria en el desarrollo de la tecnología del momento. *ARPANET* evolucionó usando estándares del proceso *RFC*, aún usado actualmente para proponer y distribuir protocolos y sistemas de Internet. El *RFC1*, titulado "Host Software", fue escrito por Steve Crocker desde la Universidad de California, Los Ángeles, y publicado el 7 de abril de 1969.

Las colaboraciones internacionales en *ARPANET* eran escasas; Por varias razones políticas los desarrolladores europeos estaban preocupados en desarrollar las redes *X.25*, con la notable excepción del Norwegian Seismic Array en 1972 seguidos en 1973 por enlaces de los satélites a la estación terrestre de Tanum en Suecia y en la University College de Londres.

X.25 y acceso público

A partir de la investigación del DARPA, las redes de conmutación de paquetes fueron desarrolladas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en forma de redes X.25. X.25 formó la base de la red entre la academia británica y otros sitios de investigación en *SERCnet*, en 1974, que más tarde pasaría a llamarse *JANET*. El Estándar inicial de X.25 según la UIT se aprobó en Marzo de 1976.

En 1978, la Oficina de Correos británica, Western Union International y Tymnet colaboraron para crear la primera red de paquetes conmutados internacional; refiriéndose a ella como "International Packet Switched Service" (IPSS). Esta red creció desde Europa y Estados Unidos hasta Canadá, Hong Kong y Australia antes del 1981, y pocos años después, creó una infraestructura de conexiones mundial.

Al contrario que *ARPAnet*, X.25 estaba diseñado para poderse utilizar en oficina. Se usó para las primeras redes de teléfono de acceso público, tales como *Compuserve* y *Tymnet*. En 1979, *CompuServe* fue el primero en ofrecer posibilidades para el correo electrónico y soporte técnico a usuarios de *PCs*. La compañía fue nuevamente pionera en 1980, como la primera en ofrecer chat con su *CB Simulator*. También estaban las redes de teléfono de *America Online (AOL)* y *Prodigy*, y varias redes *BBS* como *The WELL* y *FidoNet*. *FidoNet* era popular entre usuarios por hobby, parte de ellos hackers y radioaficionados

1.1.2 Generaciones de Redes de Computadoras *[1.1]

Debido a los avances de la tecnología de telecomunicaciones y al gradual aumento de los servicios que las redes entregan a los usuarios, se puede apreciar una evolución de las redes al aprovechar los beneficios que la tecnología ofrece para poder brindar a sus productos todas las capacidades que a lo largo del tiempo fueron apareciendo. De este modo se observan tres etapas o generaciones que dividen su progreso.

1.1.2.1 Primera Generación

El desarrollo de una red basado en el método CSMA-CD (*Carrier Sense Multiple Access-Collision Detection*) dio origen a la primera generación, ella fue la red Ethernet. El desarrollo de la red *Ethernet* basado en una estructura tipo bus y otras redes basadas sobre estructuras tipo anillo llevó a organismos de normalización a estandarizar tales redes bajo la norma IEEE 802.

Las redes LAN (*Local Area Network*) de primera generación tienen características comparables en términos de velocidad 5-15 Mb/s, alcance o cobertura de unos cientos de metros y unas cuantas docenas de estaciones conectadas. Ellas ofrecen al mercado diferentes características de desempeño, competitivas y enfocadas a satisfacer las diferentes necesidades del consumidor. Es así que *Ethernet* gana en ambientes de oficinas y campus debido a su bajo costo de instalación, manutención y a su buena tolerancia a fallas. Por otro lado *Token Ring* y *Token Bus* ofrecen mejores garantías en retardos de tiempo, por eso soportan mejor el tráfico en tiempo real.

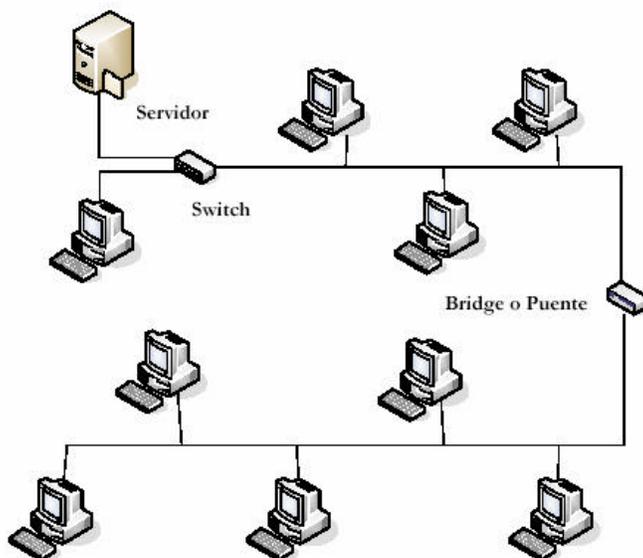


Figura 1.2 Estructura de red LAN Ethernet

El método de control de acceso al medio que poseen redes Ethernet es el CSMA-CD en donde las estaciones conectadas al bus están permanentemente escuchando el canal hasta encontrarlo libre, momento en el que empiezan a transmitir. Además, con la posibilidad de detectar colisiones se mantiene una seguridad en las transmisiones que se realizan.

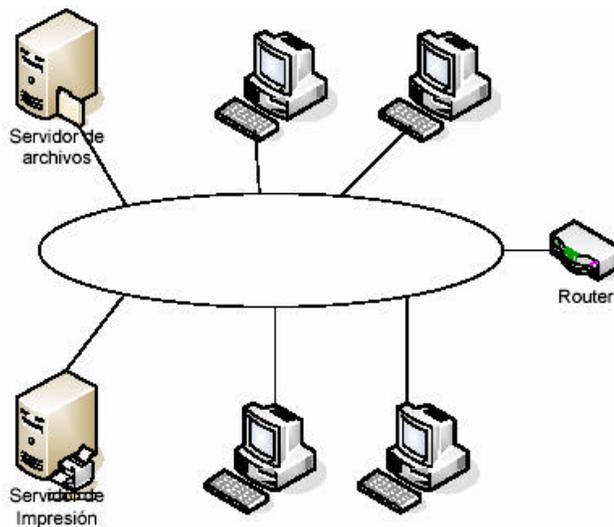


Figura 1.3 Estructura de red LAN Token Ring

La red *Token Ring* se vale de una señal o *token* para otorgar la prioridad de acceso a la red. Es un método utilizado ampliamente, y se encuentra estandarizado en el IEEE 802.5. En la red existe un *token* que va pasando de una estación a otra en el anillo e incluye en su interior un indicador para señalar si la red está ocupada o no. Si algún nodo desea transmitir datos y el testigo se encuentra libre, la estación capturará el control del anillo, convirtiendo el *token* en un indicador de comienzo de trama de usuario, al que se le añadirán los campos de datos y control y se enviará a la siguiente estación en el anillo.

Cada estación debe examinar el testigo. Si comprueba que se encuentra ocupado, deberá regenerarlo y entregarlo a la siguiente estación. Únicamente copiará sus datos si ellos deben ser entregados a la aplicación de usuario conectada a ese nodo en concreto. Cuando la información regrese de nuevo al nodo de partida, el *token* volverá a inicializarse y se insertará en la red.

1.1.2.2 Segunda Generación

A comienzo de los 80's, dos desarrollos separados se unieron para iniciar una nueva generación de LANs (*Local Area Network*) y MANs (*Metropolitan Area Network*); el rápido desarrollo y avance en la fibra óptica y la aparición de aplicaciones de muy alta velocidad en áreas locales y metropolitanas.

En primer lugar, la fibra óptica, se consigue fabricarlas a costos cada vez mas reducidos con atenuaciones más bajas. También se obtienen transmisores de mejor calidad (láser) y mejores receptores ópticos. En segundo lugar, se nota un aumento de LANs privadas y la creciente necesidad de interconectarlas mediante redes metropolitanas utilizando un *backbone* de alta velocidad.

También hay un aumento en la demanda de servicios de voz, datos y video integrado en una red de comunicaciones.

Para satisfacer tales requerimientos una nueva familia de redes aparece con velocidades de datos del orden de 100 Mbps y mayores, con una gran cobertura física sobre los 10 km. y con la habilidad de soportar centenas de estaciones conectadas a ella. Otra buena característica es su recuperación a fallas, importante cuando los enlaces cubren grandes trayectos, lo que implica un control de operación bastante robusto para entregar una buena seguridad a la red. El camino más natural para cumplir el nuevo desafío es partir lógicamente por las LANs de primera generación, reemplazando su cableado de soporte por fibra y modificando sus protocolos, removiendo sus limitaciones de longitud y ancho de banda. Esto es exactamente lo que sucedió en el caso de la configuración topológica en anillo.

FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*) apareció para utilizar la estructura, la cual es capaz de transmitir información a 100 Mbps, utiliza un anillo de fibra multimodo e implementa un protocolo multitoken en el que todas las estaciones pueden agregar sus tramas en una cola tras el testigo, formando un tren, mejorando así las limitaciones de *Token Ring* IEEE 802.5 al reservar el testigo por un solo usuario en una comunicación. Permitiendo así operar al anillo a altas velocidades sobre largas distancias. La tolerancia a fallas en la red está dada por su estructura de doble anillo de rotación contraria, lo que permite reasignar el flujo de información en caso de que un anillo sufra una falla.

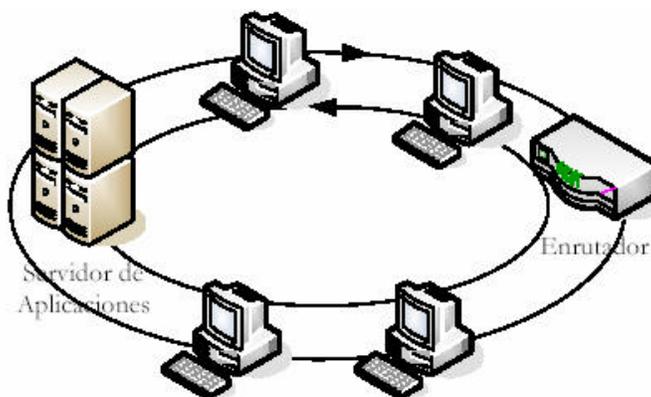


Figura 1.4 Estructura de Red FDDI.

Otra red de segunda generación es DQDB (*Distributed Queued Dual Bus*) constituida por un bus dual en anillo o abierto, con datos viajando en sentidos opuestos. Cada estación se conecta a ambos buses y transmite en el sentido en el que se encuentre el destino, siendo gestionado el acceso al medio a través de peticiones generadas por la propia estación y arbitradas mediante colas distribuidas en cada nodo de la red. La información es transmitida en intervalos (*slots*) de 53 bytes siendo un formato muy parecido al de celdas ATM. DQDB ofrece servicios orientados y no orientados a la conexión y asíncronos (voz, vídeo y datos), pero actualmente son implementadas aplicaciones de interconexión de LANs en modo no orientado a la conexión y operando a velocidades en el rango de 34 a 140 Mbps. El tamaño de las tramas PDU (*Protocol Data Unit*) puede llegar hasta los 9188 bytes antes de ser segmentadas para construir los *slots* que viajarán por el canal virtual perteneciente a una determinada conexión e isócronos.

Las redes DQDB son concebidas como subredes que al ser conectadas a través de *bridges* o enrutadores conformarán las MANs (*Metropolitan Area Network*), sus características permitirán una rápida conexión a la B-ISDN (ATM) debido a su semejanza entre *slots* y celdas.

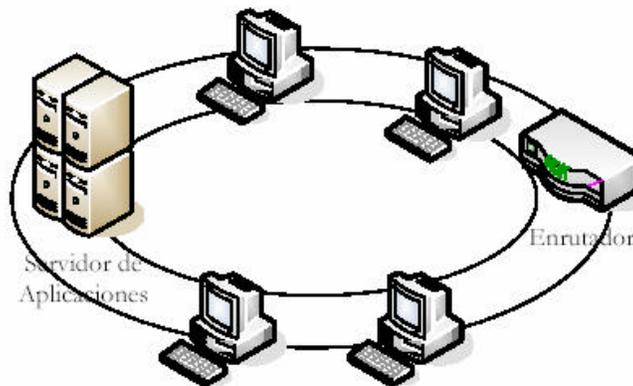


Figura 1.5 Estructura de red DQDB.

1.1.2.3 Tercera Generación

Las necesidades de una LAN o MAN, para fines de la década de los 90's pueden ser resumidas como siguen:

- Incrementar su velocidad en el orden de cientos de Mbps o incluso Gbps.
- Soportar tráfico asíncrono e isócrono.
- Soportar enlaces punto - punto y multipunto.
- Topología redundante y tolerante a fallas.
- Cobertura geográfica eficiente.

Para conseguir un aumento en la capacidad de cientos de Gbps, es claro que se debe alejar del problema de congestión que representan las estructuras de bus, anillo, árbol y recurrir a un alto grado de cooperación y paralelismo en la red. Desafortunadamente, tal grado de cooperación implica una topología de malla (conexión total entre todos los dispositivos de la red) con conmutación y ruteo en todos los nodos internos, lo que hace muy difícil la tarea de soportar servicios de difusión y conexiones isócronas. La solución a estos problemas, es el aprovechamiento de redes de tercera generación, es decir, utilizar la técnica de multiplexación por división de longitud de onda, WDM (*Wavelength Division Multiplexing*). Lo que implica asumir que la red es una masa transparente sobre la cual se construye una topología virtual, apuntando a satisfacer requerimientos específicos (tráfico asíncrono), árboles de difusión para distribución de vídeo, circuitos punto - punto para tráfico isócrono, etc.

Los componentes claves para la red óptica con multiplexación por división de longitud de onda son, los que se muestran en la Tabla 1.1:

Características Principales	Primera Generación	Segunda Generación	Tercera Generación
Velocidad de Transmisión	5 a 10 Mbps	100 a 200 Mbps	Decenas a Cientos de Gbps
Tipo de Cableado Físico	Coaxial, Par Estructurado	Fibra Óptica Multimodo	Fibra Óptica Monomodo
Cantidad de Abonados	Pocas Decenas	Cientos	Cientos, Miles
Cobertura Geográfica	Cientos de Metros	Pocos Kilómetros	Grandes Áreas Metropolitanas

Tabla 1.1 Características de las generaciones de redes

1.2 Descripción del Modelo de Referencia OSI *[1 .2]

En 1977, la Organización Internacional de Estándares (ISO), integrada por industrias representativas del medio, creó un subcomité para desarrollar estándares de comunicación de datos que promovieran la accesibilidad universal y una interoperabilidad entre productos de diferentes fabricantes.

El resultado de estos esfuerzos es el Modelo de Referencia Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI).

El Modelo OSI es un lineamiento funcional para tareas de comunicaciones y, por consiguiente, no especifica un estándar de comunicación para dichas tareas. Sin embargo, muchos estándares y protocolos cumplen con los lineamientos del Modelo OSI. OSI nace de la necesidad de uniformizar los elementos que participan en la solución del problema de comunicación entre equipos de cómputo de diferentes fabricantes.

El modelo de referencia OSI se ha convertido en el modelo principal para las comunicaciones por red.

Esta estrategia establece dos importantes beneficios:

- Mayor comprensión del problema.
- La solución de cada problema específico puede ser optimizada individualmente. Este modelo persigue un objetivo claro y bien definido:
- Formalizar los diferentes niveles de interacción para la conexión de computadoras habilitando así la comunicación del sistema de cómputo independientemente del:
 - Fabricante.
 - Arquitectura.
 - Localización.
 - Sistema Operativo.

Este objetivo tiene las siguientes aplicaciones:

- Obtener un modelo de referencia estructurado en varios niveles en los que se contemple desde el concepto BIT hasta el concepto APLICACION.
- Desarrollar un modelo en el cual cada nivel define un protocolo que realiza funciones específicas diseñadas para atender el protocolo de la capa superior.
- No especificar detalles de cada protocolo.

- Especificar la forma de diseñar familias de protocolos, esto es, definir las funciones que debe realizar cada capa.

1.2.1 Estructura del Modelo OSI

El objetivo perseguido por OSI establece una estructura que presenta las siguientes particularidades:

- Estructura multi-nivel: Se diseñó una estructura multi-nivel con la idea de que cada nivel se dedique a resolver una parte del problema de comunicación. Esto es, cada nivel ejecuta funciones específicas.
- El nivel superior utiliza los servicios de los niveles inferiores: Cada nivel se comunica con su similar en otras computadoras, pero debe hacerlo enviando un mensaje a través de los niveles inferiores en la misma computadora. La comunicación ínter nivel está bien definida. El nivel N utiliza los servicios del nivel N-1 y proporciona servicios al nivel N+1.
- Puntos de acceso: Entre los diferentes niveles existen interfaces llamadas "puntos de acceso" a los servicios.
- Dependencias de Niveles: Cada nivel es dependiente del nivel inferior y también del superior.
- Encabezados: En cada nivel, se incorpora al mensaje un formato de control. Este elemento de control permite que un nivel en la computadora receptora se entere de que su similar en la computadora emisora está enviándole información. Cualquier nivel dado, puede incorporar un encabezado al mensaje. Por esta razón, se considera que un mensaje está constituido de dos partes: Encabezado e Información. Entonces, la incorporación de encabezados es necesaria aunque representa un lote extra de información, lo que implica que un mensaje corto pueda ser voluminoso. Sin embargo, como la computadora destino retira los encabezados en orden inverso a como fueron incorporados en la computadora origen, finalmente el usuario sólo recibe el mensaje original.
- Unidades de información: En cada nivel, la unidad de información tiene diferente nombre y estructura.

1.2.2 Capas del modelo OSI

El modelo en sí mismo no puede ser considerado una arquitectura, ya que no especifica el protocolo que debe ser usado en cada capa, sino que suele hablarse de modelo de referencia. Este modelo está dividido en siete capas, como se ejemplifica en la siguiente Figura 1.6

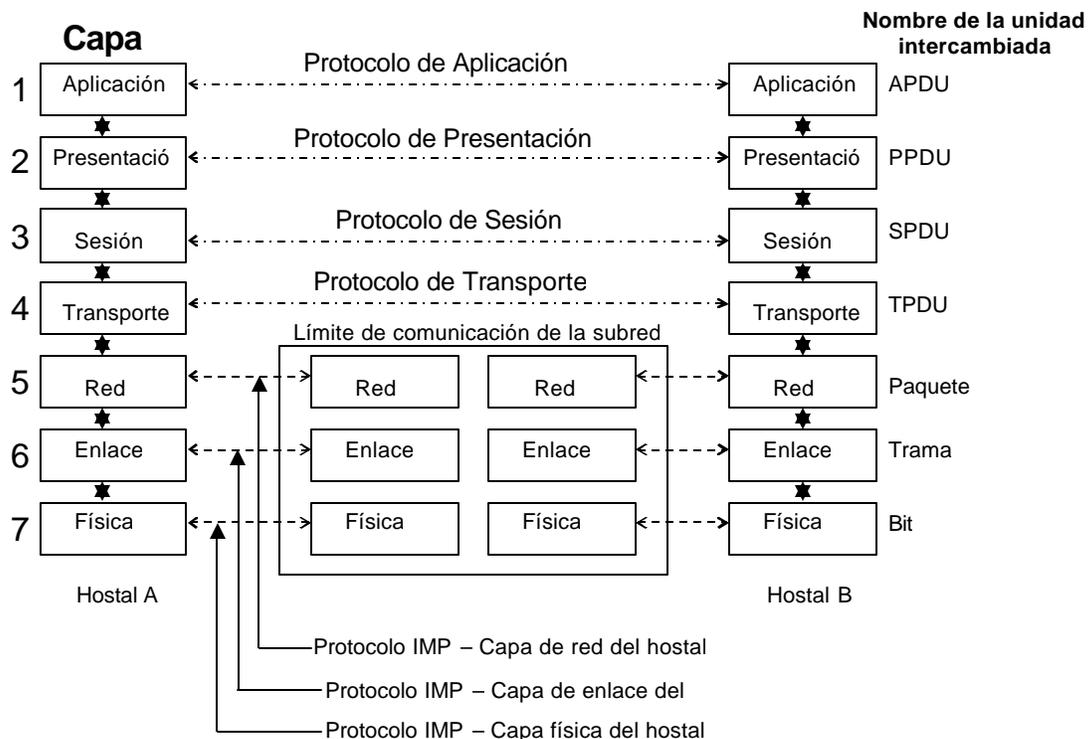


Figura 1.6. Arquitectura de la Red basada en el modelo OSI.

1.2.2.1 Capa Física

Funciones

- Definir el medio o medios físicos por los que va a viajar la comunicación: cable de pares trenzados (o no, como en RS232/EIA232), coaxial, guías de onda, aire, fibra óptica.
- Definir las características materiales (componentes y conectores mecánicos) y eléctricas (niveles de tensión) que se van a usar en la transmisión de los datos por los medios físicos.
- Definir las características funcionales de la interfaz (establecimiento, mantenimiento y liberación del enlace físico).
- Transmitir el flujo de bits a través del medio.
- Manejar las señales eléctricas/electromagnéticas
- Especificar cables, conectores y componentes de interfaz con el medio de transmisión, polos en un enchufe, etc.
- Garantizar la conexión (aunque no la fiabilidad de ésta).
- Topología y medios compartidos
- Indirectamente el tipo de conexión que se haga en la capa física puede influir en el diseño de la capa de Enlace.

Atendiendo al número de equipos que comparten un medio hay dos posibilidades:

Conexiones punto a punta que se establecen entre dos equipos y que no admiten ser compartidas por terceros

Conexiones multipunto: en las que dos o más equipos pueden usar el medio.

Así por ejemplo la fibra óptica no permite fácilmente conexiones multipunto y por el contrario las conexiones inalámbricas son inherentemente multipunto.

Hay topologías como el anillo, que permiten conectar muchas máquinas a partir de una serie de conexiones punto a punto.

La técnica utilizada para lograr que los nodos sobre la red, accedan el cable o medio de comunicación y evitar que dos o más estaciones intenten transmitir simultáneamente es trabajo del nivel 2, la capa de enlace.

1.2.2.2 Capa de enlace de datos

Funciones

- Cualquier medio de transmisión debe ser capaz de proporcionar una transmisión sin errores.
- Debe crear y reconocer los límites de las tramas, así como resolver los problemas derivados del deterioro, pérdida o duplicidad de las tramas.
- También puede incluir algún mecanismo de regulación del tráfico que evite la saturación de un receptor que sea más lento que el emisor. Ejemplos: Ethernet, Token Ring, ATM.

1.2.2.3 Capa de red

Funciones

- Hacer que los datos lleguen desde el origen al destino, aún cuando ambos no estén conectados directamente.
- Se encarga de encontrar un camino manteniendo una tabla de enrutamiento y travesando los equipos que sea necesario, para hacer llegar los datos al destino.
- Los equipos encargados de realizar este encaminamiento se denominan en castellano encaminadores, aunque es más frecuente encontrar el nombre inglés *routers* y, en ocasiones enrutadores.
- Debe de gestionar la congestión de red, que es el fenómeno que se produce cuando una saturación de un nodo tira abajo toda la red (similar a un atasco en un cruce importante en una ciudad). Ejemplos: IP, IPX

1.2.2.4 Capa de transporte

Funciones

- Es la capa encargada de efectuar el transporte de los datos (que se encuentran dentro del paquete) de la máquina origen a la destino, independizándolo del tipo de red física que se esté utilizando.
- Aceptar los datos enviados por las capas superiores, dividirlos en pequeñas partes si es necesario, y pasarlos a la capa de red.
- Se asegura que los datos lleguen correctamente al otro lado de la comunicación.
- Debe aislar a las capas superiores de las capas inferiores, lo que la convierte en el corazón de la comunicación.
- Proveen servicios de conexión para la capa de sesión que serán utilizados finalmente por los usuarios de la red al enviar y recibir paquetes.

Estos servicios estarán asociados al tipo de comunicación empleada, la cual puede ser diferente según el requerimiento que se le haga a la capa de transporte.

Por ejemplo, la comunicación puede ser manejada para que los paquetes sean entregados en el orden exacto en que se enviaron, asegurando una comunicación punto a punto libre de errores, o sin tener en cuenta el orden de envío.

Una de las dos modalidades debe establecerse antes de comenzar la comunicación para que una sesión determinada envíe paquetes, y ése será el tipo de servicio brindado por la capa de transporte hasta que la sesión finalice.

Esta capa no está tan encadenada a capas inferiores como en el caso de las capas 1 a 3, sino que el servicio que brinda se determina cada vez que una sesión desea establecer una comunicación.

1.2.2.5 Capa de sesión

Funciones

- Realiza el control de la sesión a establecer entre el emisor y el receptor (quién transmite, quién escucha y seguimiento de ésta).
- Lleva el control de la concurrencia (que dos comunicaciones a la misma operación crítica no se efectúen al mismo tiempo).
- Mantiene los puntos de verificación (checkpoints), que sirven para que, ante una interrupción de transmisión por cualquier causa, la misma se pueda reanudar desde el último punto de verificación en lugar de repetirla desde el principio.
- Tiene la capacidad de asegurarse que, dada una sesión establecida entre dos máquinas, la misma se pueda efectuar para las operaciones definidas de principio a fin, reanudándolas en caso de interrupción.

1.2.2.6 Capa de presentación

Funciones

- Se encarga que de la representación de la información sea congruente sin importar si los distintos equipos tienen diferentes representaciones internas de caracteres (ASCII, Unicode, EBCDIC), números (little-endian tipo Intel, big-endian tipo Motorola), sonido o imágenes; los datos lleguen de manera reconocible.
- Esta capa trabaja con el contenido de la comunicación.
- Tratan aspectos tales como la semántica y la sintaxis de los datos transmitidos, ya que distintas computadoras pueden tener diferentes formas de manejarlas.
- Es la encargada de manejar las estructuras de datos abstractas y realizar las conversiones de representación de datos necesarias para la correcta interpretación de los mismos.

1.2.2.7 Capa de aplicación

Funciones

- Ofrece a las aplicaciones la posibilidad de acceder a los servicios de las demás capas
- Define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos, como correo electrónico y gestores de bases de datos.
- Interactuar con programas que a su vez interactúan con el nivel de aplicación pero ocultando la complejidad subyacente.

1.3 Modelo TCP/IP *[1.3]

1.3.1 Definición de TCP/IP

TCP/IP es un estándar de facto para las comunicaciones entre redes y funciona como el protocolo de transporte para Internet.

Entre las características más importantes que han hecho que este protocolo tenga una gran importancia en las comunicaciones por Internet están:

TCP/IP es un protocolo disponible a nivel mundial

TCP/IP es una referencia útil para comprender otros protocolos porque incluye elementos que son representantitos de otros protocolos

TCP/IP es importante porque el ruteador lo utiliza como una herramienta de configuración. La función del protocolo TCP/IP es la transferencia de información desde un dispositivo de red a otro. Al hacer esto, se asemeja al modelo de referencia OSI en las capas inferiores y soporta todos los protocolos físicos y de enlace de dato.

Las capas que se ven mas afectadas por TCP/IP son las capa 7 (aplicación), la capa 4 (transporte) y la capa 3 (red). Dentro de estas capas se incluyen otros tipos de protocolos que tienen varios propósitos, todos ellos relacionados con la transferencia de información.

TCP/IP permite la comunicación entre cualquier conjunto de redes interconectadas y sirve tanto para las comunicaciones LAN como para las de WAN. TCP/IP incluye no solo las especificaciones de las Capas 3 y 4 (como por ejemplo, IP y TCP) sino también especificaciones para las aplicaciones tan comunes como el correo electrónico, la conexión remota, la emulación de terminales y la transferencia de archivos.

1.3.2 Características de TCP/IP

Ya que dentro de un sistema TCP/IP los datos transmitidos se dividen en pequeños paquetes, éstos resaltan una serie de características.

La tarea de IP es llevar los datos a granel (los paquetes) de un sitio a otro. Las computadoras que encuentran las vías para llevar los datos de una red a otra (denominadas enrutadores) utilizan IP para trasladar los datos. IP mueve los paquetes de datos a granel, mientras TCP se encarga del flujo y asegura que los datos estén correctos.

Las líneas de comunicación se pueden compartir entre varios usuarios. Cualquier tipo de paquete puede transmitirse al mismo tiempo, y se ordenará y combinará cuando llegue a su destino. Compare esto con la manera en que se transmite una conversación telefónica. Una vez que establece una conexión, se reservan algunos circuitos.

Los datos no tienen que enviarse directamente entre dos computadoras. Cada paquete pasa de computadora en computadora hasta llegar a su destino. Sólo se necesitan algunos segundos para enviar un archivo de buen tamaño de una máquina a otra, aunque estén separadas por miles de kilómetros y pese a que los datos tienen que pasar por múltiples computadoras. Una de las razones de la rapidez es que, cuando algo anda mal, sólo es necesario volver a transmitir un paquete, no todo el mensaje.

Los paquetes no necesitan seguir la misma trayectoria. La red puede llevar cada paquete de un lugar a otro y usar la conexión más idónea que esté disponible en ese instante. No todos los

paquetes de los mensajes tienen que viajar, necesariamente, por la misma ruta, ni necesariamente tienen que llegar todos al mismo tiempo.

La flexibilidad del sistema lo hace muy confiable. Si un enlace se pierde, el sistema usa otro. Cuando se envía un mensaje, el TCP divide los datos en paquetes, ordena éstos en secuencia, agrega cierta información para control de errores y después los lanza hacia fuera, y los distribuye. En el otro extremo, el TCP recibe los paquetes, verifica si hay errores y los vuelve a combinar para convertirlos en los datos originales. De haber error en algún punto, el programa TCP destino envía un mensaje solicitando que se vuelvan a enviar determinados paquetes.

1.3.3 Funcionamiento de TCP/IP

El protocolo IP

IP a diferencia del protocolo X.25, que está orientado a conexión, IP es un protocolo no orientado a conexión. Está basado en la idea de los datagramas interred, los cuales son transportados de forma transparente, pero no siempre con seguridad.

El protocolo IP trabaja de la siguiente manera; la capa de transporte toma los mensajes y los divide en datagramas, de hasta 64K octetos cada uno. Cada datagrama se transmite a través de la red interred, posiblemente fragmentándose en unidades más pequeñas, durante su recorrido normal. Al final, cuando todas las piezas llegan a la máquina destino, la capa de transporte los reensambla para así reconstruir el mensaje original.

Un datagrama IP consta de una parte de cabecera y una parte de texto. La cabecera tiene una parte fija de 20 octetos y una parte opcional de longitud variable. Mediante la inclusión de la versión en cada datagrama, no se excluye la posibilidad de modificar los protocolos mientras la red se encuentre en operación.

El campo Opciones se utiliza para fines de seguridad, encaminamiento fuente, informe de errores, depuración, sellado de tiempo, así como otro tipo de información. Esto, básicamente, proporciona un escape para permitir que las versiones subsiguientes de los protocolos incluyan información que actualmente no está presente en el diseño original.

Debido a que la longitud de la cabecera no es constante, un campo de la cabecera, IHL, permite que se indique la longitud que tiene la cabecera en palabras de 32 bits. El valor mínimo es de 5. Tamaño 4 bit.

El campo Tipo de servicio le permite al equipo origen indicarle a la subred el tipo de servicio que desea. Es posible tener varias combinaciones con respecto a la seguridad y la velocidad. Para voz digitalizada, por ejemplo, es más importante la entrega rápida que corregir errores de transmisión. En tanto que, para la transferencia de archivos, resulta más importante tener la transmisión fiable que entrega rápida.

El campo Identificación se necesita para permitir que el equipo destino determine a qué datagrama pertenece el fragmento recién llegado. Todos los fragmentos de un datagrama contienen el mismo valor de identificación. Tamaño 16 bits.

El desplazamiento de fragmento indica el lugar del datagrama actual al cual pertenece este fragmento. En un datagrama, todos los fragmentos, con excepción del último, deberán ser un múltiplo de 8 octetos, que es la unidad elemental de fragmentación.

El campo Tiempo de vida es un contador que se utiliza para limitar el tiempo de vida de los paquetes. Cuando se llega a cero, el paquete se destruye. La unidad de tiempo es el segundo, permitiéndose un tiempo de vida máximo de 255 segundos. Tamaño 8 bits.

Cuando la capa de red ha terminado de ensamblar un datagrama completo, necesitará saber qué hacer con él. El campo Protocolo indica, a qué proceso de transporte pertenece el datagrama. El TCP es efectivamente una posibilidad, pero en realidad hay muchas más.

Protocolo: El número utilizado en este campo sirve para indicar a qué protocolo pertenece el datagrama que se encuentra a continuación de la cabecera IP, de manera que pueda ser tratado correctamente cuando llegue a su destino. Tamaño: 8 bit.

El código de redundancia de la cabecera es necesario para verificar que los datos contenidos en la cabecera IP son correctos. Por razones de eficiencia este campo no puede utilizarse para comprobar los datos incluidos a continuación, sino que estos datos de usuario se comprobarán posteriormente a partir del código de redundancia de la cabecera siguiente, y que corresponde al nivel de transporte. Este campo debe calcularse de nuevo cuando cambia alguna opción de la cabecera, como puede ser el tiempo de vida. Tamaño: 16 bit

La Dirección de origen contiene la dirección del host que envía el paquete. Tamaño: 32 bit. La Dirección de destino: Esta dirección es la del host que recibirá la información. Los routers o gateways intermedios deben conocerla para dirigir correctamente el paquete. Tamaño: 32 bit

1.3.4 Capas conceptuales del modelo TCP/IP

La capa de aplicación de TCP/IP combina la funcionalidad que se encuentra en la capa de sesión y las capas de presentación y aplicación del modelo OSI. TCP/IP tiene protocolos que soportan la transferencia de archivos, correo electrónico y conexión remota.

En la Figura 1.7 se muestran los protocolos involucrados en cada capa:

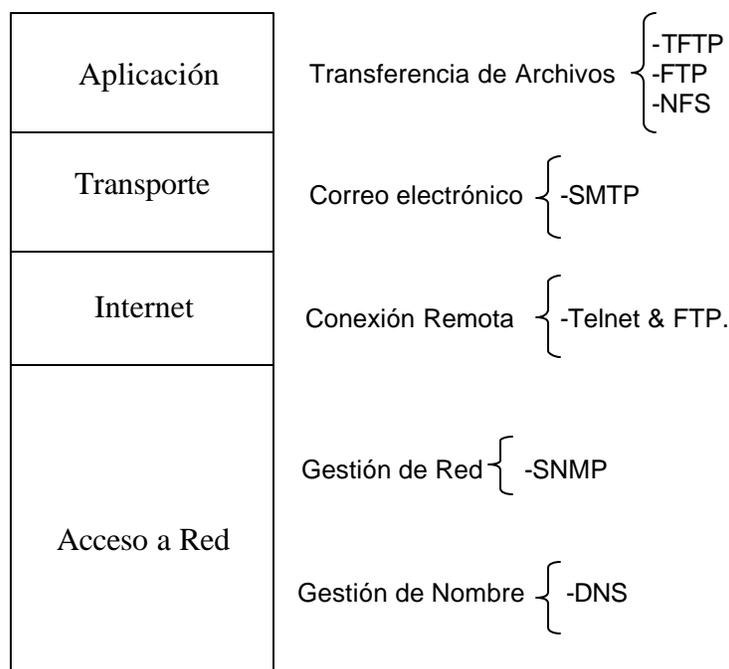


Figura 1.7 Protocolos de cada Capa del modelo TCP/IP.

DNS (Sistema de denominación de dominio) es un sistema utilizado en Internet para convertir los nombres de los dominios y de sus nodos de red publicados abiertamente en direcciones.

WINS (Servicio de nombre para Internet de Windows) es un estándar desarrollado para Windows NT de Microsoft que asocia las estaciones de trabajo NT con los nombres de dominio de Internet de forma automática.

HOSTS es un archivo creado por los administradores de red que se mantiene en los servidores. Se utiliza para suministrar asignación estática entre direcciones IP y nombres de computadoras.

POP3 (protocolos de la oficina de correos) es un estándar de Internet para almacenar correo electrónico en un servidor de correo hasta que se pueda acceder a él y descargarlo a la computadora. Permite que los usuarios reciban correo desde sus buzones de entrada utilizando varios niveles de seguridad.

SMTP (protocolo simple de transferencia de correo) maneja la transmisión de correo electrónico a través de las redes informáticas. El único soporte para la transmisión de datos que suministra es texto simple.

SNMP (protocolo simple de administración de red) es un protocolo que suministra un medio para monitorear y controlar dispositivos de red, y para administrar configuraciones, recolección de estadísticas, desempeño y seguridad

FTP (Protocolo de transferencia de archivos) es un servicio confiable orientado a conexión que utiliza TCP para transferir archivos entre sistemas que soportan FTP. Soporta transferencias bidireccionales de archivos binarios y archivos ASCII.

TFTP (Protocolo trivial de transferencia de archivos) es un servicio no confiable, no orientado a conexión que utiliza UDP para transferir archivos entre sistemas que soportan el protocolo TFTP. Es útil en algunas LAN porque opera más rápidamente que FTP en un entorno estable.

HTTP (Protocolo de transferencia de hipertexto) es el estándar de Internet que soporta el intercambio de información en la World Wide Web, así como también en redes internas. Soporta muchos tipos de archivos distintos, incluyendo texto, gráfico, sonido y video. Define el proceso a través del cual los navegadores de la Web originan solicitudes de información para enviar a los servidores Web.

1.3.4.1 Capa de aplicación.

Es el nivel más alto, los usuarios llaman a una aplicación que acceda servicios disponibles a través de la red de redes TCP/IP. Una aplicación interactúa con uno de los protocolos de nivel de transporte para enviar o recibir datos. Cada programa de aplicación selecciona el tipo de transporte necesario, el cual puede ser una secuencia de mensajes individuales o un flujo continuo de octetos. La capa de aplicación pasa los datos en la forma requerida hacia el nivel de transporte para su entrega.

Los protocolos TCP/IP incluyen muchos protocolos de capa de aplicación.

Telnet: es un protocolo estándar de emulación de terminal utilizado por los clientes con el propósito de realizar conexiones de terminal remota con los servicios de servidor Telnet.

PING: es una utilidad de diagnóstico que se utiliza para determinar si una computadora está conectada correctamente a los dispositivos o a Internet.

1.3.4.2 Capa de transporte.

La principal tarea de la capa de transporte es proporcionar la comunicación entre un programa de aplicación y otro. Este tipo de comunicación se conoce frecuentemente como comunicación punto a punto.

La capa de transporte permite que un dispositivo de usuario divida en segmentos varias aplicaciones de capas superiores para colocarlas en la misma corriente de datos de la Capa 4, y permite que un dispositivo receptor pueda reensamblar los segmentos de las aplicaciones de las capas superiores. La corriente de datos de Capa 4 es una conexión lógica entre los extremos de una red, y brinda servicios de transporte desde un hosts hasta un destino. Este servicio se denomina de servicio de extremo a extremo.

La capa de transporte también proporciona dos protocolos, el protocolo de control de transmisión (TCP) y el protocolo de datagrama de usuario (UDP)

- **TCP:** Es un protocolo confiable, orientado a conexión; suministra control de flujo a través de ventanas deslizantes y confiabilidad a través de los números de secuencia y acuses de recibo. TCP vuelve a enviar cualquier mensaje que no se reciba y suministra un circuito virtual entre las aplicaciones del usuario final. La ventaja de TCP es que proporciona una entrega garantizada de los segmentos.
- **UDP:** Protocolo no orientado a conexión y no confiable; aunque tiene la responsabilidad de transmitir mensajes, en esta capa no se suministra ninguna verificación de software para la entrega de segmentos. La ventaja de UDP es la velocidad. Como UDP no suministra acuses de recibo, se envía menos cantidad de tráfico a través de la red, lo que agiliza la transferencia

En la Figura 1.8 se muestran los protocolos involucrados en la capa de transporte:

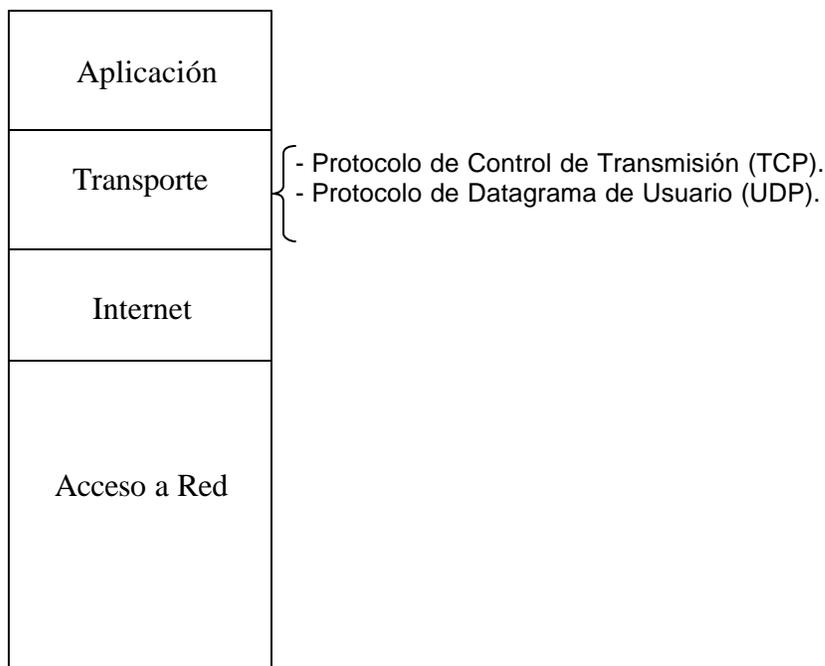


Figura 1.8 Protocolos Involucrados en la Capa de Transporte del modelo TCP/IP.

La capa de transporte regula el flujo de información. Puede también proporcionar un transporte confiable, asegurando que los datos lleguen sin errores y en secuencia. Para hacer esto, el protocolo de transporte tiene el lado de recepción enviando acuses de recibo de retorno y la parte de envío retransmitiendo los paquetes perdidos. El protocolo de transporte divide el flujo de datos que se está enviando en paquetes y pasa cada paquete, con una dirección de destino, hacia la siguiente capa de transmisión. La capa de transporte debe aceptar datos desde varios programas de usuario y enviarlos a la capa del siguiente nivel. Se pega información adicional a cada paquete, incluyendo códigos que identifican qué programa de aplicación envía y qué programa debe recibir, así como una suma de verificación para verificar que el paquete ha llegado intacto y utiliza el código de destino para identificar el programa de aplicación en el que se debe entregar.

1.3.4.3 Capa Internet

La capa Internet maneja la comunicación de una máquina a otra. Ésta acepta una solicitud para enviar un paquete desde la capa de transporte, junto con una identificación de la máquina, hacia la que se debe enviar el paquete. La capa Internet también maneja la entrada de datagramas, verifica su validez y utiliza un algoritmo de ruteo para decidir si el datagrama debe procesarse de manera local o debe ser transmitido. Para el caso de los datagramas direccionados hacia la máquina local, el protocolo de la capa de red borra el encabezado del datagrama y selecciona, de entre varios protocolos de transporte, un protocolo con el que manejará el paquete. Por último, la capa Internet envía los mensajes ICMP de error y control necesarios y maneja todos los mensajes ICMP entrantes.

1.3.4.4 Capa de interfaz de red

El software TCP/IP de nivel inferior consta de una capa de interfaz de red responsable de aceptar los datagramas IP y transmitirlos hacia una red específica. Una interfaz de red puede consistir en un dispositivo controlador (por ejemplo, cuando la red es una red de área local a la que las máquinas están conectadas directamente) o un complejo subsistema que utiliza un protocolo de enlace de datos propios (por ejemplo, cuando la red consiste de conmutadores de paquetes que se comunican con anfitriones utilizando HDLC).

1.4 Características de redes de área local *[1.4]

1.4.1 Topologías de redes. Definición

Topología de Red

La topología de red es la disposición física en la que se conectan los nodos de una red de ordenadores o servidores. Estos dispositivos pueden conectarse de muchas y muy variadas maneras. La conexión más simple es un enlace unidireccional entre dos nodos, como se muestra en la Figura 1.9 la cuál se ejemplifica por la **Topología de Anillo**. También se puede añadir un enlace de retorno para la comunicación en ambos sentidos.

Los cables de comunicación modernos normalmente incluyen más de un cable para facilitar esto, aunque redes muy simples basadas en buses tienen comunicación bi direccional en un solo cable.

En casos mixtos se puede usar la palabra topología en un sentido relajado para hablar a la vez de la disposición física del cableado y de como el protocolo considera dicho cableado. Así, en un anillo con una MAU (**Multi-Station Access Unit**, Unidad de Acceso Multi-estaciones) podemos decir que tenemos una topología en anillo, o de que se trata de un anillo con topología en estrella.

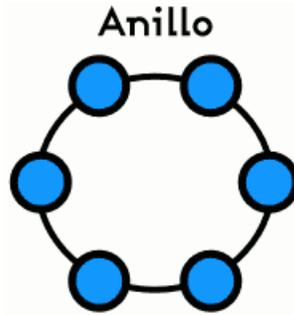


Figura 1.9 Topología de Anillo

La topología de red la determina únicamente la configuración de las conexiones entre nodos. La distancia entre los nodos, las interconexiones físicas, las tasas de transmisión y/o los tipos de señales no pertenecen a la topología de la red, aunque pueden verse afectados por la misma.

1.4.2 Redes Centralizadas

1.4.2.1 Topología Estrella

La topología en estrella reduce la posibilidad de fallo de red conectando todos los nodos a un nodo central, como se ejemplifica en la Figura 1.10. Cuando se aplica a una red basada en bus, este concentrador central reenvía todas las transmisiones recibidas de cualquier nodo periférico a todos los nodos periféricos de la red, algunas veces incluso al nodo que lo envió. Todos los nodos periféricos se pueden comunicar con los demás transmitiendo o recibiendo del nodo central solamente. Un fallo en la línea de conexión de cualquier nodo con el nodo central provocaría el aislamiento de ese nodo respecto a los demás, pero el resto de sistemas permanecería intacto.

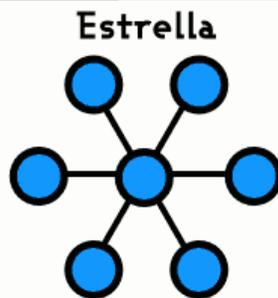


Figura 1.10. Topología de Estrella.

En esta topología, si el nodo central es pasivo el nodo origen debe ser capaz de tolerar un eco de su transmisión. Una red en estrella activa tiene un nodo central activo que normalmente tiene los medios para prevenir problemas relacionados con el eco.

La topología en estrella es una topología de red muy común en las redes de computadoras. En su forma más simple, una topología en estrella consta de un switch central, o hub que actúa como un router para retransmitir los mensajes.

1.4.2.2 Topología de Bus

En la siguiente Figura 1.11, se muestra la Topología llama de Bus.

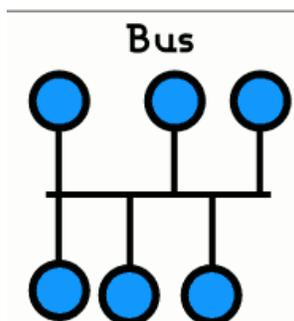


Figura 1.11 Topología de Bus.

La topología de Bus se basa en un ‘hub’ central que retransmite todas las transmisiones recibidas desde cualquier nodo periférico a todos los nodos periféricos de la red, a veces incluso al nodo original. Todos los nodos periféricos se pueden comunicar con los demás transmitiendo o recibiendo del nodo central solamente. Un fallo en la línea de conexión de cualquier nodo con el nodo central provocaría el aislamiento de ese nodo respecto a los demás, pero el resto de sistemas permanecería intacto. Si el nodo central es *pasivo*, el nodo origen debe ser capaz de tolerar un eco de su transmisión. Una red en estrella activa tiene un nodo central *activo* que normalmente tiene los medios para prevenir problemas relacionados con el eco. Se utiliza sobre todo para redes locales. La mayoría de las redes de área local que tienen un router, un switch o un hub siguen esta topología. El nodo central en estas sería el hub, el router o el switch, por el que pasan todos los paquetes.

1.4.2.3 Topología de árbol

Una topología en árbol (también conocida como topología jerárquica, véase Figura 1.12) puede ser vista como una colección de redes en estrella ordenadas en una jerarquía. Éste árbol tiene nodos periféricos individuales (por ejemplo hojas) que requieren transmitir a y recibir de otro nodo solamente y no necesitan actuar como repetidores o regeneradores. Al contrario que en las redes en estrella, la función del nodo central se puede distribuir. Como en las redes en estrella convencionales, los nodos individuales pueden quedar aislados de la red por un fallo puntual en la ruta de conexión del nodo. Si falla un enlace que conecta con un nodo hoja, ese nodo hoja queda aislado; si falla un enlace con un nodo que no sea hoja, la sección entera queda aislada del resto.

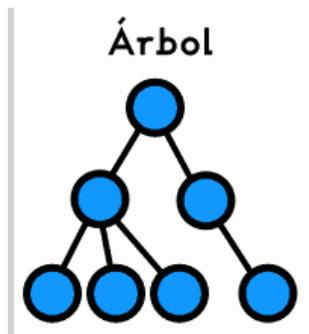


Figura1.12 Topología de Árbol.

Para aliviar la cantidad de tráfico de red que se necesita para retransmitir todo a todos los nodos, se desarrollaron nodos centrales más avanzados que permiten mantener un listado de las identidades de los diferentes sistemas conectados a la red. Éstos switches de red “aprenderían” cómo es la estructura de la red transmitiendo paquetes de datos a todos los nodos y luego observando de dónde vienen los paquetes respuesta.

1.4.3 Redes Descentralizadas

1.4.3.1 Topología de malla

En una **topología en malla**, hay al menos dos nodos con dos o más caminos entre ellos. Un tipo especial de malla en la que se limite el número de saltos entre dos nodos, es un hipercubo. El número de caminos arbitrarios en las redes en malla las hace más difíciles de diseñar e implementar, pero su naturaleza descentralizada las hace muy útiles.

Una red totalmente conectada o completa, es una topología de red en la que hay un enlace directo entre cada pareja de nodos. En una red totalmente conexa con n nodos, hay $\frac{n \times (n - 1)}{2}$ enlaces directos. Las redes diseñadas con esta topología, normalmente son caras de instalar, pero son muy fiables gracias a los múltiples caminos por los que los datos pueden viajar. Se ve principalmente en aplicaciones

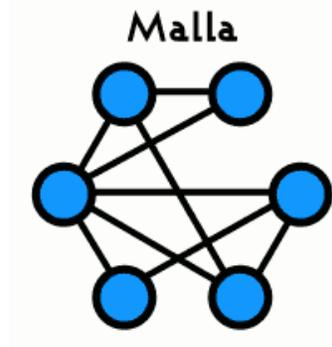


Figura 1.13. Topología de Malla

La **Topología en malla** (Figura 1.13), es una topología de red en la que cada nodo está conectado a uno o más de los otros nodos. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos.

Si la red de malla está completamente conectada no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones.

Cada servidor tiene sus propias conexiones con todos los demás servidores.

Funcionamiento

El establecimiento de una red de malla es una manera de encaminar datos, voz e instrucciones entre los nodos. Las redes de malla se diferencian de otras redes en que las piezas de la red (nodo) están conectadas unas con otras por uno u otro camino, mediante cables separados.

Esta configuración ofrece caminos redundantes por toda la red, de modo que si falla un cable, otro se hará cargo del tráfico.

Esta topología, a diferencia de otras (como topología en árbol y topología en estrella), no requiere de un servidor o nodo central, con lo que se reduce el mantenimiento (un error en un nodo, sea importante o no, no implica la caída de toda la red).

Las redes de malla son auto regenerables: la red puede funcionar incluso cuando un nodo desaparece o la conexión falla, ya que el resto de nodos evitan el paso por ese punto. Consecuentemente, se forma una red muy confiable, es una opción aplicable a las redes sin hilos (Wireless), a las redes con cable (Wired), y a la interacción del software.

Una red con topología en malla ofrece una redundancia y fiabilidad superiores. En una topología en malla, cada equipo está conectado a todos los demás equipos. Aunque la facilidad de solución de problemas y el aumento de la fiabilidad son ventajas muy interesantes, estas redes resultan caras de instalar, ya que utilizan mucho cableado.

Por ello cobran mayor importancia el uso de Wireless, ya que no hay necesidad de cableado(a pesar de los inconvenientes del (Wireless)). En muchas ocasiones, la topología en malla se utiliza junto con otras topologías para formar una topología híbrida.

Una red de malla extiende con eficacia una red compartiendo el acceso a una infraestructura de red con mayor costo

Comparación de la topología en malla

- Ventajas
 - Fiabilidad
 - Seguridad
 - Estabilidad
 - Menor coste de mantenimiento
 - Auto regenerable
- Desventajas
 - Elevado coste económico (en caso de utilizar cable)
 - Duplicado de recursos(cableado redundante, cada nodo implica mucho más cable)

1.4.4 Redes Híbridas

Las redes híbridas usan una combinación de dos o más topologías distintas de tal manera que la red resultante no tiene forma estándar, como se muestra en la Figura 1.14 Por ejemplo, una red en árbol conectada a una red en árbol sigue siendo una red en árbol, pero dos redes en estrella conectadas entre sí (lo que se conoce como estrella extendida) muestran una topología de red híbrida. Una topología híbrida, siempre se produce cuando se conectan dos topologías de red básicas.

Dos ejemplos comunes son:

- Red de estrella en anillo, consta de dos o más topologías en estrella conectadas mediante una unidad de acceso multi estación (MAU) como hub centralizado.
- Una red de estrella en bus, consta de dos o más topologías en estrella conectadas mediante un bus troncal (el bus troncal funciona como la espina dorsal de la red).

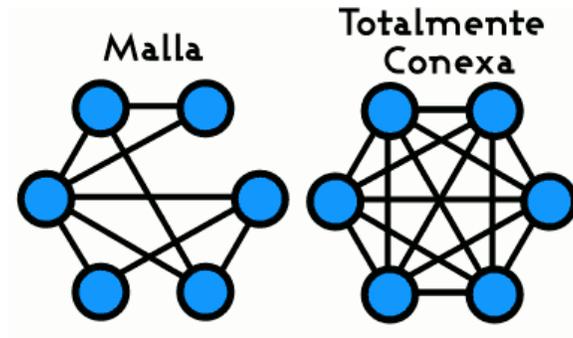


Figura 1.14 Ejemplos de Redes Híbridas.

Mientras que las redes en rejilla han encontrado su sitio en aplicaciones de computación de alto rendimiento, algunos sistemas han utilizado algoritmos genéticos para diseñar redes personalizadas que tienen el menor número posible de saltos entre nodos distintos.

Algunas de las estructuras de redes resultantes son casi incomprensibles, aunque funciona bastante bien.

1.5 Protocolos de Comunicación en Redes LAN.

Un **Protocolo** es una serie de reglas que indican a una terminal cómo debe llevar a cabo el proceso de comunicación.

Dos terminales que se comunican pueden tener una arquitectura y un sistema operativo diferente que hace imposible una comunicación directa entre ambas. Debido a esto se han desarrollado protocolos que estandarizan la forma en que dos terminales deben establecer comunicación y lo hacen desde cuestiones físicas (por ejemplo tipo de cable, niveles de voltaje, frecuencia, etc.) hasta cuestiones meramente de software (representación de datos, compresión y codificación, entre otras cosas).

Ahora bien, dos elementos que intervienen en el proceso de comunicación lo forman el paquete de información que la terminal transmisora dirige a la terminal receptora; este paquete contiene entre otras cosas direcciones, información de usuario e información para corrección de errores, requeridos para que alcance a la terminal receptora. Además se encuentra obviamente el protocolo de comunicación.

Los protocolos o normalizaciones son establecidos por organizaciones de reconocimiento mundial, por ejemplo la ISO, IEEE, ANSI, etc. Existen tres tipos de estandarizaciones.

- *Normas por imposición.* Este tipo de normas son impuestas por una organización y debe seguirse en estos terrenos para asegurar comunicación.
- *Normas por convención.* Este tipo de normas son tomadas como tal bajo común acuerdo de distintas organizaciones o grupos de usuarios; éstas fueron tomadas por normas debido a su alto desempeño o que son las únicas en su tipo, sin embargo quien las diseñó no intentaba que fueran una norma impuesta.

Los protocolos de red más comunes son:

- IPX/SPX
- DECnet
- X.25
- TCP/IP

- AppleTalk
- NetBEUI

Los protocolos actualmente vigentes son TCP/IP, AppleTalk y NetBEUI aunque este último es un protocolo de capa 2 del modelo OSI el cual puede ser encapsulado en el protocolo IP.

IPX/SPX son las siglas para *Internet Packet eXchange/Sequenced Packet eXchange* o Intercambio de Paquetes de Internet / Intercambio Secuenciado de Paquetes. Es el conjunto de protocolos de bajo nivel utilizados por el sistema operativo de red Netware de Novell. SPX actúa sobre IPX para asegurar la entrega de los datos.

DECnet es un protocolo de red propio de Digital Equipment Corporation (DEC), que se utiliza para las conexiones en red de los ordenadores y equipos de esta marca y sus compatibles.

Uno de sus componentes, conocido por sus siglas en inglés LAT (*Local Area Transport*) Transporte de Área Local, se utiliza para conectar periféricos por medio de la red y tiene una serie de características de gran utilidad como la asignación de nombres de servicio a periféricos o los servicios dedicados.

X.25 es un protocolo utilizado principalmente en WAN (Wide Area Network) y, sobre todo, en las redes públicas de transmisión de datos. Funciona por conmutación de paquetes, esto es, que los bloques de datos contienen información del origen y destino de los mismos para que la red los pueda entregar correctamente aunque cada uno circule por un camino diferente.

TCP/IP no es propiamente un protocolo, sino un conjunto de protocolos, que toma su nombre de los dos más conocidos: TCP (*Transmission Control Protocol*, protocolo de control de transmisión) e IP (*Internet Protocol*). Esta familia de protocolos es la base de la red Internet, la mayor red del mundo.

Aunque TCP/IP no tiene una arquitectura OSI podemos relacionarlos con esta arquitectura de forma que situamos el protocolo IP, en el nivel de red, y el protocolo TCP, en la capa de transporte.

El protocolo IP, es un protocolo sin conexión, por tanto, carece de seguridad en la entrega de paquetes. Cuando una comunicación que utiliza el protocolo IP para transferir los paquetes de datos necesita seguridad, ésta debe ser proporcionada por otro protocolo de capa superior, que para este caso se trata del protocolo TCP.

La idea inicial de diseño para IP fue la de confeccionar un protocolo capaz de conducir paquetes a través de distintas redes interconectadas, por tanto, es un protocolo especialmente preparado para que sus paquetes sean enrutados, utilizando enrutadores entre las distintas redes que componen una red global. IP es el protocolo base para las transferencias de datos en Internet. Al ser IP un protocolo sin conexión, cada paquete puede seguir una ruta distinta a través de la red. El protocolo de capa superior, TCP, será el encargado de la gestión de errores.

El protocolo TCP corresponde a la capa de transporte del modelo de referencia OSI. Entre los servicios que ofrece TCP están la transferencia de datos en ráfagas, confiabilidad, operación full duplex y multiplexaje.

Además ofrece un control de flujo eficiente, lo cual significa que cuando se envían confirmaciones de regreso al origen, el proceso TCP de recepción le indica el número de secuencia más grande que puede recibir sin saturar sus dispositivos de almacenamiento internos.

AppleTalk es el nombre de la red entre iguales, diseñada por Apple Computer Corporation, para su utilización en computadoras con el sistema operativo de esta empresa. El diseño original se pensó para que se compartieran archivos e impresoras entre los usuarios de la red, de modo que

su configuración fuera muy sencilla, lo que permitiría beneficiarse a cualquier usuario no experto de los servicios de red.

Una descripción breve de sus protocolos es la siguiente: ALAP (*AppleTalk Link Access Protocol*, protocolo de Enlace de Acceso *AppleTalk*), ELAP (*Ethernet Link Access Protocol*, Protocolo de Enlace de Acceso Ethernet) y TLAP (*TokenLink Access Protocol*, Protocolo de Acceso *TokenLink*) son los protocolos de nivel de enlace utilizados por *AppleTalk*, quién utilizará uno u otro dependiendo de la capa física.

DDP (*Datagram Delivery Protocol*, Protocolo de Entrega de Datagramas) es el protocolo *AppleTalk* en el nivel de red que se encarga de enrutar los datagramas de modo semejante al protocolo IP de las redes UNIX. Las tablas de enrutamiento entre los diferentes enrutadores se mantienen a través de un protocolo denominado RTMP (*Routing Table Maintenance Protocol*, Protocolo de Mantenimiento de Tabla de Ruteo).

- NBP (*Name Binding Protocol*, Protocolo de Unión de Nombres) es un protocolo situado en la capa de transporte que se encarga de asociar nombres de servicios con direcciones, de modo que los usuarios puedan utilizar nombres mnemotécnicos para solicitar los servicios de la red.
- ATP (*AppleTalk Translation Protocol*, Protocolo de Traducción *AppleTalk*) es el protocolo de transporte encargado de realizar conexiones seguras en *AppleTalk*. Equivale al TCP de la red UNIX.
- ZIP (*Zone Information Protocol*, Protocolo de Información de Zona) es un protocolo asociado a la capa de sesión que se encarga del gobierno de las zonas *AppleTalk*.
- ASP (*AppleTalk Sesión Protocol*, Protocolo de Sesión *AppleTalk*) es el protocolo de sesión encargado del gobierno de las sesiones, que elimina paquetes duplicados y los ordena según su número de secuencia.
- PAP (*Printer Access Protocol*, Protocolo de Acceso a la Impresora) proporciona en el nivel de sesión los servicios de impresora para toda la red. En capas superiores aparecen protocolos como AFP para el intercambio de archivos, PostScript como lenguaje descriptor de documentos con que alimentar las impresoras. *AppleShare* y *LaserShare* se encargan de hacer de modo transparente al usuario, en el nivel de aplicación, del servicio de archivos y dispositivos de impresión, de modo que al usuario le parecen locales los discos, carpetas o impresoras que, en realidad, son remotos.
- *Localtalk*. Es la forma original del protocolo. La comunicación se realiza por uno de los puertos serie del equipo. La velocidad de transmisión no es muy rápida pero es adecuada para los servicios que en un principio se requerían de ella, principalmente compartir impresoras.
- *Ethertalk*. Es la versión de *AppleTalk* sobre Ethernet. Esto aumenta la velocidad de transmisión y facilita la utilización de la red con otras plataformas para la transferencia de archivos y documentos.
- *Tokenalk*. Es la versión de *AppleTalk* para redes Token ring.

NetBEUI. Son las siglas para NetBIOS Extended User Interface o Interfaz de usuario extendido para NetBIOS. Es la versión de Microsoft del NetBIOS (*Network Basic Input/Output System*, sistema básico de entrada/salida de red), que es el sistema de enlazar el software y el hardware de red en los PCs. Este protocolo es la base de la red de Microsoft Windows para Trabajo en Grupo.

1.6 Descripción y características de equipos de interconexión de redes de área local

1.6.1 Componentes de una LAN

- *Servidor:* El servidor es aquel o aquellos ordenadores que van a compartir sus recursos hardware y software con los demás equipos de la red. Sus características son potencia de

cálculo, importancia de la información que almacena y conexión con recursos que se desean compartir.

- *Estación de trabajo:* Los ordenadores que toman el papel de estaciones de trabajo aprovechan o tienen a su disposición los recursos que ofrece la red así como los servicios que proporcionan los Servidores a los cuales pueden acceder.
- *Gateways o pasarelas:* Es un hardware y software que permite las comunicaciones entre la red local y grandes ordenadores (Mainframes). El gateway adapta los protocolos de comunicación del mainframe (X25, SNA, etc.) a los de la red, y viceversa.
- *Bridges o puentes:* Es un hardware y software que permite que se conecten dos redes locales entre sí. Un puente interno es el que se instala en un servidor de la red, y un puente externo es el que se hace sobre una estación de trabajo de la misma red. Los puentes también pueden ser locales o remotos. Los puentes locales son los que conectan a redes de un mismo edificio, usando tanto conexiones internas como externas. Los puentes remotos conectan redes distintas entre sí, llevando a cabo la conexión a través de redes públicas, como la red telefónica, RDSI o red de conmutación de paquetes.
- *Tarjeta de red:* También se denominan NIC (Network Interface Card). Básicamente realiza la función de intermediario entre el ordenador y la red de comunicación. En ella se encuentran grabados los protocolos de comunicación de la red. La comunicación con el ordenador se realiza normalmente a través de las ranuras de expansión que éste dispone, ya sea ISA o PCMCIA. Aunque algunos equipos disponen de este adaptador integrado directamente en la placa base.
- *El medio:* Constituido por el cableado y los conectores que enlazan los componentes de la red. Los medios físicos más utilizados son el cable de par trenzado, par de cable, cable coaxial y la fibra óptica (cada vez en más uso esta última).
- *Concentradores de cableado:* Una LAN en bus usa solamente tarjetas de red en las estaciones y cableado coaxial para interconectarlas, además de los conectores, sin embargo este método complica el mantenimiento de la red ya que si falla alguna conexión toda la red deja de funcionar. Para impedir estos problemas las redes de área local usan concentradores de cableado para realizar las conexiones de las estaciones, en vez de distribuir las conexiones el concentrador las centraliza en un único dispositivo manteniendo indicadores luminosos de su estado e impidiendo que una de ellas pueda hacer fallar toda la red.

Existen dos tipos de concentradores de cableado:

1. *Concentradores pasivos:* Actúan como un simple concentrador cuya función principal consiste en interconectar toda la red.
2. *Concentradores activos:* Además de su función básica de concentrador también amplifican y regeneran las señales recibidas antes de ser enviadas.

Los concentradores de cableado tienen dos tipos de conexiones: para las estaciones y para unirse a otros concentradores y así aumentar el tamaño de la red. Los concentradores de cableado se clasifican dependiendo de la manera en que internamente realizan las conexiones y distribuyen los mensajes. A esta característica se le llama topología lógica.

Existen dos tipos principales:

1. *Concentradores con topología lógica en bus (HUB):* Estos dispositivos hacen que la red se comporte como un bus enviando las señales que les llegan por todas las salidas conectadas.
2. *Concentradores con topología lógica en anillo (MAU):* Se comportan como si la red fuera un anillo enviando la señal que les llega por un

1.6.1.1 Adaptadores de Red

Cada adaptador de red tiene una dirección exclusiva, denominada dirección de control de acceso al medio (*media access control*, MAC), incorporada en chips de la tarjeta.

Los adaptadores de red convierten los datos en señales eléctricas que pueden transmitirse a través de un cable. Convierten las señales eléctricas en paquetes de datos que el sistema operativo del equipo puede entender.

Los adaptadores de red constituyen la interfaz física entre el equipo y el cable de red. Los adaptadores de red, son también denominados tarjetas de red o NICs (Network Interface Card), se instalan en una ranura de expansión de cada estación de trabajo y servidor de la red. Una vez instalado el adaptador de red, el cable de red se conecta al puerto del adaptador para conectar físicamente el equipo a la red.

Los datos que pasan a través del cable hasta el adaptador de red se formatean en paquetes. Un paquete es un grupo lógico de información que incluye una cabecera, la cual contiene la información de la ubicación y los datos del usuario.

La cabecera contiene campos de dirección que incluyen información sobre el origen de los datos y su destino. El adaptador de red lee la dirección de destino para determinar si el paquete debe entregarse en ese equipo. Si es así, el adaptador de red pasa el paquete al sistema operativo para su procesamiento. En caso contrario, el adaptador de red rechaza el paquete.

Cada adaptador de red tiene una dirección exclusiva incorporada en los chips de la tarjeta. Esta dirección se denomina dirección física o dirección de control de acceso al medio (*Media Access Control*, MAC).

El adaptador de red realiza las siguientes funciones:

- Recibe datos desde el sistema operativo del equipo y los convierte en señales eléctricas que se transmiten por el cable.
- Recibe señales eléctricas del cable y las traduce en datos que el sistema operativo del equipo puede entender.
- Determina si los datos recibidos del cable son para el equipo.
- Controla el flujo de datos entre el equipo y el sistema de cable.

Para garantizar la compatibilidad entre el equipo y la red, el adaptador de red debe cumplir los siguientes criterios:

- Ser apropiado en función del tipo de ranura de expansión del equipo.
- Utilizar el tipo de conector de cable correcto para el cableado.
- Estar soportado por el sistema operativo del equipo.

1.6.1.2 Cables de Red

Al conectar equipos para formar una red utilizamos cables que actúan como medio de transmisión de la red para transportar las señales entre los equipos. Un cable que conecta dos equipos o componentes de red se denomina *segmento*. Los cables se diferencian por sus capacidades y están clasificados en función de su capacidad para transmitir datos a diferentes velocidades, con

diferentes índices de error. Las tres clasificaciones principales de cables que conectan la mayoría de redes son: de par trenzado, coaxial y fibra óptica.

El cable de par trenzado es el tipo más habitual utilizado en redes. El cable coaxial se utiliza cuando los datos viajan por largas distancias y el cable de fibra óptica se utiliza cuando necesitamos que los datos viajen a la velocidad de la luz.

1.6.1.2.1 Cable de par trenzado.

El cable de par trenzado (10baseT) está formado por dos hebras aisladas de hilo de cobre trenzado entre sí. Existen dos tipos de cables de par trenzado: par trenzado sin apantallar (*unshielded twisted pair*, **UTP**) y par trenzado apantallado (*shielded twisted pair*, **STP**). Éstos son los cables que más se utilizan en redes y pueden transportar señales en distancias de 100 metros.

- El cable UTP es el tipo de cable de par trenzado más popular y también es el cable en una LAN más popular.
- El cable STP utiliza un tejido de funda de cobre trenzado que es más protector y de mejor calidad que la funda utilizada por UTP. STP también utiliza un envoltorio plateado alrededor de cada par de cables. Con ello, STP dispone de una excelente protección que protege a los datos transmitidos de interferencias exteriores, permitiendo que STP soporte índices de transmisión más altos a través de mayores distancias que UTP.

El cableado de par trenzado utiliza conectores Registered Jack 45 (RJ-45) para conectarse a un equipo. Son similares a los conectores Registered Jack 11 (RJ-11).

1.6.1.2.2 Cable Coaxial

El cable coaxial está formado por un núcleo de hilo de cobre rodeado de un aislamiento, una capa de metal trenzado, y una cubierta exterior. El núcleo de un cable coaxial transporta las señales eléctricas que forman los datos. Este hilo del núcleo puede ser sólido o hebrado. Existen dos tipos de cable coaxial: cable coaxial ThinNet (10Base2) y cable coaxial ThickNet (10Base5). El cableado coaxial es una buena elección cuando se transmiten datos a través de largas distancias y para ofrecer un soporte fiable a mayores velocidades de transferencia cuando se utiliza equipamiento menos sofisticado. El cable coaxial debe tener terminaciones en cada extremo.

- El cable coaxial ThinNet puede transportar una señal en una distancia aproximada de 185 metros.
- El cable coaxial ThickNet puede transportar una señal en una distancia de 500 metros. Ambos cables, ThinNet y ThickNet, utilizan un componente de conexión (conector BNC) para realizar las conexiones entre el cable y los equipos.

1.6.1.2.3 Cable de fibra óptica.

El cable de fibra óptica utiliza fibras ópticas para transportar señales de datos digitales en forma de pulsos modulados de luz. Como el cable de fibra óptica no transporta impulsos eléctricos, la señal no puede ser intervenida y sus datos no pueden ser robados. El cable de fibra óptica es adecuado para transmisiones de datos de gran velocidad y capacidad ya que la señal se transmite muy rápidamente y con muy poca interferencia. Un inconveniente del cable de fibra óptica es que se rompe fácilmente si la instalación no se hace cuidadosamente. Es más difícil de cortar que otros cables y requiere un equipo especial para cortarlo.

La Tabla 6.1 ofrece una lista de las consideraciones a tener en cuenta para el uso de las tres categorías de cables de red.

CATEGORÍAS	Utilizar si	No utilizar si
Par trenzado	Se desea una instalación relativamente sencilla en la que las conexiones entre equipos sean simples.	La red LAN requiere un alto nivel de protección de las señales para aislarlas de ondas electromagnéticas que podrían interferir en la señal eléctrica transportada por el cable. Debe transmitir datos a larga distancia y a gran velocidad.
Coaxial	Se necesita transmitir datos entre las mayores distancias posibles con cableado más económico.	Se necesita cambiar los cables de red frecuentemente debido a reubicaciones.
Fibra óptica	Se necesita transmitir datos seguros a gran velocidad y en largas distancias.	El presupuesto es bajo. No se tiene experiencia para instalar y conectar dispositivos adecuadamente.

Tabla 1.2. Consideraciones a tomar en cuenta para la selección de la Categoría del Cable de Red.

1.6.1.3 Dispositivos de Comunicación Inalámbricos

Los componentes inalámbricos se utilizan para la conexión a redes en distancias que hacen que el uso de adaptadores de red y opciones de cableado estándares sea técnica o económicamente imposible. Las redes inalámbricas están formadas por componentes inalámbricos que se comunican con LANs.

Excepto por el hecho de que no es un cable quién conecta los equipos, una red inalámbrica típica funciona casi igual que una red con cables: se instala en cada equipo un adaptador de red inalámbrico con un *transceptor* (un dispositivo que transmite y recibe señales analógicas y digitales). Los usuarios se comunican con la red igual que si estuvieran utilizando un equipo con cables.

Existen dos técnicas habituales para la transmisión inalámbrica en una LAN: transmisión por infrarrojos y transmisión de radio en banda estrecha.

1.6.1.3.1 Transmisión vía radio en banda estrecha

Funciona utilizando un haz de luz infrarroja que transporta los datos entre dispositivos. Debe existir visibilidad directa entre los dispositivos que transmiten y los que reciben; si hay algo que bloquee la señal infrarroja, puede impedir la comunicación. Estos sistemas deben generar señales muy potentes, ya que las señales de transmisión débiles son susceptibles de recibir interferencias de fuentes de luz, como ventanas.

1.6.1.3.2 Transmisión por infrarrojos

El usuario sintoniza el transmisor y el receptor a una determinada frecuencia. La radio en banda estrecha no requiere visibilidad directa porque utiliza ondas de radio. Sin embargo la transmisión vía radio en banda estrecha está sujeta a interferencias de paredes de acero e influencias de carga. La radio en banda estrecha utiliza un servicio de suscripción. Los usuarios pagan una cuota por la transmisión de radio.

1.7 Seguridad de Redes de Área Local

Hoy en día todos dependemos de la información que radica y generamos en nuestras computadoras; y en la mayoría de los casos dependemos de una conexión física para podernos comunicar. Empresas, organizaciones y cualquier persona que utiliza una computadora envía y recibe correos electrónicos, comparte información de manera local o a nivel mundial, realiza transacciones, ofrece servicios y encuentra soluciones a sus requerimientos. Es así que la información se vuelve algo muypreciado tanto para los usuarios como para los *Hackers*. Es por eso que se debe tener una serie de precauciones para evitar que alguien no deseado busque en nuestra información y seamos presa fácil de extorsiones, fraudes y pérdidas irreparables.

1.7.1 Tipos de ataques a la Información.

- **Ataques de intromisión:** Este tipo de ataque es cuando alguien abre archivos, uno tras otro, en nuestra computadora hasta encontrar algo que le sea de su interés. Puede ser alguien externo o inclusive alguien que convive todos los días con nosotros. Cabe mencionar que muchos de los ataques registrados a nivel mundial, se dan internamente dentro de la organización y/o empresa.
- **Ataque de espionaje en líneas:** Se da cuando alguien escucha la conversación y en la cual, él no es un invitado. Este tipo de ataque, es muy común en las redes inalámbricas ya que no se requiere de un dispositivo físico conectado para llevarlo a cabo. Basta con estar en un rango donde la señal de la red inalámbrica llegue, para que alguien esté espiando nuestro flujo de información.
- **Ataque de interceptación:** Este tipo de ataque se dedica a desviar la información a otro punto que no sea la del destinatario, y así poder revisar archivos, información y contenidos de cualquier flujo en una red.
- **Ataque de modificación:** Este tipo de ataque se dedica a alterar la información que se encuentra, de alguna forma ya validada, en computadoras y bases de datos. Es muy común este tipo de ataque en bancos y casas de bolsa. Principalmente los intrusos se dedican a cambiar, insertar, o eliminar información y/o archivos, utilizando la vulnerabilidad de los sistemas operativos y sistemas de seguridad (atributos, claves de accesos, etc.).
- **Ataque de denegación de servicio:** Son ataques que se dedican a negarles el uso de los recursos a los usuarios legítimos del sistema, de la información o inclusive de algunas capacidades del sistema. Cuando se trata de la información, ésta puede ser escondida, destruida o ilegible. Respecto a las aplicaciones, no se pueden usar los sistemas que llevan el control de la empresa, deteniendo su administración o inclusive su producción, causando demoras y posiblemente pérdidas millonarias. Cuando es a los sistemas, los dos descritos anteriormente son inutilizados. Si hablamos de comunicaciones, se puede inutilizar dispositivos de comunicación (tan sencillo como cortar un simple cable), como saturar e inundar con tráfico excesivo las redes para que estas colisionen.
- **Ataque de suplantación:** Este tipo de ataque se dedica a dar información falsa, a negar una transacción y/o a hacerse pasar por un usuario conocido. Se ha puesto de moda este tipo de ataques; ya que los expertos en este tema han hecho portales similares a los bancarios, donde las personas han descargado sus datos de tarjetas de crédito sin encontrar respuesta y posteriormente sus tarjetas de crédito son vaciadas.

Es importante mencionar, que así como se llevan estos tipos de ataques en medios electrónicos, muchas veces se llevan a cabo en archivos físicos (expedientes, archiveros con información en papel, y en otro tipo de medios con los que las personas están familiarizadas a trabajar todos los días (como teléfonos convencionales, celulares, cajeros automáticos, etc.); inclusive los ataques a computadoras, muchas veces, comienzan precisamente con información obtenida de una fuente

física (papeles, basura, intervención de correo, cartas, estados de cuenta que llegan a los domicilios, etc.).

Lo que motiva a un pirata informático o **Hacker** a realizar los ataques son: los *retos*, ya que ellos trabajan en generar códigos que pueden burlar la seguridad, infiltrarse en redes y sistemas para extraer o alterar la información.

Los métodos tradicionales de los Hackers son: buscar comparticiones abiertas, contraseñas deficientes, fallas y vulnerabilidades en programación, desbordamiento de buffer y denegaciones de servicios. Los Métodos más avanzados son: Rastreo de redes conmutadas (transmisión de paquetes entre nodos o redes); métodos de falseamiento y enmascaramientos de IP; códigos malintencionados y virus.

1.7.2 Mejores prácticas para la seguridad informática.

Las prácticas no son otra cosa que una cultura y educación que debemos adquirir para evitar problemas futuros en usos de equipos y sistemas. Hoy en día es tan común que usemos computadoras, cajeros automáticos, tecnologías de comunicaciones, redes e Internet, que no caemos en la cuenta de toda la que la información que manejamos, nuestra propia información, correos electrónicos, información a través de chat, datos bancarios, archivos de interés y todo nuestro trabajo cotidiano se encuentra precisamente manejado por computadoras y equipo que son vulnerables y que en un abrir y cerrar de ojos pueden sufrir de una ataque, alteraciones o descomposturas.

- **La seguridad en un equipo, nodo o computadora:** Uno de los primero puntos a cubrir son las claves de acceso, no se deben usar claves que en su constitución son muy comunes, como es el caso de las iniciales del nombre propio y la fecha de nacimiento, apodos o sobrenombres que todo mundo conoce, o constituir las de solo letras o solo números; estos tipos de claves son en las que los intrusos, Hackers y ladrones buscan de primera mano; hay que hacer combinaciones de letras mayúsculas, minúsculas y números alternadamente. Hay que cambiar periódicamente las claves de acceso, los equipos o computadoras que se encuentran más expuestos, tienen que tener un cambio más recurrente.

En cada nodo y servidor hay que usar antivirus, actualizarlo o configurarlo para que automáticamente integre las nuevas actualizaciones del propio software y de las definiciones o bases de datos de virus registrados.

Si los equipos, computadoras o servidores tienen niveles de permisos de uso de archivos y de recursos, hay que configurarlos de acuerdo a los requerimientos de la empresa o usuario, y no usar la configuración predeterminada que viene de fábrica, así como nombres y usuarios. Los intrusos, ladrones y Hackers conocen muy bien las configuraciones predeterminadas y son las que usan al momento de realizar un ataque.

En computadoras que utilicen sistemas operativos de Microsoft, hay que realizar actualizaciones periódicamente, ya que constantemente los Hacker y creadores de virus encuentran vulnerabilidades en dichos sistemas operativos. También, hay que utilizar programas que detecten y remuevan “spywares” (programas o aplicaciones que recopilan información sobre una persona u organización sin su conocimiento), existen diferentes softwares que realizan esta tarea, algunos son gratuitos y es recomendable realizar un escaneo periódico del equipo o computadora.

- **La seguridad administrativa:** Esta se basa en políticas y normas que se deben de implantar y seguir. Las políticas proporcionan las reglas que gobiernan el cómo deberían ser configurados los sistemas y cómo deberían actuar los empleados de una organización en circunstancias normales y cómo deberían reaccionar si se presentan circunstancias inusuales. Define lo que debería de ser la seguridad dentro de la organización y pone a todos en la misma situación, de modo que todo el mundo entienda lo que se espera de ellos.

Toda política debe de tener un propósito y procedimiento bien específico que articule claramente por qué fueron creadas tales políticas o procedimientos y qué beneficios se espera la organización derivada de las mismas. Cada política y procedimiento debe tener una sección que defina su aplicabilidad.

Las *políticas de seguridad* definen los requerimientos técnicos para la seguridad en un sistema de cómputo y de redes. Define la manera en que un administrador de redes o sistema debe de configurar un sistema respecto a la seguridad que requiere la empresa o el momento. Esta configuración también afecta a los usuarios, por lo tanto, debe comunicarse a la comunidad de usuarios en general de una forma pronta, oportuna y explícita.

Las *políticas de uso de las computadoras* extienden la ley en lo que respecta a quién puede utilizar los sistemas de cómputo y cómo pueden ser utilizados. Gran parte de la información en esta política parece de simple sentido común, pero si las organizaciones no las establecen específicamente, toda la organización queda expuesta a demandas legales por parte de los empleados.

Las *políticas de uso de Internet y correo electrónico* se incluyen con frecuencia en la política más general del uso de las computadoras. Sin embargo, en ocasiones se plantea en una política aparte, debido a la naturaleza específica del uso de Internet. Las organizaciones conceden conectividad a Internet a sus empleados para que éstos puedan realizar sus labores con mayor eficacia y de este modo beneficia a las organizaciones. Desgraciadamente, Internet proporciona un mecanismo para que los empleados hagan uso de los recursos de cómputo.

Las *políticas de respaldo y normalización de actividades después de un desastre* tienen que ser muy bien especificadas para que en un lapso muy corto de tiempo, la empresa u organización regrese a sus actividades y las pérdidas económicas sean mínimas o nulas.

- **La seguridad lógica:** Cada empresa debe desarrollar un procedimiento para identificar la vulnerabilidad en sus sistemas de cómputo; normalmente las exploraciones son realizadas por el departamento de seguridad y los ajustes son realizados por los administradores del sistema canalizándolos a los programadores o proveedores del sistema. Existen algunas herramientas para realizar estas pruebas, también se puede recurrir a pruebas de desempeño y análisis de código.

Seguridad técnica: Las medidas técnicas de seguridad se ocupan de la implementación de los controles de seguridad sobre los sistemas de cómputo y de red. Estos controles son manifestaciones de las políticas y los procedimientos de la organización.

Las conexiones de acceso remoto pueden ser intervenidas para obtener acceso no autorizado hacia las organizaciones y, por consiguiente, deben de estar protegidas. Este tipo de conexiones pueden ser por marcación telefónica o atreves de Internet.

El monitoreo en redes debe de llevarse a cabo para detectar diversos tipos de actividades inesperadas de virus, códigos maliciosos o uso inapropiado de ésta, existen programas como los *sniffers* para ver el tráfico o todo aquello que pasa por la red, también existen equipos como los IDS's (Intrusión Detection System) que cuentan con mecanismos para hacer análisis de paquetes y errores en las redes.

- **La seguridad física:** La seguridad física debe ser empleada junto con la seguridad administrativa y técnica para brindar una protección completa. Ninguna cantidad de seguridad técnica puede proteger la información confidencial si no se controla el acceso físico a los servidores, equipos y computadoras. Igualmente, las condiciones climáticas y de suministro de energía pueden afectar la disponibilidad de los sistemas de información.

CAPÍTULO 2: REDES INALÁMBRICAS

2.1 Introducción a las redes inalámbricas

Desde los inicios de los años 70 se ha querido reemplazar las tecnologías alámbricas por alguna que no dependa de cables. Se han probado varias tecnologías, el infrarrojo con láser y radio pero fue hasta el año 2000 que le IEEE lanzó el estándar 802.11. Este estándar usa ondas de radio para realizar la comunicación entre los diferentes dispositivos de la red

Las redes inalámbricas operan en las mismas capas OSI y usan los mismos protocolos que las redes de cable. Lo que difiere es el tipo de medio de comunicación, es decir, usan radio en lugar de cables, además de tener diferentes métodos para acceder al medio.

Dentro de las tecnologías inalámbricas dominantes en el mercado tenemos:

IEEE 802.11. Es el estándar ethernet inalámbrico, conocido también como fidelidad inalámbrica (Wireless Fidelity o Wi-Fi)

HomeRF. Conocida como, frecuencia en radio doméstica (Home RadioFrecuenci HomeRF)

Bluetooth. Una nueva tecnología de red que permite a las computadoras personales comunicarse inalámbrica mente entre sí con la gran variedad de aparatos y dispositivos electrónicos periféricos.

El tipo de hardware necesario para estas tecnologías tiene la misma función que el hardware de las redes de cable. Hablando más técnicamente, las tarjetas de red inalámbricas y los adaptadores bluetooth toman los datos que vienen de los medios de red. De igual forma también reciben paquetes de datos enviados por otros dispositivos. La única diferencia entre estos dos tipos de tecnologías de red, es que en lugar de llenar un cable de red con corriente eléctrica o disparar pulsos de luz, estos dispositivos transmiten y reciben ondas de radio.

Actualmente, muchos dispositivos modernos como computadoras portátiles, agendas electrónicas y teléfonos inteligentes, ya cuentan con las características técnicas para integrarlos en una red inalámbrica de área local o a una red bluetooth. Los diferentes fabricantes también ofrecen la alternativa de utilizar adaptadores inalámbricos o adaptadores bluetooth para instalarlos en aquellos equipos que no tengan integradas estas características técnicas. Una ventaja de las tecnologías inalámbricas es que, las tarjetas de red USB tienen la ventaja de poderse mover de un lado a otro y captar la señal inalámbrica con la misma potencia.

En el caso de las impresoras, estas se pueden configurar por medio de un adaptador para red inalámbrica o adaptadores bluetooth. Las PDAs y organizadores electrónicos también cuentan con las características técnicas necesarias para integrarlos a una red inalámbrica. Los dispositivos de interconexión entre redes inalámbricas con redes de cable o con otras redes inalámbricas se conocen como puntos de acceso inalámbricos o puentes inalámbricos. Un punto de acceso inalámbrico conecta nodos de red inalámbricos a redes inalámbricas

Muchos puntos de acceso inalámbricos son una combinación de dispositivos que actúan como hubs, switches, puentes y routers de alta velocidad. Se usan puentes inalámbricos dedicados para conectar dos segmentos de red inalámbrica o para unir redes inalámbricas y de cable de la misma forma que hacen los dispositivos puente de cable. Con ayuda de los puentes inalámbricos se pueden conectar impresoras.

Existen dos tipos de puentes inalámbricos:

- Punto a punto: solo pueden comunicarse con otro puente individual y se usa para conectar dos segmentos de red inalámbrica

- Punto a multi punto: pueden comunicarse a más de un puente por turno y se usa para conectar varios segmentos de red

Existe algunos puentes repetidores y puentes de acceso a funciones de punto de acceso y router El hardware bluetooth inalámbrico se incluye en el equipamiento integrado de las computadoras portátiles, agendas electrónicas y teléfonos móviles. Cuando se usa adaptadores porque el dispositivo no cuenta con el hardware integrado, por lo regular se usa el bus de expansión USB.

2.2 Descripción de tecnologías Inalámbricas

Las tecnologías inalámbricas se ajustan a estándares de la industria definidos por la IEEE. En ésta sección se describen los estándares 802.11 correspondientes a Ethernet inalámbrica y el estándar Bluetooth.

2.2.1 Ethernet Inalámbrica

El estándar IEEE 802.11 Ethernet Inalámbrica define métodos mediante los cuales se pueden comunicar los dispositivos usando ondas de radio de espectro disperso. Las ondas de espectro disperso emiten datos en pequeños bloques discretos a través de diferentes frecuencias. Todas las tecnologías inalámbricas basadas en 802.11 emiten y reciben en la frecuencia de 2.4 GHz, con la excepción de 802.11a, que usa la banda de 5 GHz.

802.11 define dos métodos de emisión de espectro disperso: espectro amplio de secuencia directa (DSSS) y espectro disperso de salto de frecuencia (FHSS).

DSSS envía datos en frecuencias diferentes al mismo tiempo, mientras que FHSS envía datos en una frecuencia por turno, cambiando constantemente de frecuencia (saltando). DSSS usa considerablemente más ancho de banda que FHSS (alrededor de 22 MHz en lugar de 1 MHz). DSSS es capaz de alcanzar mayor rendimiento de datos, pero también es más propensa a sufrir interferencias que FHSS. Las redes inalámbricas HomeRF son el único tipo que usa FHSS; todos los demás estándares de trabajo en redes inalámbricas basadas en 802.11 usan DSSS.

El estándar 802.11 original ha sido extendido a las variaciones 802.11a, 802.11b y 802.11g usado en las redes inalámbricas Wi-Fi y también ha sido combinado con otras tecnologías de comunicación inalámbrica para formar el Protocolo de Acceso Inalámbrico Compartido (SWAP) usado en redes HomeRF.

2.2.1.1 Fidelidad Inalámbrica (Wi-Fi)

Fidelidad Inalámbrica, o Wi-Fi, es el tipo de red inalámbrica más utilizada hoy en día. Aunado a los miles de empresas y hogares que utilizan ésta tecnología, existen gran cantidad de lugares públicos, como cafeterías y bibliotecas que ofrecen acceso a Internet a través de redes inalámbricas.

Técnicamente, sólo los dispositivos inalámbricos ajustados a las versiones extendidas del estándar 802.11 (802.11a, 802.11b y 802.11g) tienen el certificado Wi-Fi. La certificación Wi-Fi es emitida por la Alianza Wi-Fi, anteriormente denominada Alianza por la compatibilidad de Ethernet Inalámbrica o WECA, que es un grupo industrial sin fines de lucro formado por más de 175 compañías miembros que diseñan y fabrican productos para redes inalámbricas. La certificación Wi-Fi garantiza la compatibilidad entre dispositivos de red inalámbrica fabricados por distintas marcas. Los dispositivos de primera generación que usan el antiguo estándar 802.11 no tienen el certificado Wi-Fi y, por tanto, cabe la posibilidad que no funcione bien con equipo de otros fabricantes.

Los dispositivos inalámbricos sólo pueden comunicarse con otros dispositivos inalámbricos que usen el mismo estándar. La excepción a esto es el estándar 802.11g, que es compatible con dispositivos del estándar 802.11b anterior (aunque a la velocidad menor correspondiente a 802.11b).

2.2.1.1.1 Tecnología

El estándar 802.11 inalámbrico original define tasas de transmisión de datos de 1 Mbps y 2 Mbps vía ondas de radio que utilizan espectro disperso por salto de frecuencia (FHSS) o espectro disperso de secuencia directa (DSSS). En la técnica de salto de frecuencia, la banda de 2.4 GHz se divide en 75 subcanales de 1 MHz cada uno. Emisor y receptor acuerdan un patrón de salto de frecuencias sobre el cual se envían los datos. En las redes 802.11 cada conversación ocurre sobre un patrón de salto diferente, y los patrones son diseñados para minimizar la posibilidad de que dos emisores utilicen el mismo subcanal simultáneamente.

Las técnicas FHSS permiten un diseño relativamente simple, pero están limitadas a velocidades no mayores de 2 Mbps. Esta limitación viene impuesta por el ancho de banda del subcanal de 1 MHz, el cual fuerza a los sistemas FHSS a utilizar la banda de 2.4 GHz completa.

DSSS divide la banda de 2.4 GHz en 14 canales de 22 MHz. Los canales adyacentes se traslapan uno a otro parcialmente, tres de los catorce no se traslapan. Los datos son enviados a través de estos canales de 22 MHz sin salto a otros canales. Para compensar el ruido de un canal determinado se utiliza una técnica llamada "chipping". Cada bit de dato de usuario es convertido a una serie de patrones de bits redundantes denominados "chips". La redundancia inherente de cada chip combinada con el esparcimiento de la señal a través de los 22 MHz proporciona un mecanismo de verificación y detección de errores; aún si parte de la señal está dañada, puede ser recuperada en muchos casos, minimizando la necesidad de retransmisiones.

802.11a utiliza OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) para liberar hasta 54 Mbps en la banda ISM de 5 GHz. Se utilizan 52 frecuencias diferentes, 48 para datos y 4 para sincronización. Debido a que la transmisión está presente en múltiples frecuencias al mismo tiempo se considera a ésta tecnología una variante de espectro disperso. HRDSS (High Rate Direct Sequence Spread Spectrum), es otra técnica de espectro disperso, la cual utiliza 11 millones de chips por segundo para lograr 11 Mbps en la banda de los 2.4 GHz. Se denomina 802.11b pero no es una extensión de 802.11a. De hecho, 802.11b fue aprobado primero y salió al mercado antes que 802.11^a

2.2.1.1.2 Modos de operación

La red inalámbrica más simple consiste de dos o más PC comunicándose directamente entre sí sin cables ni ningún otro cable intermediario. Redes inalámbricas más complejas usan un punto de acceso para centralizar la comunicación inalámbrica y para unir segmentos de red inalámbrica con segmentos de red de cable. Estos dos métodos (o modos) reciben los nombres modo ad-hoc y modo infraestructura.

2.2.1.1.2.1 Modo ad-hoc

El modo ad-hoc a veces recibe el nombre de modo entre iguales (peer to peer), con cada nodo inalámbrico en contacto directo con todos los demás nodos de forma descentralizada. El modo ad-hoc es similar a la topología malla y se muestra en la Figura 2.1.

Dos o más nodos inalámbricos que se comunican en el modo ad-hoc forman un Set de Servicio Básico Independiente (IBSS). Se trata de una unidad de organización básica en las redes inalámbricas. Las redes en el modo ad-hoc son adecuadas para grupos pequeños de ordenadores (menos de una docena) que necesiten transferir archivos o compartir impresoras. Las redes ad-hoc también son buenas para redes temporales, como grupos de estudio o reuniones de empresa.

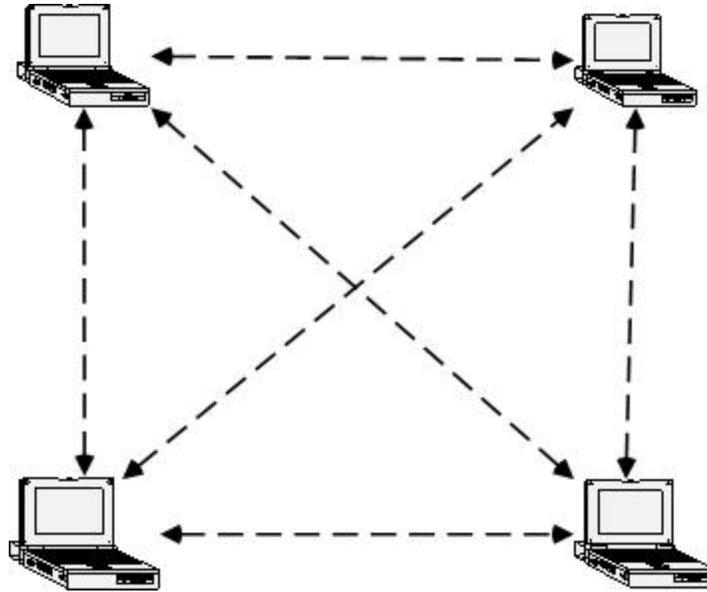


Figura 2.1. Modo ad-hoc. Cada nodo inalámbrico está en contacto directo con todos los demás nodos de forma descentralizada.

En general no se utilizan las redes ad-hoc para el trabajo diario, debido a que no se puede usar una red ad-hoc para conectar con otras redes a menos que una de las máquinas esté ejecutando Compartir conexión de Internet (ICS) o algún equivalente. Es más común ver redes inalámbricas en el modo infraestructura.

2.2.1.1.2.2 Modo infraestructura

Las redes inalámbricas en modo infraestructura usan uno o más puntos de acceso inalámbricos para conectar centralmente los nodos de la red inalámbrica. Esta configuración es similar a la topología estrella de una red de cable. En la Figura 2.2 se muestran 5 Laptops conectadas en modo infraestructura. También se usa el modo infraestructura para conectar segmentos de red inalámbrica con segmentos de cable.

Un solo punto de acceso inalámbrico que presta servicio a un área dada se llama Set de Servicio Básico (BSS). Esta área de servicio puede extenderse añadiendo más puntos de acceso. Esto se llama propiamente Set de Servicio Básico Extendido (EBSS).

Las redes inalámbricas en el modo infraestructura requieren un poco más de planificación que las redes ad-hoc y proporcionan un entorno estable para instalaciones de red inalámbrica permanentes. El modo infraestructura es más adecuado para redes de empresa o redes que tienen que compartir recursos dedicados como conexiones a Internet y bases de datos centralizadas.

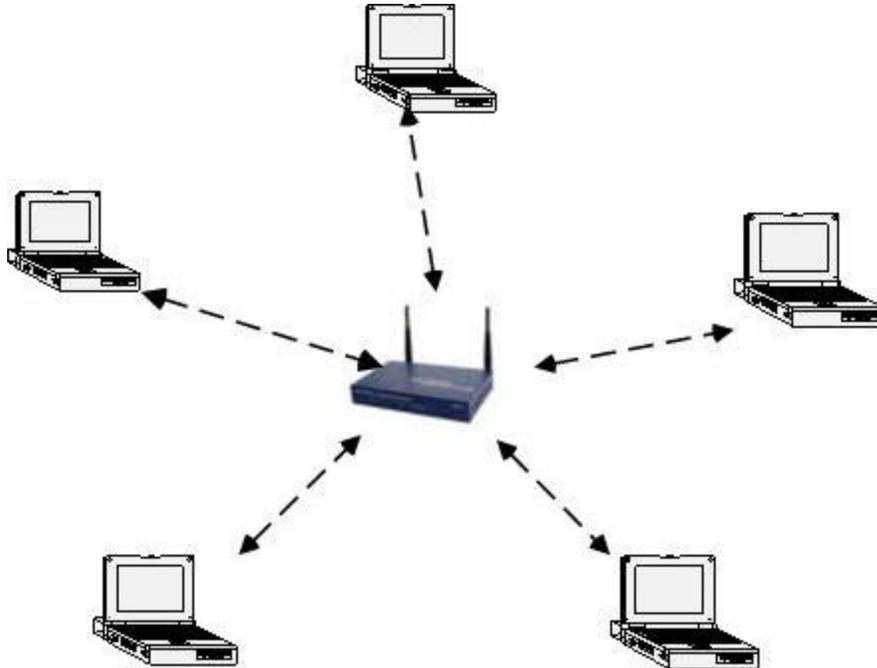


Figura 2.2. Modo infraestructura. Cada nodo inalámbrico está conectado con Acces Point mediante el cual entran en contacto con los demás dispositivos o una red alámbrica.

2.2.1.1.3 Estándares 802.11

2.2.1.1.3.1 802.11

Actualmente son muy raros los dispositivos que utilizan el estándar 802.11. 802.11 se vio limitado por la baja velocidad por su baja velocidad (un máximo de 2 Mbps) y corto alcance (unos 50 metros), pero 802.11 empleó algunas de las mismas funciones que están en uso en los estándares inalámbricos actuales. 802.11 usa el rango de emisión de 2.4 GHz y se proporciona seguridad mediante el uso de cifrado WEP y WPA estándar en la industria.

2.2.1.1.3.2 802.11^a

802.11a fue desarrollado después que 802.11b. 802.11a difiere de los otros estándares basados en 802.11 de forma importante. La primera es que opera en un rango de frecuencias diferente, 5 GHz. El rango de 5 está mucho menos poblado que el rango de 2.4 GHz, reduciendo la posibilidad de que aparatos como un horno de microondas o un teléfono produzcan interferencias. 802.11a también ofrece bastante más rendimiento que 802.11 y 802.11b, con velocidades de hasta 54 Mbps. Sin embargo, en alcance tiene un máximo de 50 metros. A pesar de la superior velocidad de 802.11a no ha sido adoptado mayoritariamente por las PC.

En la tabla 2.1 se muestran los canales 802.11a. El espaciamiento entre canales es de 20 MHz. La banda UNII-3 únicamente se utiliza para puenteo punto a punto y punto – multipunto en exteriores.

Región	Banda	Identificador de Canal	Frecuencia central
América	UNII-1	36	5180
		40	5200
		44	5220
		48	5240
	UNII-2	52	5260
		56	5280
		60	5300
		64	5320
	UNI-3	149	5745
		153	5765
157		5785	
161		5805	
Japón	UNII banda baja	34	5170
		38	5190
		42	5210
		46	5230
Singapur	UNII banda baja	36	5180
		40	5200
		44	5220
		48	5240
Taiwán	UNII banda baja	52	5260
		56	5280
		60	5300
		64	5320

Tabla 2.1 Canales 802.11a. El espaciamiento entre canales 802.11a es de 20 MHz.

Los canales 802.11a no se traslapan entre sí, por lo que en el diseño de una red inalámbrica se pueden utilizar los doce canales simultáneamente.

2.2.1.1.3.3 802.11b

Es el estándar más utilizado en redes inalámbricas. Este estándar produce rendimientos de datos de hasta 11 Mbps, a la par con las antiguas redes de cable 10BaseT, y un alcance de 100 metros bajo condiciones ideales. Las redes 802.11b pueden asegurarse usando cifrado WEP y WPA. El principal inconveniente de usar 802.11b es, de hecho, su popularidad. La frecuencia de 2.4 GHz es un lugar tan superpoblado que es muy probable sufrir y provocar interferencias con otros dispositivos inalámbricos.

La máxima tasa de transmisión de una conexión 802.11b es de 11Mbps. Esta velocidad nunca se obtiene en la práctica debido a la información de encabezado y a otros factores. La velocidad máxima que percibe el usuario regularmente es de 4 a 5Mbps. Este rendimiento considera que el cliente inalámbrico se encuentra en una proximidad muy cercana, a unos pocos metros, de la estación base. El rendimiento de una conexión WiFi es sensible a la distancia que guarda el dispositivo con la estación base, por lo que la velocidad máxima que alcanza la conexión disminuye a medida que aumenta la distancia.

La diferencia existente entre la tasa teórica y la tasa real para 802.11b se debe principalmente a la información de encabezado. WiFi genera una gran cantidad de encabezado con el fin de mantener las conexiones, coordinar el envío y reconocimiento de mensajes, y mantener información de estado. El rendimiento también disminuye cuando se presenta interferencia en el rango 802.11b de

2.4GHz. La interferencia frecuentemente causa retransmisiones debido a la corrupción o a la pérdida de paquetes.

Algunos productos propietarios basados en WiFi, que son extensiones de 802.11b, ofrecen velocidades de hasta 22Mbps. Sin embargo, el rendimiento real de estos dispositivos no duplica la velocidad de una red 802.11b típica. El pico máximo que alcanza este tipo de dispositivos alcanza los 6 o 7Mbps.

2.2.1.1.3.4 802.11g

802.11g ofrece velocidades de transferencia de datos equivalentes a la de 802.11a, hasta 54 Mbps, y un alcance de 100 metros. 802.11g es compatible con 802.11b, por lo que el mismo punto de acceso inalámbrico 802.11g puede prestar servicio a nodos 802.11b y 802.11g.

Algunos dispositivos de red inalámbricos que soportan velocidades de 108Mbps son compatibles con 802.11g. Ejemplos de estos dispositivos son los enrutadores y adaptadores “Xtreme G” y “Super G”. Estos productos utilizan extensiones propietarias al estándar 802.11g para lograr un mayor rendimiento. Si un producto de 108Mbps se conecta a un dispositivo 802.11g, su rendimiento cae a un máximo teórico de 54Mbps.

La velocidad que el usuario final percibe en la velocidad de la red está por debajo de los 108Mbps, y de los 54Mbps para el caso de dispositivos 802.11g estándar. Los 54Mbps representan un máximo teórico. Éste número incluye una cantidad considerable de información de encabezado que las conexiones WiFi deben intercambiar para garantizar la seguridad y la confiabilidad. La tasa de transmisión de datos que intercambian las redes 802.11g siempre ocurre por debajo de los 54Mbps.

Además, 802.11g y otros protocolos de red WiFi incluyen una característica llamada escalamiento dinámico de tasa (dynamic rate scaling). Si la señal transmitida entre dos dispositivos WiFi no tiene la potencia requerida, entonces no soporta la velocidad máxima de 54Mbps. La velocidad máxima se reduce a una tasa menor que permita mantener la conexión. Es bastante común que las conexiones 802.11g operen a tasas de transmisión de 36Mbps, 24Mbps, o menores. Estas velocidades se vuelven los nuevos máximos teóricos para esa conexión, las velocidades percibidas por el usuario son a su vez menores debido a la información de encabezado.

La banda de los 2.4 GHz en la cual operan las redes 802.11b/g es una banda ISM, esto quiere decir que está destinada a usos industriales, científicos, y médicos. Esta banda, al igual que la banda de los 5 GHz a la cual operan las redes 802.11a no requieren licencia para su uso. Los dispositivos que operan en esta banda deben cumplir una serie de requisitos principalmente en lo que se refiere a la potencia de transmisión, que debe mantenerse baja con el fin de evitar la interferencia con otros dispositivos. Los estándares 802.11b/g definen 11 canales en los cuales pueden operar las redes WiFi en los 2.4 GHz. El espaciamiento entre canales es de 5 GHz. En la Tabla 2.2 se muestran los canales definidos para las redes 802.11b y 802.11g. El número de canales disponibles varía en función del organismo regulados. En Estados Unidos y en México se tienen 11 canales. En Europa se tienen 13, y en Japón 14.

Identificador de Canal	Frecuencia central (MHz)	América (FCC)	ESTI (EMEA)	Japón (TELEC)	Israel (MOC)
1	2412	X	X	X	
2	2417	X	X	X	
3	2422	X	X	X	
4	2427	X	X	X	
5	2432	X	X	X	
6	2437	X	X	X	

7	2442	X	X	X	X
8	2447	X	X	X	X
9	2452	X	X	X	X
10	2457	X	X	X	X
11	2462	X	X	X	X
12	2467		X	X	X
13	2472		X	X	
14	2477			X	

Tabla 2.2 Canales 802.11b/g. El número de canales varía dependiendo del organismo regulador. El espaciado entre canales es de 5 MHz.

2.2.1.1.4 Especificaciones 802.11

Estándar	802.11	802.11a	802.11b	802.11g
Rendimiento máximo	2 Mbps	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps
Alcance máximo	150 pies	150 pies	300 pies	300 pies
Frecuencia	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz
Seguridad	SSID, filtrado de direcciones MAC, estándares de la industria WEP y WPA	SSID, filtrado de direcciones MAC, estándares de la industria WEP y WPA	SSID, filtrado de direcciones MAC, estándares de la industria WEP y WPA	SSID, filtrado de direcciones MAC, estándares de la industria WEP y WPA
Compatibilidad	802.11	802.11a	802.11b	802.11b 802.11g
Método de espectro disperso	DSSS	DSSS	DSSS	DSSS
Método de comunicación	Ad-hoc o infraestructura	Ad-hoc o infraestructura	Ad-hoc o infraestructura	Ad-hoc o infraestructura
Descripción	El estándar inalámbrico 802.11 original. Solo visto en los dispositivos de red inalámbrica de la primera generación	Los productos que se adhieren a este estándar se consideran "con certificado Wi-Fi". Ocho canales disponibles. Menos propensos a interferencias que 802.11b y 802.11g	Los productos que se adhieren a este estándar se consideran "con certificado Wi-Fi". Catorce canales disponible en la banda 2.4 GHz. Tres canales no superpuestos.	Los productos que se adhieren a este estándar se consideran "con certificado Wi-Fi". Mejoras de seguridad. Catorce canales disponibles en la banda 2.4 GHz. Tres canales superpuestos.

Tabla 2.3 Especificaciones de los estándares 802.11

2.2.1.1.5 Comparación de precios en el mercado

En este capítulo se muestran tablas comparativas con los precios del hardware utilizado para la construcción de redes inalámbricas Wi-Fi. Se ofrecen cifras de dispositivos de algunos de los principales proveedores existentes en el mercado. En todas las tablas se muestra el dispositivo, el fabricante, el rango de precios del dispositivo, y el SKU (acrónimo de Stock Keeping Unit) del dispositivo.

2.2.1.1.5.1 Adaptadores de Red

En la Tabla 2.3 se muestra diferentes dispositivos NIC disponibles en el mercado de los fabricantes Linksys, NetGear, 3Com, y D-Link. Las características que distinguen a éstos dispositivos entre sí son en primer lugar el estándar que cumplen, ya sea 802.11a, b, ó g, y también el tipo de puerto que utilizan: PCMCIA para laptops, PCI para PCs, USB, ó CF.

Dispositivo	Fabricante	Rango de precios	SKU
NIC PCMCIA 32 bits IEEE 802.11b/g 108 Mbps Antena retráctil	3Com	\$1,012.86 - \$1,237.85	3CRXJK10075
NIC PCMCIA 32 bits IEEE 802.11b 11Mbps Antena retráctil	3Com	\$337.51 - \$1,069.13	3CRWE62092B
NIC USB IEEE 802.11b	3Com	\$1,237.95	3CRWE254G72
NIC PCI IEEE 802.11b	3Com	\$292.61 - \$1,418.01	3CRDW696
NIC PCI IEEE 802.11b/g	3Com	\$1,350.49	3CRWE154G72
NIC USB IEEE 802.11b/g hasta 54 Mbps	Linksys	\$506.09 - \$730.95	WUSB54G
NIC PCI IEEE 802.11 b/g hasta 54 Mbps	Linksys	\$393.78 - \$753.91	WMP54G
NIC PCI IEEE 802.11 b/g hasta 240 Mbps con 3 antenas	Linksys	\$927.78 - \$1,237.83	WMP54GX4
NIC USB IEEE 802.11 b	Linksys	\$135.05 - \$618.97	WUSB11
NIC PCMCIA 32 bits IEEE 802.11 b/g	Linksys	\$562.70 - \$1,125.29	WPC54GX
NIC PCI IEEE 802.11g hasta 108Mbps	Linksys	\$1,018.38 - \$1,350.37	WMP54GX
NIC PCMCIA 32 bits IEEE 802.11b/g 54Mbps	Linksys	\$445.66 - \$900.21	WPC54G
NIC PCMCIA 32 bits IEEE 802.11b/g 54Mbps con un incremento de hasta 35%	Linksys	\$596.35 - \$1,035.37	WPC54GS
NIC PCMCIA 32 bits IEEE 802.11 b/g hasta 108 Mbps	Linksys	\$787.22 - \$1,125.29	WPC54GX4
NIC USB 802.11b/g con detector de redes WiFi y display integrado	Linksys	\$742.99 - \$1,012.75	WUSBF54G
NIC USB 802.11b/g (la diferencia con el WUSB54G es el tamaño)	Linksys	\$557.08 - \$730.95	WUSB54GC
NIC PCI IEEE 802.11 Draft N hasta 300 Mbps	Linksys	\$1,125.29 - \$1,349.92	WMP300N
NIC CF Type II 802.11b/g	Linksys	\$855.19 - \$1,077.24	WCF54G

NIC CF Type I 802.11b	Linksys	\$415.84	WCF12
NIC PCI IEEE 802.11b	Linksys	\$315.11 - \$537.94	WMP11
NIC USB IEEE 802.11b/g con range booster	Linksys	\$659.37 - \$833.14	WUSB54GR
NIC PCMCIA IEEE 802.11a/b/g	Linksys	\$528.94 - \$1,125.29	WPC55AG
NIC PCI IEEE 802.11a/b/g	Linksys	\$562.59 - \$1,237.95	WMP55AG
NIC USB IEEE 802.11a/b/g	Linksys	\$535.92 - \$1,125.29	WUSB54AG
NIC PCMCIA IEEE 802.11a	Linksys	\$821.55 - \$1,541.80	WPC54A
NIC PCMCIA IEEE 802.11a/b	Linksys	\$877.25 - \$945.34	WPC51AB
NIC PCI IEEE 802.11b/g	D – Link	\$337.51 - \$630.11	DWLG510
NIC USB IEEE 802.11b/g	D – Link	\$393.78 - \$674.68	DWLG122
NIC PCMCIA IEEE 802.11b/g hasta 108Mbps	D – Link	\$382.64 - \$844.05	DWLG650
NIC USB IEEE 802.11b/g hasta 108Mbps	D – Link	\$315.11 - \$787.67	DWLG132
NIC PCMCIA IEEE 802.11b/g	D – Link	\$281.35 - \$630.11	DWLG630
NIC PCI IEEE 802.11b/g hasta 108Mbps	D – Link	\$562.70 - \$833.14	DWLG550
NIC USB IEEE 802.11a/b/g hasta 108Mbps	D – Link	\$610.76 - \$1,125.29	DWLAG132
NIC PCMCIA 802.11a/b/g hasta 108Mbps	D – Link	\$677.04 - \$922.83	DWLAG660
NIC PCI 802.11b/g/n	D – Link	\$805.00 - \$1,125.29	DWLG520M
NIC PCI 802.11b	D – Link	\$337.62 - \$562.14	DWL520
NIC PCMCIA 802.11b/g/Pre-N	D – Link	\$733.65 - \$1,215.44	DWLG650M
NIC PCMCIA 802.11a hasta 108Mbps	D – Link	\$652.73 - \$1,226.58	DWLA650
NIC Compact Flash Type II IEEE 802.11b	D – Link	\$1,519.30	DCF650W
NIC PCMCIA IEEE 802.11b	D – Link	\$326.37	DWL650H
NIC PCI IEEE 802.11a/b	D – Link	\$826.05	DWLAB520
NIC USB IEEE 802.11b/g	Netgear	\$325.69 - \$1,665.94	WG111
NIC PCMCIA 802.11b/g	Netgear	\$382.53 - \$1,585.24	WG511
NIC PCI 802.11b/g	Netgear	\$334.25 - \$1,579.84	WG311

NIC PCMCIA IEEE 802.11b/g hasta 108Mbps	Netgear	\$562.59 - \$1,707.69	WG511T
NIC USB IEEE 802.11b/g hasta 108Mbps	Netgear	\$496.30 - \$1,710.05	WG111T
NIC PCMCIA IEEE 802.11b/g hasta 240Mbps	Netgear	\$787.67 - \$1,959.78	WPNT511
NIC USB IEEE 802.11b	Netgear	\$674.78 - \$1,744.38	MA111
NIC USB IEEE 802.11a/b/g hasta 108Mbps	Netgear	\$862.51 - \$1,831.93	WG111U
NIC USB IEEE 802.11b/g hasta 240Mbps	Netgear	\$1,406.19	WPNT121
NIC PCMCIA IEEE 802.11b/g hasta 108Mbps	Netgear	\$787.67 - \$1,959.55	WPN511
NIC USB IEEE 802.11b/g hasta 108Mbps	Netgear	\$660.05 - \$1,959.89	WPN111
NIC PCI IEEE 802.11b/g hasta 108Mbps	Netgear	\$776.42 - \$1,956.07	WPN311
NIC PCMCIA 802.11a/b/g	Netgear	\$658.36 - \$1,876.84	WAG511
NIC PCI IEEE 802.11a/b/g	Netgear	\$620.10 - \$913.49	WAG311
NIC PCMCIA 802.11b	Netgear	\$280.79 - \$562.14	MA521
NIC PCMCIA 802.11b/a	Netgear	\$337.62	WAB501
NIC PCMCIA 802.11 ^a	Netgear	\$1,237.83	HA501

Tabla 2.4 Tabla comparativa de NICs inalámbricos disponibles en el mercado

Al igual que los routers, las tarjetas NIC también presentan variaciones en los precios. La principal característica que determina el precio es el estándar que soporta la tarjeta, las tarjetas que únicamente soportan el 802.11b son mucho más baratas que las 802.11b/g. Existen tarjetas de costo más elevado que soportan 802.11preN, y operan a tasas de transmisión más altas, de 108, 240 y 300 Mbps. También existe una diferencia en cuanto al tipo de conector que utilizan, en general los adaptadores USB son más baratos que las tarjetas PCMCIA y las CardBus de las laptops. Las CompactFlash también son de precio más elevado. Existen algunas tarjetas que tienen características especiales integradas que son más amigables para el usuario pero que también implican un costo más elevado. Por ejemplo, algunas tarjetas tienen un display integrado que muestra las redes inalámbricas disponibles y permite seleccionar la red a la que se desea conectar. Las diferencias en las dimensiones también influyen en el precio del dispositivo. Existen modelos de adaptadores USB que soportan los mismos estándares, la única diferencia es el tamaño, y la portabilidad que ofrecen los más pequeños implica que tengan un mayor precio.

2.2.1.1.5.2 Enrutadores inalámbricos

En la tabla 2.2 se muestra información de varios modelos de enrutadores inalámbricos. La mayoría de los enrutadores funcionan también como Access Points. Los fabricantes que se consideran son Linksys, D-Link, NetGear, y 3Com.

Dispositivo	Fabricante	Rango de precios	SKU
Access Point, Router, Switch 802.11g, 4 puertos 802.11b, 100BaseT, 10BaseT, internet cable, dsl, access point	Linksys	\$661.59 - \$810.31	WRT54GL
Access Point, Router, Switch 4 puertos 802.11g, 802.11b, 10BaseT, 100BaseTX	Linksys	\$452.26 - \$904.63	WRT54GC
Access Point, Router, Switch 4 puertos 802.11n/g/b, 10/100BaseT	Linksys	\$1,257.02 - \$1,696.28	WRT300N
Access Point, Router, Switch 4 puertos 802.11 preN/g/b, 10/100BaseT. Hasta 108 Mbps	Linksys	\$961.29 - \$1,357.00	WRT54GX2
Access Point, Router, Switch 802.11g/b, 3 puertos 10/100BaseT.	Linksys	\$554.04 - \$1,470.09	WRT54GP2
Acces Point, Puente, Router, Switch, 802.11g/b, 10/100BaseT, Hasta 100 Mbps	Linksys	\$729.07 - \$1,024.85	WRV200
Access Point, Router, Adaptador de red, 802.11g/b, 10/100BaseT, Hasta 100 Mbps, 1 puerto	Linksys	\$877.19 - \$1099.82	WTR54GS
Access Point, Router 10/100BaseT, 802.11b 4 puertos	Linksys	\$535.38 - \$1,025.32	BEFW11S4
Access Point, Router, adaptador de red para dispositivos de almacenamiento, 802.11g/b hasta 108 Mbps, 10/100BaseT	Linksys	\$1,065.30 - \$1,513.52	WRTSL54GS
Acces Point, Router portátil 802.11g/b, 10/100BaseT	D-Link	\$488.44 - \$797.44	DWLG730AP
Access Point, Router, Modem ADSL, 802.11b/g, 10/100BaseT	D-Link	\$1,429.78 - \$1,857.61	DSL604T
Access Point, router, 802.11b/g, 10/100BaseT, 5 puertos	D-Link	\$2,164.21	DI764
Access Point, Router, Bridge, Switch 10/100/1000BaseT, 802.11 DraftN,/g/b hasta 300Mbps, 4 puertos	NetGear	\$1,697.64 - \$1,980.20	WNR854T
Access Point, Router, 802.11b/g	NetGear	\$625.74 - \$1,812.15	WGR101
Access Point, Router 802.11g/b, 10/100BaseT, 4 puertos	3Com	\$784.56 - \$1,253.29	3CRWE554G 72TU
Access Point, Router, Adaptador de Red, 102.11b/g, 10/100BaseT	3Com	\$698.58 - \$1,082.39	3CRTRV100 75
Access Point, Adaptador de Red, Router, 102.11b/g, 10/100BaseT, 4 puertos	3Com	\$785.02 - \$797.44	3CRTRV100 75

Tabla 2.5 Tabla comparativa de enrutadores inalámbricos disponibles en el mercado

La columna "Rango de Precios" muestra el rango en el que se encuentran los precios de un dispositivo en diferentes sitios de comercio electrónico. Como puede observarse el precio de un modelo puede variar hasta 300 pesos dependiendo del sitio en el que se adquiera. Prácticamente todos los enrutadores ofrecen la funcionalidad de punto de acceso, switch y router, e implementan los esquemas de seguridad WEP, WPA, y WPA2. Las características que determinan la variación en el precio son principalmente la velocidad y el alcance que ofrece el access point. Linksys maneja básicamente 3 tecnologías, que son Wireless G, Wireless G SRX, y Wireless N. Wireless G implementa el estándar 802.11g por lo que ofrece un máximo teórico de 54 Mbps y 100 pies de alcance. Wireless SRX utiliza la tecnología MIMO, incrementa la velocidad de Wireless G un 500% y duplica el alcance. La variación en el precio entre los modelos WRT54GL, que trabaja con Wireless G, y WRT54GX2, que trabaja con Wireless G SRX, es de aproximadamente 300 pesos comparando el precio más bajo entre ambos modelos. Wireless N implementa el draft del estándar 802.11n de la IEEE. La velocidad que maneja es 12 veces la alcanzada por Wireless G y el alcance se multiplica por un factor de 4, ambos parámetros duplican el rendimiento alcanzado con Wireless G SRX. Tomando como referencia el modelo WRT300N, la diferencia en precio entre un producto Wireless N y un G SRX es de aproximadamente 300 pesos. El precio del WRT300N es 600 pesos más caro que el WRT54GL de Wireless G.

D-Link maneja 802.11b y 802.11g. No ofrece dispositivos que implementen el draft del estándar 802.11n. El precio más bajo del modelo DSLG604T es de \$1479.78 y tiene características similares a las del modelo WRT54GL de Linksys, que tiene un costo mínimo de \$661.59. La diferencia de aproximadamente \$800 se debe a que el producto de D-Link tiene integrado un módem ADSL, mientras que en el caso de los productos de Linksys el módem no viene integrado. Por otra parte, D-Link no maneja SPI en el firewall, al menos en este modelo. D-Link también cuenta con el modelo DWLG730AP que implementa el estándar 802.11g. Este modelo se encuentra a un precio mínimo de \$488.44, y esta casi \$200 pesos por debajo del WRT54GL de Linksys que implementa 802.11g. La peculiaridad del DWLG730AP es que trabaja en tres modos: router, access point, o cliente inalámbrico, pero no tiene el switch integrado.

NetGear maneja básicamente dos tecnologías: 802.11g y Next Range Max, que es la implementación que NetGear hace del draft 802.11n. Next Range Max se basa en la tecnología MIMO y alcanza velocidades de hasta 300 Mbps, por lo que su rendimiento es similar al alcanzado por Wireless G SRX de Linksys, pero queda muy por debajo de Wireless N. El modelo WNR854T implementa Next Range Max, su precio mínimo es de \$1697.64. Comparado con el WRT54GX2 de Linksys que ofrece aproximadamente la misma velocidad, el WNR854T es 700 pesos más caro. Esto se debe a que el switch que viene integrado con el producto de NetGear cuenta con 5 puertos Gigabit Ethernet multivelocidad que pueden operar a 10, 100, y 1000 Mbps.

3Com ofrece productos que operan bajo los estándares 11b y 11g. Hasta el momento no tiene productos que implementen el borrador 802.11n. Los precios que maneja 3Com son similares a los que maneja Linksys para modelos de las mismas características. El 3CRWE554G72TU tiene una funcionalidad parecida al WRT54GL, la diferencia en precio es de aproximadamente 100 pesos.

Como conclusión se puede asegurar que existe un amplio rango de precios en los que se puede adquirir un router inalámbrico. Estas variaciones de precio se deben tanto a la marca como a las características de los dispositivos. Existen routers que únicamente soportan 802.11b, este es el tipo de routers más económico. Algunos modelos utilizan tecnologías que permiten alcanzar velocidades mayores a los 54Mbps que marca el estándar 802.11g, estas tecnologías pueden alcanzar desde los 300Mbps, y hay algunos modelos que trabajan a 600Mbps. A medida que se incrementa la velocidad también aumenta el precio. Estos routers en general trabajan a esas velocidades únicamente con dispositivos del mismo fabricante que cuentan con la misma tecnología. Son compatibles con dispositivos 802.11g estándar pero bajan la tasa de transmisión de la conexión a un máximo de 54Mbps. Algunos modelos cuentan con sistemas de antenas que permiten aumentar el alcance. Los fabricantes se basan en el estándar 802.11n que aún no está ratificado para implementar estas tecnologías. NetGear tiene los productos RangeMax y Linksys trabaja con los productos Wireless-N. Las tecnologías de Ethernet alámbrica que soporta el router

también influyen en el precio. En general soportan 10/100BaseT, los routers que cuentan con interfaces Gigabit Ethernet tienen un mayor precio.

2.2.1.1.5.3 Puntos de Acceso

En la Tabla 24 se muestran Puntos de Acceso de los fabricantes Linksys, NetGear, 3Com, y D-Link. Los enrutadores inalámbricos mostrados en la Tabla 2.2 tienen también son Puntos de Acceso.

Dispositivo	Fabricante	Rango de precios	SKU
Access Point 102.11b/g	Linksys	\$683.50 - \$979.85	WAP54G
Access Point 102.11b/g hasta 108Mbps	Linksys	\$1,496.20 - \$1,822.86	WAP54GX
Access Point 102.11b/g/a	Linksys	\$1,251.93 - \$2,928.15	WAP55AG
Access Point 102.11b	Linksys	\$319.02 - 398.78	WAP11
Access Point 802.11a	Linksys	\$1,697.07 - \$3,178.81	WAP54A
Access Point 802.11b/g	3Com	\$797.55 - \$1,367.23	3CRWE454G 72
Access Point 802.11a/b/g	3Com	\$1,561.26 - \$2,107.81	3CRWE454A 72U
Access Point 802.11b	3Com	\$626.65	3CRWE2009 6A
Access Point 802.11b 2 puertos	3Com	\$1,006.51 - \$1,127.96	3CRWE8009 6A
Access Point 802.11b/g	NetGear	\$625.74 - \$1,752.67	WG602
Access Point 802.11b/g hasta 108Mbps	NetGear	\$911.37 - \$1,423.7	WPN802
Access Point 802.11g PoE	NetGear	\$2,215.59 - \$2,714.52	WG302
Access Point 802.11b	NetGear	\$1,024.85	ME102
Access Point 802.11b, 10/100BaseT	NetGear	\$1,708.47	ME103
Access Point 802.11b/g hasta 108Mbps	D-Link	\$1,298.87 - \$2,149.09	DWL2200AP
Access Point 802.11b/g hasta 108Mbps	D-Link	\$822.62 - \$1,331.68	DWL2100AP
Access Point 802.11b/g hasta 108Mbps	D-Link	\$1,663.46 - \$2,848.28	DWL3200AP
Access Point, Bridge 802.11b/g hasta 108 Mbps	D-Link	\$1,697.64 - \$2,910.95	DWL7200AP
Access Point 802.11b/a/g	D-Link	\$1,071.00 - \$1,569.58	DWL7100AP
Access Point 802.11b/g, 10/100BaseT	D-Link	\$658.43 - \$911.26	DWLG700AP
Access Point, Bridge, 802.11a/b/g, 10/100BaseT	D-Link	\$3,440.86 - \$4,956.09	DWL8200AP
Access Point, Bridge, Range Extender, 802.11b/g/a,	D-Link	\$6,334.83 - \$11,382.18	DWL7700AP

10/100BaseT			
Access Point 802.11b/g/a 10/100BaseT	D-Link	\$1,124.09 - \$1,481.05	DWLAG700A P
Access Point 802.11b/g/a 10/100BaseT	D-Link	\$2,174.01 - \$2,893.85	DWL8220AP

Tabla 2.6 Tabla comparativa de NICs inalámbricos disponibles en el mercado

Las consideraciones con respecto al precio para los Access Point son parecidas a las relacionadas con los routers. Los Access Point que soportan 802.11b/g son más caros que los que únicamente soportan 802.11b. Los dispositivos con aumentos en la velocidad o en el alcance son más caros que los dispositivos estándar. El número de usuarios soportados también influye en el precio.

Los modelos WAP54G, 3CRWE454G72, y WG602 de Linksys, 3Com, y NetGear cumplen con el estándar 802.11g, operan a 54 Mbps y comparten características similares. Entre estos modelos las diferencias de precio son de aproximadamente 100 pesos. Los modelos que presentan un mayor precio son aquellos que ofrecen varios modos de operación. El modelo WG302 de NetGear tiene un precio de \$2,215.59, más de 1200 pesos por arriba del modelo 802 de la misma marca que también opera a 108 Mbps. La diferencia en el precio radica en que el 302 puede utilizarse para aumentar el alcance de la red inalámbrica debido a que puede operar en los modos: Access Point, Puente Punto Punto, Puente Punto Multipunto, y como repetidor. D-Link también tiene varios modelos similares. Los modelos 2200 y 7200 pueden operar también operan en estos cuatro modos, la diferencia entre ellos radica en que el 2200 opera con 802.11b/g y el 7200 opera en banda dual por lo que también soporta 802.11a.

2.2.1.1.6 Consideraciones de Diseño

El diseño de una red inalámbrica consta de dos partes principales: el diseño del sistema de distribución y el diseño de RF. El sistema de distribución es la infraestructura mediante la cual conectamos los dispositivos inalámbricos a la red alámbrica. El diseño de RF se enfoca en la parte inalámbrica de la red y abarca la elección de la tecnología que se va a utilizar, el análisis del sitio y la ubicación de los puntos de acceso.

2.2.1.1.6.1 Sistema de Distribución

La mayoría de las LAN inalámbricas requieren más de un punto de acceso para proporcionar cobertura en toda el área de interés. El estándar 802.11 define un sistema de distribución que se encarga de facilitar el roaming entre varios puntos de acceso y la conexión a recursos en la red alámbrica. El sistema de distribución proporciona conexiones alámbricas entre los puntos de acceso. De acuerdo con el estándar, el sistema de distribución puede ser de cualquier tecnología, tal como Ethernet, Token Ring, o cualquier otro tipo de red. La mayoría de las redes utilizan Ethernet.

Un sistema de distribución basado en 802.3 incluye dispositivos hub y switch que enlazan PCs y puntos de acceso equipados con NICs 802.3. Esto crea un backbone alámbrico en el cual pueden operar los protocolos de roaming de la WLAN. La mayoría de los puntos de acceso realizan la conexión al switch mediante un conector RJ-45 y cables de par trenzado CAT5. El cable CAT5 puede ser de hasta 100 metros. Debido a esto, se necesita planear la instalación de conmutadores y concentradores de tal manera que no excedan esta distancia. Si la distancia excede los 100 metros, entonces se puede interconectar los conmutadores mediante fibra óptica y colocarlos en varias partes de las instalaciones lo suficientemente cerca de los puntos de acceso.

Es recomendable tener presentes las siguientes consideraciones cuando se diseña un sistema de distribución para una LAN inalámbrica:

- Utilizar un concentrador para pequeñas instalaciones. Cuando la WLAN consta únicamente de dos o tres puntos de acceso se pueden utilizar un concentrador. Generalmente este es el caso de las WLANs domésticas y de pequeñas oficinas. La mayoría de los enrutadores DSL y los módems de cable tienen integrado un concentrador Ethernet de tres o cuatro puertos que pueden utilizarse en el sistema de distribución.
- Utilizar conmutadores para proyectos empresariales. Las WLAN grandes que tienen muchos puntos de acceso tienen un mayor rendimiento cuando utilizan conmutadores. En el caso de redes muy grandes, se debe considerar la implementación de un conmutador maestro que interconecte una serie de conmutadores más pequeños. Las conexiones entre conmutadores se realizan mediante fibra óptica para mejorar la seguridad e incrementar el alcance del sistema de distribución.
- Selección de la tasa de transmisión adecuada. En la mayoría de los casos, Ethernet de 10 Mbps es suficiente para soportar interconexiones entre puntos de acceso 802.11b. En el caso de WLANs 802.11a y 802.11g es conveniente utilizar Ethernet de 100Mbps.
- Incrementar el uso de Power over Ethernet (PoE). El uso de Power over Ethernet proporciona ahorros significativos de tiempo y dinero en el diseño del cableado eléctrico, por ello es importante utilizarlo en la implementación del sistema de distribución. PoE también permite controlar de manera más eficaz la distribución de la potencia de manera que incrementa la seguridad de la red. Por ejemplo, el software de administración puede deshabilitar el suministro de potencia a los puntos de acceso automáticamente durante el periodo de tiempo no laboral o cuando existe una falla en la seguridad.
- Crear un dominio IP por separado para la WLAN. Algunos dispositivos de red envían paquetes de broadcast que se propagan libremente a través de todas las redes Ethernet. Los puntos de acceso también reenvían estos paquetes a todos los usuarios de la WLAN. En muchos escenarios empresariales, los paquetes de broadcast inundan la WLAN y limitan de forma severa el rendimiento para los usuarios inalámbricos. Por tanto, es recomendable separar la WLAN del resto de la red corporativa a través de un router o una VLAN.

2.2.1.1.6.2 Diseño de RF

Las bandas ISM son divididas en varios canales por cada uno de los estándares 802.11. La banda de los 2.4 GHz es dividida en 11 canales por los estándares 802.11b y 802.11g. La banda de los 5 GHz es dividida en 12 canales por el estándar 802.11a. Los estándares 802.11b y g establecen que el espaciamiento entre canales debe ser de 22 MHz. Considerando que cada canal está separada por 5 GHz, el número máximo de canales que se pueden utilizar sin traslape es de tres. El estándar 802.11a permite utilizar 12 canales.

Los datos a partir de los cuales se diseña una red inalámbrica son los siguientes:

- Rendimiento. El rendimiento se refiere a la transferencia real de datos. Es la tasa de transmisión menos la cantidad de información de encabezado. El rendimiento es un criterio establecido en base a la aplicación que se va a utilizar. Como regla práctica para el diseño se considera que el rendimiento es aproximadamente la mitad de la tasa de transmisión, de esta manera, si se opera a 11Mbps, el rendimiento es de aproximadamente 6Mbps, con 802.11g el rendimiento es de 22Mbps aproximadamente, y con 802.11a el rendimiento es de 25Mbps.
- Densidad de usuarios. Se especifica una estimación de la densidad de usuarios de la WLAN. Se debe conocer si es homogénea esta densidad a través de toda la zona que se planea cubrir, o bien si existen zonas en las que se desea atender un mayor número de usuarios.

- Infraestructura existente. Esto es particularmente útil cuando se tiene una red 802.11b, en estos casos es conveniente reutilizar el equipo existente y migrar a 802.11g.
- Interferencia. Identificar presencia de otras WLANs, dispositivos Bluetooth, teléfonos inalámbricos, u otros dispositivos que operen alrededor de los 2.4GHz.
- Análisis del sitio. Se realiza una descripción de las características físicas del lugar, es un lugar cerrado o al aire libre; en cuantos pisos se desea ofrecer cobertura, la densidad de los obstáculos; existen muchas paredes, estructuras metálicas, se desea cobertura en los elevadores, etc. Un estudio correcto del sitio permite identificar posibles problemas por multitrayectoria y por interferencia.

En el caso de hogares y pequeñas oficinas, el diseño de redes inalámbricas se reduce a la ubicación de los puntos de acceso. En el diseño se maneja el concepto de célula. En términos generales podemos decir que una célula es el espacio físico sobre el cual tiene cobertura un punto de acceso. En una célula existe un ancho de banda disponible, que es ocupado por los usuarios.

Este ancho de banda es la capacidad de la célula. En el supuesto de un punto de acceso A de 54 Mbps, la capacidad de la célula es de 22 o de 25Mbps ya sea que se utilice 802.11g u 802.11a respectivamente. Supongamos que la aplicación que soporta la red requiere 2Mbps, entonces el número máximo de usuarios concurrentes es de 11. Si la densidad de usuarios es mayor, se puede agregar un nuevo punto de acceso B en la célula. Es indispensable que B opere en un canal que no tenga interferencia con el canal al que opera A. En una célula puede haber más de un punto de acceso, en función de la capacidad requerida. Por tanto, podemos redefinir el concepto de célula como un espacio físico con una capacidad disponible determinada por los requerimientos de diseño.

Una regla práctica es que el número máximo de usuarios por punto de acceso no debe ser mayor a 25 usuarios. Sin embargo, es conveniente validar este dato en las hojas de especificaciones de los dispositivos. En base al número de usuarios y la aplicación se determina la capacidad de la célula, y en base a esta podemos conocer el rendimiento y la tasa de transmisión requerida. Con los datos mostrados en la Tabla 2.6 se determina la relación entre el rango y la tasa de transmisión. Mediante el rango se establece el tamaño de las células. Cuando una célula no es suficiente para proporcionar cobertura en toda el área de interés se tienen que añadir más puntos de acceso.

En interiores		Al aire libre	
802.11a	802.11b/g	802.11a	802.11b/g
24m @ 54Mbps	30m @ 54Mbps	30m @ 54Mbps	37m @ 54Mbps
45m @ 48Mbps	53m @ 48Mbps	91m @ 48Mbps	107m @ 48Mbps
60m @ 36Mbps	76m @ 36Mbps	130m @ 36Mbps	168m @ 36Mbps
69m @ 24Mbps	84m @ 24Mbps	152m @ 24Mbps	198m @ 24Mbps
76m @ 18Mbps	100m @ 18Mbps	168m @ 18Mbps	229m @ 18Mbps
84m @ 12Mbps	107m @ 12Mbps	183m @ 12Mbps	224m @ 12Mbps
91m @ 9Mbps	110m @ 11Mbps	190m @ 9Mbps	250m @ 11Mbps
100m @ 6Mbps	114m @ 9Mbps	198m @ 6Mbps	267m @ 9Mbps
	122m @ 6Mbps		274m @ 6Mbps
	128m @ 5.5Mbps		277m @ 5.5Mbps
	134m @ 2Mbps		287m @ 2Mbps
	137m @ 1Mbps		290m @ 1Mbps

Tabla 2.7 Relación de Rango y Tasas de Transmisión para 802.11.

La relación entre rango y tasa de transmisión permite determinar el tamaño de las células en el proceso de diseño de una red inalámbrica.

Cuando es necesario añadir más de un punto de acceso en una red inalámbrica se debe asignar un canal a cada punto de acceso. La separación entre canales consecutivos especificada en el estándar es de 5 MHz. La separación entre canales simultáneos debe ser de 20MHz. De acuerdo a la Tabla 2.1, el número de canales disponibles varía en función del organismo regulador. En América se tienen 11 canales, del 1 al 11. El número máximo de canales simultáneos que se puede utilizar en nuestro continente es de 3: el 1, el 6, y el 11. No se pueden utilizar simultáneamente los canales 1 y 2, por ejemplo, debido a que se requiere un espaciamiento de 20MHz, tampoco se pueden utilizar simultáneamente los canales 1 y 5 por la misma razón.

El criterio fundamental para la asignación de canales es el siguiente: No asignar el mismo canal en células adyacentes. Cuando no se cumple este criterio se pueden tener problemas de interferencia. En el caso de que únicamente se requieran tres puntos de acceso para cubrir la zona de interés, no existe problema porque podemos utilizar los canales 1, 6 y 11. Sin embargo, en el caso de una zona más amplia que requiera 4 o más puntos de acceso se debe tener un cuidado especial al ubicar los puntos de acceso. El criterio en estos casos consiste en asignar a las células que presenten un mayor área de traslape canales diferentes. A las células con el menor área de traslape se les puede asignar el mismo canal, sin embargo esta opción se debe tratar de evitar. Cuando se trabaja con 802.11a se tiene una mayor cantidad de canales por lo que la asignación resulta más sencilla.

Cuando el área en el que se va a brindar cobertura es un edificio se añade una nueva dimensión en el diseño. El concepto es el mismo. Los puntos de acceso que se ubican en pisos adyacentes no pueden ocupar el mismo canal. Las ondas electromagnéticas que se propagan a mayores frecuencias sufren una mayor atenuación al propagarse a través de materiales. Las señales utilizadas en 802.11b/g sufren una menor atenuación que 802.11a. En el caso de 802.11a se puede utilizar el mismo canal en pisos adyacentes debido a la atenuación que sufre la señal, con 802.11b/g la potencia de la señal al atravesar un piso todavía es considerable por lo que se tiene que considerar intercalar los canales de tal manera que no se utilice el mismo canal en pisos adyacentes. En un edificio de tres pisos por ejemplo, que opera 802.11g, el piso 1 y 3 pueden ser cubiertos con el canal 1, mientras que el piso 2 puede ser cubierto por el canal 2.

Una vez realizado el diseño, se lleva a cabo una prueba en el sitio, sobre todo cuando se tiene un área con una densidad elevada de obstáculos. Esta prueba se puede llevar a cabo utilizando una laptop con WiFi. Se recorre el área y se registran las variaciones en la potencia de la señal. Una señal débil o un rendimiento bajo en una ubicación específica es un indicador de que tal vez se requiere un ajuste en la ubicación o densidad de los APs, o bien en la selección del canal.

2.2.1.1.6.3 Ejemplo de diseño

El planteamiento del problema. Se desea dar cobertura a las oficinas de una empresa ubicadas en el piso 22 de un edificio. El área del piso es de 30mx60m. El staff de la empresa es de 40 empleados. Se trata de una fábrica de software en la que todo el piso es ocupado por los escritorios de los desarrolladores. Se tiene una aplicación que requiere 1Mbps y que utilizan a lo largo del día todos los usuarios. Los desarrolladores son usuarios compulsivos de tecnología y la mayoría utiliza dispositivos Bluetooth como impresoras, agendas electrónicas y manos libres. La oficina cuenta con una LAN Ethernet de 100Mbps.

Solución. La capacidad total requerida por los 50 empleados es de 40Mbps. No existe una infraestructura de red inalámbrica. Podemos utilizar 802.11g u 802.11a. El máximo rendimiento que podemos obtener de 802.11b es de 6Mbps. Es un rendimiento bajo comparado con los 40Mbps de capacidad requeridos por lo que lo eliminamos de las posibles opciones. 802.11g ofrece un rendimiento de 22Mbps. Bueno, si consideramos que se necesitan 2 células para satisfacer la capacidad requerida. Pero existe la interferencia producida por los dispositivos Bluetooth que operan en el lugar. Se puede utilizar 802.11a que ofrece 25Mbps y la ventaja de que opera a 5GHz que es una banda menos susceptible a interferencias.

La tecnología que se va a utilizar es 802.11a. Los puntos de acceso 802.11a operando a 25Mbps ofrecen un alcance de 24m. El diámetro cubierto por punto de acceso es de 48 metros. Por tanto únicamente requerimos de dos puntos de acceso 802.11a operando con una tasa de transmisión de 54 Mbps. Existen áreas de traslape, pero los puntos de acceso se configuran para operar en canales diferentes, por ejemplo, el 52 y el 60.

El punto de acceso con SKU WAP54A de Linksys tiene un precio de \$1,251.93 y opera en ambas bandas, tanto la de 2.4 y la de 5 GHz. El costo de los dos puntos de acceso es de \$2502.86. Dado que únicamente se tienen dos puntos de acceso el sistema de distribución es un hub de 4 puertos.

2.2.1.2 WiMax.

WiMax (del inglés Worldwide Interoperability for Microwave Access, Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas) es un estándar de transmisión inalámbrica de datos (802.16d) diseñado para ser utilizado en el área metropolitana o MAN proporcionando accesos concurrentes en áreas de hasta 48 kilómetros de radio y a velocidades de hasta 70 Mbps, utilizando tecnología portátil LMDS.

Integra la familia de estándares IEEE 802.16 y el estándar HyperMAN del organismo de estandarización europeo ETSI. El estándar inicial 802.16 se encontraba en la banda de frecuencias de 10-66 GHz. La nueva versión 802.16a, ratificada en marzo de 2003, utiliza una banda del espectro más estrecha y baja, de 2-11 GHz, facilitando su regulación. Además, como ventaja añadida, requiere únicamente del despliegue de estaciones base formadas por antenas emisoras/receptoras con capacidad de dar servicio a unas 200 estaciones suscriptoras que pueden dar cobertura y servicio a edificios completos. Su instalación es muy sencilla y rápida y su precio competitivo en comparación con otras tecnologías de acceso inalámbrico es más bajo.

Destaca WiMax por su capacidad como tecnología portadora, sobre la que se puede transportar IP, TDM, T1/E1, ATM, Frame Relay y voz, lo que la hace perfectamente adecuada para entornos de grandes redes corporativas de voz y datos así como para operadores de telecomunicaciones. WiMax funcionaría similar a WiFi pero a velocidades más altas, mayores distancias y para un mayor número de usuarios. WiMax podría solventar la carencia de acceso de banda ancha a las áreas suburbanas y rurales que las compañías del teléfono y cable todavía no ofrecen.

Un sistema de WiMax tiene dos partes:

- Las torres WiMax.- dan cobertura de hasta 8.000 kilómetros cuadrados según el tipo de señal transmitida.
- Los receptores, es decir, las tarjetas que son conectadas a las PC's, portátiles, PDA's y demás dispositivos para tener acceso.

Podemos encontrar dos tipos de formas de ofrecer señal:

- Cuando hay objetos que se interpongan entre la antena y el receptor. En este caso se opera con bajas frecuencias (entre los 2 y los 11 Ghz) para así no sufrir interferencias por la presencia de objetos. Naturalmente esto hace que el ancho de banda disponible sea menor. Las antenas que ofrezcan este servicio tendrán una cobertura de 65 Km. cuadrados (más o menos como las de los teléfonos móviles).
- Cuando no hay nada que se interponga y hay contacto visual directo. En este caso se opera a muy altas frecuencias, del orden de 66 Ghz, disponiendo de un gran ancho de banda. Además, las antenas que ofrecen este servicio tienen cobertura de hasta 9.300 Km. cuadrados.

2.2.1.2.1 Características Principales de WiMax

Anchos de canal entre 1,5 y 20 MHz.

Utiliza modulaciones OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) y OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) con 256 y 2048 portadoras respectivamente, que permiten altas velocidades de transferencia incluso en condiciones poco favorables. Esta técnica de modulación es la que también se emplea para la TV digital, sobre cable o satélite, así como para Wi-Fi (802.11a) por lo que está suficientemente probada.

Incorpora soporte para tecnologías “smart antenas” que mejoran la eficiencia y la cobertura. Estas antenas son propias de las redes celulares de 3G, mejorando la red espectral, llegando así a conseguir el doble que 802.11.

Incluye mecanismos de modulación adaptativa, mediante los cuales la estación base y el equipo de usuario se conectan utilizando la mejor de las modulaciones posibles, en función de las características del enlace de radio. Soporta varios cientos de usuarios por canal, con un gran ancho de banda y es adecuada tanto para tráfico continuo como a ráfagas, siendo independiente de protocolo; así, transporta IP, Ethernet, ATM etc. y soporta múltiples servicios simultáneamente ofreciendo Calidad de Servicio (QoS) en 802.16e, por lo cual resulta adecuado para voz sobre IP (VoIP), datos y vídeo. También, se contempla la posibilidad de formar redes malladas (mesh networks) para que los distintos usuarios se puedan comunicar entre sí, sin necesidad de tener visión directa entre ellos. En la seguridad tiene medidas de autenticación de usuarios y la encriptación de datos mediante los algoritmos triple DES y RSA.

2.2.1.2.2 Características estándar

	802.16	802.16a	802.16e
Espectro	10-66GHz	<11GHz	<6GHz
Funcionamiento	Sólo con visión directa	Sin visión directa (NLOS)	Sin visión directa (NLOS)
Tasa de bit	32-134Mbps con canales de 28MHz	Hasta 75Mbps con canales de 20MHz	Hasta 15Mbps con canales de 5MHz
Modulación	QPSK, 16QAM, y 64 QAM	OFDM con 256 subportadoras QPSK, 16QAM, 64QAM	Igual que 802.16a
Movilidad	Sistema fijo	Sistema fijo	Movilidad pedestre
Ancho de banda	20, 25, y 28MHz	Seleccionables entre 1,25 y 20MHz	Igual que 802.16a con los canales de subida para ahorrar potencia
Radio de celda típico	2 – 5 km aprox	5-10km aprox. (alcance máximo de unos 50km)	2-5km aprox

Tabla 2.8 Características Estándar WiMax

2.2.1.2.3 Aplicaciones futuras de WiMax

Los primeros productos serán unidades exteriores que funcionarán en aplicaciones con o sin línea de vista entre equipos, ofreciendo limitados anchos de banda y sin movilidad. Se necesitará instalar el equipo en cada hogar para poder usar WiMax. En este primer momento se contará con las mismas prestaciones de un acceso básico a Internet.



Figura 2.3 Representación de una red WiMax

La segunda generación será para interiores, con módems auto instalables similares a los módems de cable o DSL. En ese momento, las redes WiMax ofrecerán movilidad para que los clientes lleven su computadora portátil o MODEM WiMax a cualquier parte con cobertura.

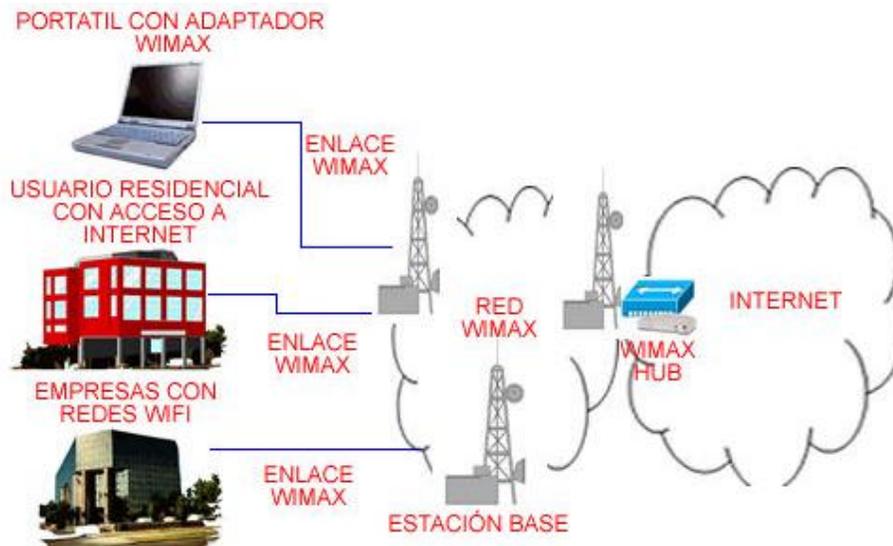


Figura 2.4 Esquema de una red WiMax

2.2.1.2.4 Redes Seguras

La seguridad y la integridad de la información que se transmite a través de las redes inalámbricas han traído bastantes críticas porque, según apuntaban algunos expertos, podía interferir en otras

redes de comunicación o exponerse a robo de datos. Sin embargo, este campo ha avanzado muy rápidamente y, actualmente, se puede decir que las redes Wireless alcanzan unos niveles de seguridad muy similares a las de cable. En cuanto a seguridad, por el momento WiMax incorpora 3DES (Triple Data Encryption Standard), pero se prevé que se incorpore AES (Advanced Encryption Standard) cuando comience su comercialización a gran escala.

2.2.1.2.5 Estandarización

Al igual que ha sucedido con el estándar Wi-Fi (802.11b), WiMax, cuya versión del estándar 802.16 fue aprobada durante 2004 por el WiMax Forum (una asociación que agrupa a más de 200 compañías del sector de la informática y las comunicaciones de todo el mundo), promete revolucionar el sector de las telecomunicaciones. El proyecto general de WiMax actualmente incluye al 802.16-2004 y al 802.16e. El 802.16-2004 utiliza Multiplexado por División de Frecuencia de Vector Ortogonal (OFDM), para servir a múltiples usuarios en una forma de división temporal en una especie de técnica circular, pero llevada a cabo extremadamente rápido de modo que los usuarios tienen la sensación de que siempre están transmitiendo o recibiendo.

2.2.1.2.5.1 IEEE 802.16-2004

IEEE 802.16-2004 es una tecnología reciente de acceso inalámbrico fijo, lo que significa que está diseñada para servir como una tecnología de reemplazo del DSL inalámbrico, para competir con los proveedores de cable de banda ancha o DSL, o para proveer un acceso básico de voz y banda ancha en áreas donde no existe ninguna otra tecnología de acceso. El 802.16-2004 también es una solución viable para el backhaul inalámbrico para puntos de acceso Wi-Fi o potencialmente para redes celulares, en particular si se usa el espectro que requiere licencia. En general, el CPE (Equipo de Usuario) consiste de una unidad exterior (antena, etc.) y un módem interior, lo que significa que se requiere que un técnico logre que un abonado residencial o comercial esté conectado a la red. En ciertos casos, puede usarse una unidad interior auto instalable, en particular cuando el abonado está relativamente cerca de la estación base transmisora.

Además, los CPE auto instalables deberían hacer que el 802.16-2004 fuera económicamente más viable ya que una gran parte del costo de adquisición del cliente (instalación; CPE) se reduce en forma drástica. Aunque es técnicamente posible designar una tarjeta de datos del 802.16-2004, los dispositivos portátiles con una solución 802.16-2004 incorporada no parecen ser una prioridad principal dentro de la industria en este momento. La versión fija del estándar WiMax fue aprobada en junio de 2004.

2.2.1.2.5.2 IEEE 802.16e

IEEE 802.16e Está diseñado para ofrecer una característica clave de la que carece el 802.16-2004: portabilidad y, con el tiempo, movilidad a toda escala. Este estándar requiere una nueva solución de hardware/software ya que no es compatible con el anterior 802.16-2004, lo cual no es necesariamente algo bueno para los operadores que están planeando desplegar el .16-2004 y luego ascender al .16e. Otra importante diferencia entre los estándares .16-2004 y .16e es que el estándar .16-2004 está basado, en parte, en una serie de soluciones inalámbricas fijas comprobadas, aunque patentadas; por lo tanto, existen grandes probabilidades de que la tecnología alcance sus metas de rendimiento establecidas. El estándar .16e, por otro lado, trata de incorporar una amplia variedad de tecnologías propuestas, algunas más comprobadas que las otras. En virtud de que sólo ha habido una sola justificación modesta de características propuestas, sobre la base de datos de rendimiento, y la composición final de estas tecnologías no ha sido determinada por completo, es difícil saber si una característica en particular mejorará el rendimiento.

2.2.1.2.6 Wi-Fi frente a WiMax

WiMax es al estándar 802.16 lo que Wi-Fi al 802.11. WiMax no ha sido diseñado para ser competidor de Wi-Fi sino más bien para complementar a Wi-Fi en aquellas carencias que éste presenta. La primera norma inalámbrica (802.11) fue desarrollada como una alternativa al cableado estructurado de redes LAN. Esta norma fue diseñada para ofrecer “conexión Ethernet inalámbrica”. La certificación Wi-Fi fue elaborada para ofrecer una garantía de interoperabilidad entre productos 802.11 de diferentes fabricantes. Para entender mejor las aplicaciones para las cuales Wi-Fi fue diseñado, hay que imaginar una red Ethernet dentro de una oficina durante los años noventa.

El requerimiento era una red dentro de una oficina. Wi-Fi fue diseñado para ambientes inalámbricos internos y las capacidades sin línea de vista (NLOS) son posibles únicamente para unos pocos metros. A pesar de este diseño y de todas las limitaciones, había muchos proveedores de Internet (ISP) que implementaban radios Wi-Fi para servicio de Última Milla. Debido al diseño de Wi-Fi, los servicios en estas redes eran bastante limitados. En los últimos años hemos visto mucho desarrollo en Wi-Fi y Ethernet para adaptarse a los cambios en las redes de datos. Esto incluye mejor seguridad (encriptación), redes virtuales (VLAN), y soporte básico para servicios de voz (QoS).

En conclusión, Wi-Fi fue diseñado para redes locales (LAN) para distancias cortas dentro de una oficina. WiMax está basado en la norma 802.16. Esta norma fue diseñada específicamente como una solución de Última Milla, y enfocada en los requerimientos para prestar servicio a nivel comercial. Para empezar, su diseño contempla la necesidad de varios protocolos de servicio.

Una conexión WiMax soporta servicios paquetizados como IP y voz sobre IP (VoIP), como también servicios conmutados (TDM), E1/T1 y voz tradicional (clase-5); también soporta interconexiones de ATM y Frame Relay. WiMax facilita varios niveles de servicio (MIR/CIR) para poder dar diferentes velocidades de datos dependiendo del contrato con el suscriptor.

Un radio WiMax tiene la capacidad de entregar varios canales de servicio desde la misma conexión física. Esto permite que múltiples suscriptores estén conectados al mismo radio (CPE); cada uno con una conexión privada con el protocolo y nivel de servicio que éste requiera. Esta solución garantiza tener múltiples suscriptores que se encuentran en un mismo edificio (MDU). Adicionalmente a los servicios que WiMax puede ofrecer, la tecnología de transmisión OFDM es una solución robusta para operar en condiciones donde no hay línea de vista (N-LOS) a distancias de varios kilómetros. Esto es un requerimiento obligatorio para un caso de negocios de servicio inalámbrico en la Última Milla. WiMax y Wi-Fi son soluciones complementarias para dos aplicaciones bastante diferentes. WiMax fue diseñado para redes metropolitanas (MAN), también conocido como “Última Milla”. Wi-Fi fue diseñada para redes locales (LAN), también conocido como “Distribución en Sitio”.

2.2.1.3 HomeRF

HomeRF, o Frecuencia de Radio Doméstica, fue diseñada para su uso doméstico, no para entornos de red de grandes empresas. Es fácil de configurar y mantener, pero no ofrece mucho en cuanto a alcance, con un máximo de 50 metros. La velocidad de los primeros dispositivos HomeRF tampoco era muy notable, produciendo un máximo de 2 Mbps. Pero la posterior versión 2.0 del estándar HomeRF impulsó la velocidad hasta 10 Mbps, sin perder la compatibilidad con la tecnología HomeRF anterior. Además, como los dispositivos HomeRF utilizan el método de emisión de espectro esparcido FHSS, son menos propensos a interferencias y algo más seguros que los dispositivos Wi-Fi.

Las redes inalámbricas HomeRF usan el protocolo SWAP, un híbrido del estándar DECT para comunicación de voz y el estándar Ethernet inalámbrico 802.11 para datos. HomeRF usa siete canales en el rango 2.4 GHz, seis de los cuales están dedicados exclusivamente a la

comunicación de voz, y los restantes para datos. En lo que se refiere a la seguridad, HomeRF usa un algoritmo de cifrado propio de 56 bits (128 bits en la versión 2.0) en lugar de los estándares de la industria WEP y WPA que usa 802.11. Además, en lugar de un nombre SSID, HomeRF usa lo que se llama un ID de red (NWID). Sirve para el mismo propósito que SSID pero es algo más seguro.

2.2.1.3.1 Especificaciones Homero

Estándar	Bluetooth
Rendimiento máximo	2 Mbps o 10 Mbps en la versión 2.0
Alcance máximo	150 pies
Frecuencia	2.4 GHz
Seguridad	NWID, algoritmo propio de cifrado de bits (128 bits en la versión 2.0)
Compatibilidad	HomeRF 2.0 es compatible con la versión anterior de HomeRF
Método de amplio espectro	FHSS
Modo de comunicación	Ad-hoc o infraestructura
Descripción	HomeRF es menos propenso a interferencias y se pueden configurar varias redes HomeRF en la misma área.

Tabla 2.9 Especificaciones HomeRF

2.2.2 Bluetooth

Bluetooth es el nombre de una tecnología que utiliza enlaces de radio de corto alcance y que tiene el propósito de comunicar dispositivos fijos y portátiles. Bluetooth crea pequeñas redes de área personal (PAN), entre PC y dispositivos periféricos como PDA e impresoras, dispositivos de introducción como teclados y ratones, y aparatos electrónicos como teléfonos móviles, equipos estereofónicos, televisores, sistemas de seguridad doméstica y demás. Bluetooth experimentó un rápido crecimiento en el mercado debido a la demanda de un acceso móvil e inalámbrico a redes de área local, Internet, y otras redes existentes. La rápida proliferación de LANs permitía pronosticar que el desarrollo de redes de área personal, esto es, conexiones entre dispositivos en la proximidad del usuario, tendría un campo de aplicación y de comercialización bastante amplio. La principal ventaja de Bluetooth radica en su capacidad de manipular simultáneamente transmisiones de voz y de datos, lo cual permite soluciones bastante atractivas tales como los dispositivos “manos libres” y la sincronización automática de PDA, laptop y listas de contactos de teléfonos celulares.

Bluetooth es la base para el estándar 802.15 de la IEEE para las WPAN (Redes de Área Personal Inalámbricas). Bluetooth usa el método de emisión de espectro disperso FHSS, saltando entre las 79 frecuencias disponibles en el rango de 2.45 GHz. Bluetooth salta de una frecuencia a otra unas 1600 veces por segundo haciendo que sea muy resistente a las interferencias. Bluetooth transfiere datos a tasas de entre 723 Kbps y 1 Mbps, con un alcance máximo de 10 metros, según el estándar Bluetooth. Algunos dispositivos Bluetooth de alta potencia tienen velocidades y alcances a la par con 802.11b, pero son poco comunes.

2.2.2.1 Tecnología

Bluetooth opera en la banda ISM. Los dispositivos 802.11 y los microondas, entre otros, también operan en esta banda, por lo que se tiene que utilizar una técnica de acceso al medio que anule la interferencia. Bluetooth utiliza Espectro Disperso Por Salto de Frecuencia (FHSS) para evitar cualquier interferencia. Un canal de Bluetooth se divide en ranuras de tiempo de 625 microsegundos. Los dispositivos envían datos en una frecuencia por turno, cambiando de frecuencia (saltando) 1600 veces por segundo. Los dispositivos Bluetooth operan en la banda ISM de 2.4 GHz y utiliza 79 canales entre los 2.402 GHz y los 2.480 GHz (23 canales en algunos países). El alcance para las comunicaciones mediante Bluetooth es de 10 metros con un consumo de potencia de 0 dBm (1mW). Esta distancia se puede incrementar a 100 metros subiendo la potencia a 20 dBm.

Bluetooth soporta dos tipos de enlaces: sincronizado orientado a conexión (SCO) para transmisión de voz y asíncrono sin conexión (ACL) para datos. Las conexiones SCO garantizan que todos los datos transmitidos se reciben y son más adecuadas para cosas como transferencias de archivos durante la sincronización PDA-PC. Las conexiones ACL no garantizan que todos los datos se transfieren con éxito, pero son algo más rápidas que las son conexiones SCO. Los nodos maestros pueden admitir hasta tres conexiones SCO simultáneas con hasta tres unidades esclavas. Los enlaces ACL son punto a punto (un nodo maestro con un solo esclavo) o de emisión (nodo maestro con todos los esclavos).

2.2.2.2 Modo de Operación

Los dispositivos Bluetooth operan entre sí en un esquema maestro/esclavo, en el que un dispositivo maestro controla hasta siete dispositivos esclavos activos. Bluetooth se ocupa automáticamente de asignar estos papeles. Una red de área personal (PAN) Bluetooth recibe el nombre de piconet (siendo “pico” literalmente “una billonésima parte”). En una piconet pueden participar más de siete dispositivos esclavos Bluetooth, hasta 255, a la vez, pero solo siete de estos dispositivos pueden estar activos en un momento dado. Los dispositivos esclavos inactivos se conocen como dispositivos aparcados.

Todas las unidades dentro de una piconet comparten el mismo canal. Un maestro es el único que puede iniciar un enlace de comunicación Bluetooth. Sin embargo, una vez que se ha establecido un enlace, el esclavo puede solicitar un cambio maestro/esclavo para convertirse en el maestro. Los esclavos no pueden hablar entre sí directamente. Toda comunicación ocurre entre el esclavo y el maestro. Los esclavos dentro de una piconet deben sincronizar sus relojes internos y sus saltos de frecuencia con los del maestro. Cada piconet utiliza una secuencia de salto de frecuencia diferente. Los dispositivos utilizan multiplexación por división de tiempo. El dispositivo maestro de la piconet transmite en ranuras pares y los esclavos pueden transmitir en ranuras impares.

Cuando existen varias piconets con áreas de cobertura traslapadas se forma una scatternet. Cada piconet puede tener solo un maestro, pero los esclavos pueden participar en diferentes piconets utilizando TDM. Un dispositivo puede ser maestro en una piconet y esclavo en otra, o un esclavo en más de una piconet. Los dispositivos Bluetooth llevan a cabo cuatro etapas para encontrarse unos con otros y empezar a comunicarse: descubrimiento de dispositivo, descubrimiento de nombre, asociación, y descubrimiento de servicio. Durante el descubrimiento de dispositivo, el dispositivo Bluetooth emite su dirección MAC y también un código especificando que tipo de dispositivo es (PDA, impresora, etc). También existe la opción de establecer el dispositivo Bluetooth en el modo sin descubrimiento, saltando así esta etapa. Durante la etapa de descubrimiento de nombre, el dispositivo se identifica a sí mismo con un nombre amistoso. Después viene la etapa de asociación, también llamada de ligadura, emparejamiento o unión, dependiendo del fabricante del dispositivo. Esta es la etapa en la que el dispositivo se une oficialmente a la red Bluetooth. Algunos dispositivos requieren que se introduzca un código PIN

para la asociación, proporcionando cierta seguridad. Por último, durante el descubrimiento de servicio, el dispositivo Bluetooth dice que tipo de servicio proporciona.

2.2.2.3 Servicios Bluetooth

Los distintos servicios a los que presta soporte Bluetooth, llamados perfiles, los define la especificación 1.1 de Bluetooth.

Los 13 perfiles de Bluetooth, más comunes son los siguientes:

- Perfil de acceso genérico. Define cómo las unidades Bluetooth descubren y establecen una conexión unas con otras. Perfil de descubrimiento de servicio. Permite a la aplicación de usuario de descubrimiento de servicio consultar otros dispositivos Bluetooth para determinar qué servicios proporcionan. Este perfil depende del perfil de acceso genérico.
- Perfil de telefonía inalámbrica. Define la funcionalidad telefónica inalámbrica de Bluetooth.
- Perfil de intercomunicador. Define la funcionalidad de intercomunicación inalámbrica de Bluetooth.
- Perfil de puerto en serie. Permite a los dispositivos Bluetooth imitar la comunicación de puerto en serie usando señalización de control RS232, el estándar usado en los puertos serie ordinarios de PC. Este perfil depende del perfil de acceso genérico.
- Perfil de auricular. Define la funcionalidad de teléfono inalámbrico y de auricular de PC a Bluetooth.
- Perfil de fax. Define la capacidad del dispositivo Bluetooth para actuar como o interactuar con un aparato de fax.
- Perfil de red de llamada telefónica. Define la capacidad del dispositivo Bluetooth para actuar como o para interactuar con un módem.
- Perfil de acceso a LAN. Define como accede el dispositivo Bluetooth a una LAN o a Internet.
- Perfil de intercambio de objetos genérico. Define como intercambian los dispositivos Bluetooth datos con otros dispositivos. Este perfil depende del perfil de puerto en serie.
- Perfil para empujar objeto. Los dispositivos Bluetooth usan este perfil para intercambiar pequeños objetos de datos, como una Vcard de un PDA, con otros dispositivos Bluetooth.
- Perfil de transferencia de ficheros. Se usa para intercambiar objetos de datos grandes, como ficheros, entre dispositivos Bluetooth. Este perfil depende del perfil de intercambio de objetos genérico.
- Perfil de sincronización. Usado para sincronizar datos entre PDA, Bluetooth y PC.

Los dispositivos Bluetooth tienen que prestar soporte a perfiles idénticos para comunicarse: por ejemplo, el PDA y el PC tienen que prestar soporte los dos al perfil de sincronización Bluetooth si quiere sincronizarlos.

2.2.2.4 Especificaciones Bluetooth

Estándar	Bluetooth
Rendimiento máximo	1 Mbps (algunos dispositivos suben a 2 Mbps)
Alcance máximo	Generalmente 30 pies, pero algunos dispositivos Bluetooth de alta potencia tienen un alcance máximo de 300 pies.
Frecuencia	2.45 GHz
Seguridad	Cifrado propio de 128 bits, acceso protegido con contraseña, PPTP, SSL (a través de acceso cliente remoto basado en navegador)

Compatibilidad	Bluetooth
Método de amplio espectro	FHSS
Modo de comunicación	Maestro / esclavo: un solo dispositivo maestro con hasta siete dispositivos esclavos activos. Los enlaces de conexión son SCO (sincronizado orientado a conexión) o ACL (asíncrono sin conexión)
Descripción	Bluetooth está diseñada para habilitar la comunicación inalámbrica entre PC y componentes periféricos y también aparatos electrónicos. Bluetooth no es una solución de red inalámbrica totalmente desarrollada y no está dirigida a competir con o a reemplazar las tecnologías de red inalámbricas basadas en el estándar 802.11.

Tabla 2. 10 Especificaciones Bluetooth

2.3 Ventajas y desventajas de redes inalámbricas

Las redes inalámbricas ofrecen diversas ventajas sobre las redes fijas:

- **Movilidad.** En las empresas, las escuelas y el hogar los usuarios de tecnología se encuentran en constante movimiento, mientras que la información tradicionalmente permanece almacenada en computadoras u otros sistemas en lugares fijos. Permitir a los usuarios el acceso a la información desde cualquier punto en el que se encuentren implica un alto incremento en la productividad. En el pasado, los diseñadores de redes centraban su trabajo en los puertos de red y estos puertos eran asignados a los usuarios. Con las redes inalámbricas no existen puertos y la red se puede diseñar alrededor de la identidad del usuario.
- **Facilidad y velocidad de desarrollo.** En muchas ocasiones resulta muy complicado realizar el cableado de una LAN debido a las condiciones y restricciones del lugar físico. Los montajes más antiguos normalmente constituyen un problema; cablear a través de las paredes de un edificio de piedra muy antiguo representa no solo dificultades técnicas. En muchos lugares las leyes de preservación de monumentos históricos dificultan la instalación de redes LAN en edificios antiguos. Incluso en instalaciones modernas, contratar una instalación con cable puede ser caro y tardar mucho tiempo.
- **Flexibilidad.** Las redes inalámbricas permiten a los usuarios formar rápidamente redes de grupos pequeños para una reunión y facilitan el movimiento entre las diferentes estancias de una oficina. La expansión de una red inalámbrica resulta sencilla debido a que el medio de transmisión se encuentra en todas partes, no hay cables que conectar. La flexibilidad es un punto importante para el mercado de "punto interactivo", compuesto principalmente por hoteles, aeropuertos, estaciones de tren (e incluso los propios trenes), bibliotecas y cibercafés.
- **Costo.** En algunas ocasiones se puede reducir el costo mediante el uso de la tecnología inalámbrica. Como ejemplo, se puede utilizar el equipamiento 802.11 para crear un puente inalámbrico entre dos edificios. Configurar un puente inalámbrico requiere un costo de capital inicial en función del equipamiento externo, los puntos de acceso y las interfaces inalámbricas. Sin embargo, tras el gasto de capital inicial, una red de última tecnología basada en 802.11 sólo tendrá un coste operativo mensual recurrente poco significativo. Con el tiempo, los enlaces inalámbricos punto a punto son mucho más baratos que alquilar las capacidades de una empresa telefónica.

Desventajas:

- Seguridad. El problema principal de las redes inalámbricas radica en que los dispositivos que se utilizan, tal como se venden, no proporcionan seguridad. Los fabricantes prefieren que resulte fácil de configurar sus dispositivos, por lo que generalmente lo único que se tiene que hacer para conectar con una red inalámbrica es activar los dispositivos inalámbricos y dejar que se detecten entre sí. Desde el punto de vista de la configuración, esto es estupendo. Pero desde el punto de vista de la seguridad representa un gran inconveniente.

2.4 Seguridad en redes inalámbricas

Debido a que los paquetes de datos viajan por el aire, se debe de poner mayor énfasis en configurarles un adecuado nivel de seguridad, ya que, por sí mismo no proporcionan ningún tipo de seguridad. Por lo regular solo se conectan los dispositivos inalámbricos y funcionan, no hay necesidad de configurar más parámetros. Se activan y se detectan entre si.

A continuación se describen 3 métodos que ayudan a configurar un adecuado nivel de seguridad en una red inalámbrica:

- Identificación de set de servicio (SSID)
- Filtrado de dirección MAC
- Cifrado de datos

Los dos primeros métodos aseguran el acceso a la propia red y el tercero asegura los datos que se muevan en la red

2.4.1 SSID

La identificación de set de servicio (SSID), llamada a veces nombre de red, es una cadena de identificación de 32 bits que se inserta en el encabezado de cada paquete de datos procesado por un punto de acceso inalámbrico. Cuando se configura apropiadamente, solo los clientes inalámbricos cuya SSID coinciden con la del punto de acceso inalámbrico pueden obtener acceso a la red inalámbrica. Los paquetes de datos que carecen del SSID correcta en el encabezado, se rechazan. Por lo tanto, el SSID proporciona la unidad más básica de seguridad inalámbrica.

Detectar el SSID de una red inalámbrica es el primer paso de un hacker para usar la red sin permiso. Debido a esto, se debe de bloquear esta vulnerabilidad al momento configurar una red inalámbrica. Se recomienda, configurar este SSID como un nombre exclusivo y así, evitar que alguien haga mal usode la red. Como otra medida de seguridad sugiere cambiar los nombres de inicio de sesión y contraseña predeterminados, así como, desactivar la opción de emisión de nombre

2.4.2 Filtrado de direcciones MAC

La mayoría de los puntos de acceso inalámbrico presenta soporte filtrado de direcciones MAC. Este método permite limitar el acceso a la red inalámbrica basándose en las direcciones físicas de los adaptadores de red. El filtrado de direcciones MAC, es una forma que limita el acceso a la red inalámbrica. Consiste en una tabla que almacenada en el punto de acceso inalámbrico y que contiene las direcciones MAC que se podrán comunicar en la red inalámbrica. Cualquier paquete de datos cuya dirección MAC no pertenezca a un nodo incluido en la lista es rechazado. Muchos puntos de acceso inalámbrico también permiten denegar a direcciones MAC específicas el acceso a la red. Esto funciona estupendamente en entornos de densa ocupación, como apartamentos o edificios de oficinas, en los que la señal de la red inalámbrica supera el perímetro.

Puede comprobar el punto de acceso inalámbrico y ver las direcciones MAC de todos los nodos que entran en contacto con la red. Una desventaja del filtrado de direcciones MAC es que causa problemas de mantenimiento, pues cada vez que se reemplaza una tarjeta de red, hay que reconfigurar el punto de acceso inalámbrico con la dirección MAC de la nueva tarjeta de red.

2.4.3 Cifrado

Cifrar los datos que están flotando en el aire es otro método que aumenta la seguridad en una red inalámbrica. Con el cifrado, los paquetes de datos se revuelven electrónicamente y se bloquean con una clave de cifrado privada antes de transmitirlo por la red. El dispositivo de red receptor tiene que tener la clave de cifrado para ordenar los paquetes y procesar los datos. Así cualquier paquete de datos atrapados en el aire es inútil para el espía a menos que disponga de la clave de cifrado. Habilitar el cifrado inalámbrico usando privacidad de equivalencia inalámbrica (WEP) o acceso protegido Wi-Fi (WPA) proporciona un buen nivel de seguridad para los datos en tránsito.

2.4.3.1 Cifrado de datos usando WEP

El cifrado estándar, Privacidad de equivalencia inalámbrica (WEP) utiliza un algoritmo de cifrado de 64 bits para revolver los paquetes de datos pero la mayoría de los fabricantes ya permiten algoritmo de 128 bits. WEP no proporciona cifrado completo para los paquetes de datos. WEP funciona solo en las dos capas de red OSI inferiores: las capas de enlace de datos y física. El cifrado se elimina de los paquetes de datos antes de que atraviesen las siguientes capas de red hasta la aplicación. Otro problema con WEP es que, la clave de cifrado es estática es decir, nunca cambia, y es compartida (todos los nodos de la red usan la misma clave). Tampoco hay ningún mecanismo para realizar la autenticación de usuarios. Esto es, los nodos de red que usan el cifrado WEP se identifican con sus direcciones MAC y no se ofrece ni requiere otras credenciales.

2.4.3.2 Cifrado de datos usando WPA.

El acceso protegido a Wi-Fi (WPA) resuelve la debilidad de WEP y actúa como una mejora del protocolo de seguridad para los dispositivos que emplean WEP. WPA ofrece mejoras de seguridad tales como la generación de clave de cifrado dinámica. Se envían claves para cada usuario y para cada sesión, una función de comprobación de integridad de clave cifrado, autenticación de usuarios a través del protocolo de autenticación extensible (EAP) estándar. El inconveniente es que WPA no está disponible en todos los dispositivos de red inalámbrica. Incluso en los que lo incluyen, (o los que lo ofrecen como una opción de actualización). WPA puede ser difícil de configurar, requiere actualizaciones de firmware de todos los puntos de acceso, adaptadores de red y software cliente. En conclusión, WPA resuelve las debilidades conocidas del protocolo de cifrado WEP, pero su implementación no es práctica.

CAPÍTULO 3: FUNDAMENTOS DE VOZ SOBRE IP

3.1 FUNDAMENTOS

3.1.1 Introducción *[3.1]

Voz sobre IP (VoIP - Voice over IP, por sus siglas en Ingles) ha sido asociado con titulares llamativos en los medios de comunicación - específicamente con la expectativa de 'libre' las llamadas telefónicas sobre Internet. No sorprendentemente, Voz sobre Internet ha sido previsto para tener un efecto sustancial en los mercados tradicionales de larga-distancia e internacionales; y hay evidencia suficiente para apoyar esta demanda como una realidad. Todavía VoIP, telefonía IP y voz sobre Internet está entre las muchas terminologías que emergieron desde mediados de los '90s para describir varias tecnologías y aplicaciones para transportar y configurar voz, y las llamadas multimedia sobre el Protocolo de Internet (IP) basado en paquetes de una red de datos. El mismo hecho que da un gran rango de condiciones causando mucha confusión dentro de la industria, incluso con los usuarios finales, proveedores de servicios, fabricantes de equipo y fabricantes de políticas. Esto se ha compuesto por un gran alcance y a veces subsecuentemente demuestra ser extremadamente inexacta la demanda sobre lo que la tecnología puede ofrecer, la relación que tiene con los servicios existentes, y el impacto del futuro probable en esos servicios. Todo hace difícil separar los hechos de la ficción, y 'la fiebre del oro' de la oportunidad comercial sensata y práctica. ¿Así entonces, Que es VoIP y que lo hace tan importante para la industria de comunicaciones? Este trabajo ó trabajo de Tesis apunta para ir de alguna manera a contestar esta pregunta examinando el espectro completo de qué VoIP podría ser, debe ser y actualmente es.

3.1.1.1 Clasificación

Algunos comentaristas se refieren a VoIP como 'Voz sobre Internet'; hablando con la verdad se refiere al uso específico de VoIP en la Internet pública global. Es particularmente importante apreciar esta sutileza que desde que hay que muchas redes de datos basadas en IP desplegadas esto no es parte de la verdadera Internet 'per se'. Hay muchas redes de datos que no se conectan directamente a la Internet pública, como las redes manejadas y las intranets privadas, por ejemplo. De hecho esta clase de redes de datos incluye aquéllas que encontramos incluidas dentro del funcionamiento de redes de telefonía pública existentes.

Por consiguiente, en la ausencia de terminología uniforme dentro de la industria, es útil clasificar los diferentes tipos de tecnología que cae dentro del parte-aguas de los proveedores de comunicación de voz sobre redes IP. Considerando tal como una clasificación, es importante subrayar que la misma naturaleza del IP como una tecnología de transporte de datos significa que cualquier solución de voz puede en teoría extenderse para soporta capacidades multimedia. Esto es porque una red IP no tiene ninguna comprensión inherente de voz 'per se'. Esto es 'neutral ó el punto intermedio de los medios de comunicación'. Video, voz y los paquetes de datos no son diferentes del punto de vista de la red IP. Sin embargo, en la práctica, las características requeridas en una transmisión de principio-a-fin (end-to-end, por sus siglas en ingles) para voz, video y aplicaciones de datos son muy diferentes, como estará claro de la discusión del transporte de voz sobre IP conecta una red de computadoras. La habilidad de controlar o manejar la capacidad de la red entre el enviar y recibir puntos es por consiguiente crucial para lograr el transporte fiable de tales medios de comunicación. Sin embargo, estos mecanismos todavía están evolucionando para las redes IP. Así que cuidadosamente son diseñadas las redes y lo más importante es ser el primero en hacer una entrega estable y una transmisión sustentable. Está en estas áreas específicas esta el verdadero sabor de la multimedia en VoIP.

Desde el punto de vista teórico, las comunicaciones de voz pueden ser consideradas como miembros de la familia de aplicaciones de comunicaciones interactivas en tiempo-real. Esta

taxonomía reconoce una amplia gama de diferencias en cuanto a capacidad entre diferentes aplicaciones de red encontradas en la práctica. Desde esta perspectiva hay la necesidad para resaltar la diferencia entre estas aplicaciones y dibujar las distinciones entre esos objetivos para imitar el rango completo de medios. Como 'el servicio de telefonía' es discutido mas adelante, la disponibilidad de la red de telefonía pública, y aquello que no hace. Haciendo así hay también la necesidad de considerar si la aplicación apunta para dirigir los problemas de calidad-de-servicio de fin-a-fin asociados o si simplemente es una aplicación del 'mejor-esfuerzo'. Estas consideraciones se reflejan en Figura 31, dónde tal taxonomía se propone. Sin embargo, al contemplar esto, o cualquier otra similar, es importante apreciar las implicaciones potencialmente importantes. Particularmente cuando son considerados los problemas como la velocidad para comercializar y el impacto en, y de, la regulación.

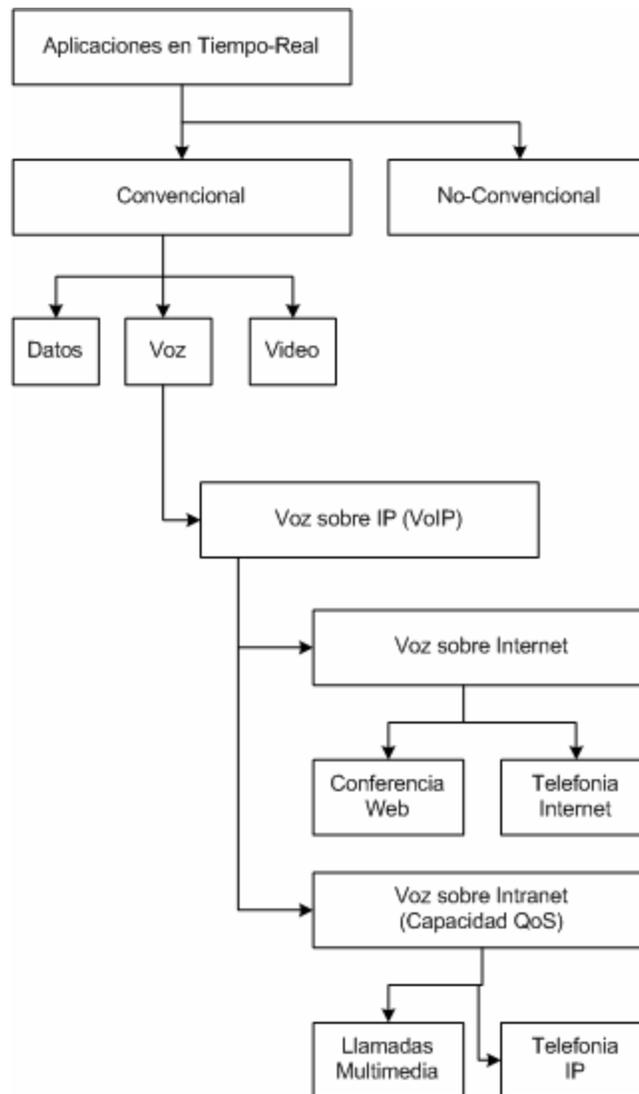


Fig. 3.1 Clasificación de voz como una aplicación.

3.1.1.2 Controladores para VoIP

Se afirma que hay cuatro grupos principales que influyen en la adopción y la viabilidad a largo plazo de cualquier tecnología de comunicaciones. Éstos son usuarios / clientes, proveedores de

servicio / operadores de redes, fabricantes de equipo, y creadores de políticas / reguladores. Cada grupo tiene un juego distinto de perspectivas que es importante apreciar y contrastar, como el perfilado siguiente:

a) Usuarios

Este grupo es muy diverso así como sus necesidades comunes para las tecnologías de comunicaciones. Mientras que algunos usuarios son sumamente sensibles al precio final, otros se motivan por los beneficios potenciales que obtendrán de las funcionalidades adicionales y el precio del distribuidor para cada funcionalidad, la facilidad de uso y flexibilidad. Algunos son usuarios intensivos de servicios de comunicaciones, otros son los usuarios ocasionales, mientras otros sólo cuentan en los servicios para los propósitos de la emergencia.

b) Proveedores de Servicios

Desde la perspectiva de VoIP, los proveedores de servicios tienen esencialmente dos controladores principales en eso se basan para proporcionar los servicios existentes a los más bajos costos posibles y para desarrollar líneas de negocios adicionales a través del desarrollo de nuevas aplicaciones y tecnologías. Cualquier tecnología, como la VoIP que ofrece la promesa de migrar a voz, datos y servicios multimedia a una plataforma de red común, y reduciendo el costo mientras habilitamos nuevas aplicaciones y servicios, será de mayor interés.

c) Fabricantes

Simplemente, los fabricantes son motivados por la oportunidad de generar los réditos de la producción de equipo de comunicaciones y los servicios asociados que apoyan el funcionamiento del equipo a través de su vida. Mientras algunos fabricantes se dirigen el alto-volumen, bajo-en pro de los segmentos de mercado del margen de ataque, que otros se concentran en el bajo-volumen, las oportunidades del alto-margen. Los componentes exigidos para construir los sistemas de VoIP pueden apoyar las oportunidades comerciales para ambos acercamientos.

d) Fabricantes de Políticas

Los fabricantes de políticas tienen el papel más difícil dentro de la industria. Ya que ellos buscan equilibrar los intereses de proveedores de servicios y usuarios. Desde un punto de vista de la tecnología, esto necesita ser logrado dentro de un marco que reconoce lo que está disponible y lo que es factible, en un espíritu que creará desarrollo económico y prosperidad para todos. Las oportunidades de conseguirlo con errores, es a través de la acción impropia o la inacción inconsciente son por consiguiente innumerable.

Las posibles consecuencias de tales errores incluyen a usuarios finales que se privan de opción razonable, la ausencia de modelos de negocios válidos capaces de apoyar el desarrollo sostenido por proveedores de servicios o fabricantes de equipo, o la invalidación del modelo comercial existente y los impactos socio-económicos más amplios que pueden suceder.

Se muestran las relaciones entre los diversos sectores de la industria de VoIP, en la Figura 3.2. Esto resalta las tensiones naturales en estas relaciones que son importantes apreciar. En particular, al considerar cualquier nueva tecnología, incluyendo o posiblemente sobre todo a VoIP, en consideración al equilibrio entre los varios intereses es de primera importancia.

Es este equilibrio que finalmente define el éxito probable o longevidad de una tecnología de comunicaciones específica determinando si los modelos de negocio sustentables existen de verdad.

Donde tal un equilibrio existe, justifica los niveles de inversión que el compromiso a largo plazo, a tal infraestructura de comunicaciones nacional requiere. Posiblemente es que la falta de apreciar este punto que tiene rápidamente invalida algunas de las demandas tempranas atribuidas a VoIP.

Apuntalando estas preocupaciones, es el problema fundamental de si la propia tecnología es viable para el despliegue de gran potencia de varios puntos de vista, incluyendo características operacionales, escalabilidad y actuación. Una de las maneras más eficaces de resolverse estas preocupaciones con la tecnología simplemente es probarlo.

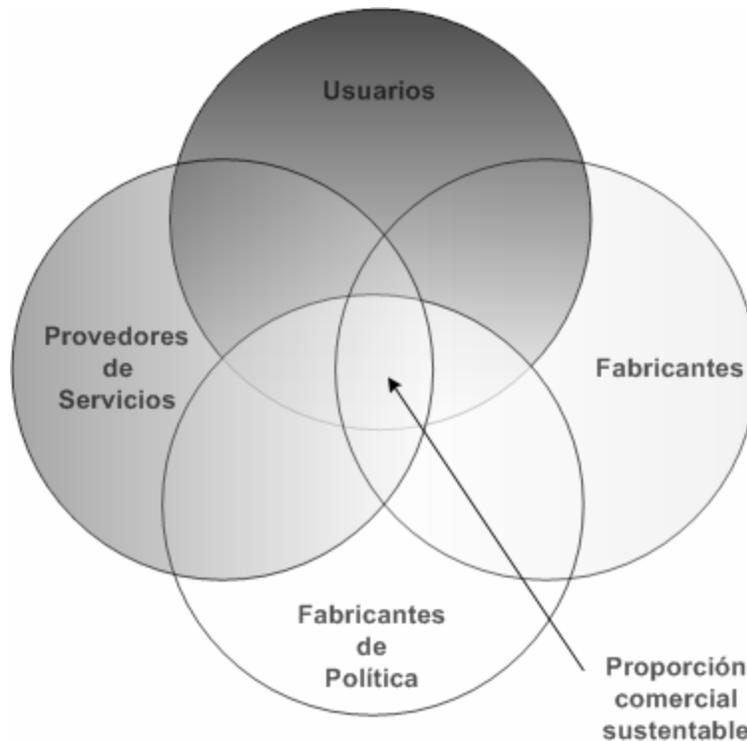


Fig. 3.2 Relaciones entre toda la industria de VoIP.

3.1.1.3 La Convergencia de Habilitar las Tecnologías

Mientras la VoIP ha atrapado la imaginación de las comunicaciones y la industria de la computación en los recientes años, no se aprecia ampliamente que la tecnología no es definitivamente nueva en concepto. De hecho, los orígenes reales de VoIP fechan atrás a los tempranos 1970s cuando se experimenta, manejado por los requisitos de las aplicaciones militares, se emprendió en el DARPA net el precursor de la Internet pública de hoy. Sin embargo, para las aplicaciones en masa del mercado comercial, el poder de la informática simplemente requerido para multimedia en tiempo-real no existió fuera de las mini-computadoras relativamente caras disponibles en ese momento. Además, la tecnología de procesamiento de voz necesaria para reducir las ineficacias debidas a la saturación de paquetes inherentes dentro de un sistema de VoIP.

Fundamentalmente ha llegado gracias al advenimiento de la informática, ubicada en la computación con soporte de multimedia integral en forma para las computadoras personales, y de redes de datos en el formulario de IP, para hacer "Voz sobre Paquetes" una posibilidad real. En el caso de computadoras personales se ha dirigido el desarrollo a las capacidades de audio y video. Manejado por el mercado de los video juegos de computación para entregar la infraestructura en computación necesaria para habilitar VoIP y convertirse en el fruto de hoy. La convergencia de estos factores determinó a la VoIP como unos de los principales titulares a mediados de los '90s con la primera versión de un software comercial de un cliente de VoIP producto de VocalTel, porque era en ese momento en el tiempo había varios desarrollos sin relación con el poder del

procesador de la computadora, datos que conectan una red de computadoras y la voz procesada se unió; todo para permitir la comunicación en tiempo-real de audio (y video) para ser entregado económicamente.

3.1.1.4 ¿Una Tecnología Disociadora?

La Escuela de Negocios de Harvard (Harvard Business School) se cita haber explorado las características de las supuestas “Tecnologías Disociadoras” y encontró dos rasgos comunes importantes. Primeramente, una tecnología es disociadora si revoluciona el mercado completamente; una implicación de esto es establecer jugadores que pueden ver sus negocios rápidamente desaparecer como la demanda para sus productos o servicios es completamente usurpada por una nueva tecnología; invariablemente manejado por una nueva entrada al mercado. Secundariamente, y lo mas importante es, las tecnologías disociadoras tienden a parecer menos atractivas cuando ellas empiezan en general a trabajar por abajo del estándar establecido por la tecnología en varias áreas.

Sin embargo, ellos tienden a tener rasgos que están más allá de las capacidades de tecnologías establecidas de entrega. Por ejemplo, las primeras unidades de disco de 3.5 pulgadas tenían más densidad de bits que la establecida en la tecnología de 5.25 pulgadas. Y ahora cuántas personas tienen en sus computadoras portátiles unidades de 5.25 pulgada, suponemos que no serán muchos. Pero lo que realmente hace revolucionaria una tecnología es la habilidad para mejorar la rápida actuación y capacidades a los niveles más allá del alcance de las soluciones existentes.

Así que la pregunta es: ‘¿VoIP es una tecnología disociadora para la industria de comunicaciones?’ La respuesta a esto sólo puede encontrarse considerando la capacidad de evolución de la tecnología, teniendo en cuenta los jugadores, y reflejando en la prueba del acido, de: ‘¿En realidad funciona?’ y ‘¿Qué oportunidades a afronta esto?’ ‘En esencia, está es la verdad detrás del trabajo de Tecnologías de BTextact (BTextac Technologies, junto con su organización precedente a Adastral Park).

3.1.1.5 La Línea de Fondo de la Telefonía

Antes de entrar en una discusión más detallada de VoIP, es útil establecer una referencia para cualquier expectativa que puede haber para VoIP considerando algunas características básicas de la telefonía de voz, como es actualmente conocido. Por otra parte es posible caer en la trampa de dibujar una comparación simplista y olvidar algunos puntos clave. Para los propósitos de esta discusión, hay cuatro características importantes de las redes de telefonía existentes y servicios.

I) Todo es una llamada de voz

Las redes de voz existentes han evolucionado durante muchos años para formar las complejas redes capaces de proporcionar los servicios de un fin del globo al otro. Como tal, son altamente optimizados para el canje de paquetes y el transporte de la ‘Calidad del Teléfono’ o discurso. Mientras esto hace que se conecta una red de computadoras menos potente al transporte de otro ‘media’, las aplicaciones comunes, como el facsímile, han surgido para superar estas deficiencias. Hay una expectativa por consiguiente que los usuarios finales simplemente pueden levantar el ‘teléfono’ y lo usa para un número grande de aplicaciones más allá de las comunicaciones de voz simple. Por ejemplo, ellos pueden enviar los facsímiles, entrar en otras redes de la computadora, etc.

II) Todo es circuito cambiado

Uno de los aspectos importantes de las redes de circuito-cambiado es que ellas integran llamadas de control y lógica de servicio; los rasgos como la llamada se desvía y transfieren con el mecanismo de transporte básico. En otros términos, la señal requiere asignar una ruta o enrutarla, conexión y desconexión grandemente siguen con la trama de los medios de comunicación. Donde

la trama o stream de los medios de comunicación va, el mando va, y, junto con él, toda la esencia es el servicio de 'telefonía'. Esto hace la introducción de algunas funciones, como las llamadas de emergencia, realmente relativamente fácil de manejar mientras otros son de hecho más complejos.

III) Todo es parte de la red

La red de telefonía une a todas las naciones industrializadas del globo. Una llamada de voz es una llamada de voz, donde quiera que usted este y donde este localizado o este llamando. Sólo la calidad de la voz y el costo son las diferencias importantes.

IV) Cada vez usted quiere usarlo - está allí.

La red de telefonía es tan penetrante en sociedad moderna que nuestras mismas vidas dependen a menudo del haber estado allí. Hay una expectativa muy alta del siempre trabajando y siempre estar disponible.

3.1.2 Cómo Funciona

Como punto de partida, considere el caso simple de dos usuarios que desean comunicarse usando VoIP. Cada usuario tiene una computadora personal con capacidades multimedia con una aplicación de software cliente apropiada que correr en él. Cada uno se conecta a una red IP común para proporcionar la comunicación de paquetes de datos simples. Antes de que una llamada pueda tener lugar, el primer problema es que necesita ser dirigida: '¿Cómo puede buscar el usuario llamante al usuario llamado y establecer contacto entre ellos?'. Esto requiere algún formulario de señalización para ser entendido por el llamante y los clientes de usuarios llamados, como se muestra en la figura 3.3. También requiere una denominación conveniente y el esquema de direcciones.

Idealmente la señalización de mensajes en los sistemas de VoIP serán basados en algún formato común para habilitar una gama amplia de terminales, y de los usuarios a comunicar. Esto manda el uso de la aceptación de estándares en la industria. Por otra parte las personas sólo podrán llamarnos si ellos están usando el mismo equipo del mismo fabricante. Esto no es tan extraño como puede parecer, desde el caso con la primera generación de productos comerciales de VoIP y era un factor que inhibió la adopción más amplia. Claramente esto es inaceptable para cualquier servicio de comunicaciones público. Es común, abrir, la aceptación de la industria ha estándares por consiguiente deseable de lo comercial y el punto de vista operacional como habilitar el crecimiento y desarrollo en un lugar del mercado.

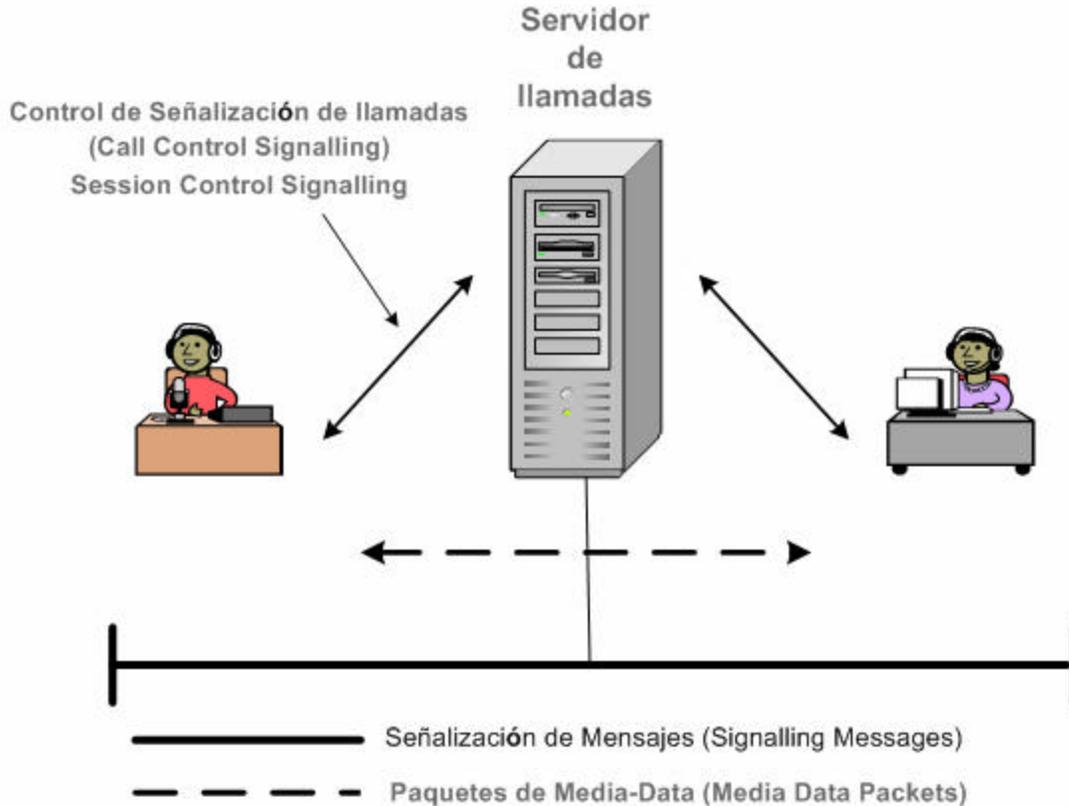


Fig. 3.3 Contactado al usuario llamado.

Facilitar a usuarios que establecen la comunicación entre sí, es ventajoso si ellos pueden compartir un punto de reunión común. Esto les permite a los usuarios que nos encuentren independiente de si su dirección IP cambia de una sesión a otra; qué es típicamente el caso para las sesiones de la conexión por línea conmutada y por qué es impropio considerar simples direcciones basadas en IP como un nombre de esquema de los usuarios finales de aplicaciones de VoIP. La Figura 3.3 introduce un punto de reunión que es genéricamente conocido como un servidor de llamada. Este es un servidor residente de red que les permite a los usuarios poner su actual dirección de información en una situación accesible para llamadas potenciales. Como una consecuencia puede ayudar mediante llamadas en la red. Haciendo para que, también puede proporcionar muchas valiosas funciones adicionales. Esto podría incluir el manejo de la llamada inteligente, para cuando el usuario apaga su Terminal, y ayuda manteniendo la actuación de la red proporcionando un formulario de control de admisión. El servidor de llamadas también puede ofrecer un punto crucial de integración para las aplicaciones de valor agregado. Esto puede incluir rasgos como los que se proporcionan más fácilmente en el ambiente VoIP con 'presencia' y 'mensajería instantánea'.

Habiendo establecido el contacto con la computadora del usuario llamado, el próximo desafío mayor para ser superado es la decisión acerca de la naturaleza y formato de los medios de comunicación involucrados en la sesión de llamada. Esto se necesita establecer si la conversación sólo involucrará el sonido o si también incluirá video o datos o cualquier combinación de estos tres. En las redes de conmutación de circuitos, como la red de telefonía pública, las decisiones de este tipo acerca los medios de comunicación que fluirán encima de la conexión entre la profesión; y llamarán las fiestas son principalmente tomadas por la implicación. Más específicamente, es el PSTN que la llamada va a ser de un 3.1 KHz de discurso. Sin embargo, en el ambiente VoIP tales asunciones no son probablemente validas y para que es necesario establecer, en una base del llamar por llamada, precisamente qué tipos de medios de comunicación van a ser requeridos.

Además, la cantidad de ancho de banda de la red que se necesitará también debe ser considerada si algo de otra manera que 'el mejor-esfuerzo' ('el besteffort') la calidad de servicio será lograda. Con suerte todos estos acuerdos se alcanzan a través de la negociación mutua - típicamente conocido como la 'Capacidades de Intercambio'. Este acercamiento en el ambiente del paqueteo ofrece el beneficio adicional encima de los métodos de la conmutación de circuitos de permitir desarrollar la nueva voz y las tecnologías del codec de video, independientemente de la infraestructura de la red. No debe haber impacto en particular, en la red como el nuevo codec se despliega, con la posible excepción de dónde cambia en los requisitos de ancho de banda de fin-a-fin ocurra.

Habiendo completado la fase de las 'Capacidades de Intercambio', las tramas de la media (media streams) en este caso, para la simplicidad, supuesto para sólo ser la voz puede comenzarse entre dos usuarios. Esto se logra estableciendo un juego de cauces de los medios de comunicación entre los dos dientes enviando mensajes de señalización que le informan a cada cliente dónde empezar enviando los paquetes del IP apropiado. Esto a veces está llamado abrir 'la media de la trama' (media stream) desde que habrá una secuencia (o trama) de paquetes IP's transmitidos. Sin embargo, la habilidad de transmitir una trama de paquetes IP's no es particularmente útil a menos que hay algo de interés dentro de ellos. Para las comunicaciones de voz, el principio básico involucra probando signos del discurso obtenidos de una diadema u otro dispositivo de audio conectado al cliente, como lo muestra la Figura 3.4. Las muestras del discurso digital pueden consecuentemente codificarse dentro de un formato predeterminado usando un codec antes de ser introducidos a los paquetes IP's y puede transmitirse fuera encima de la red IP.

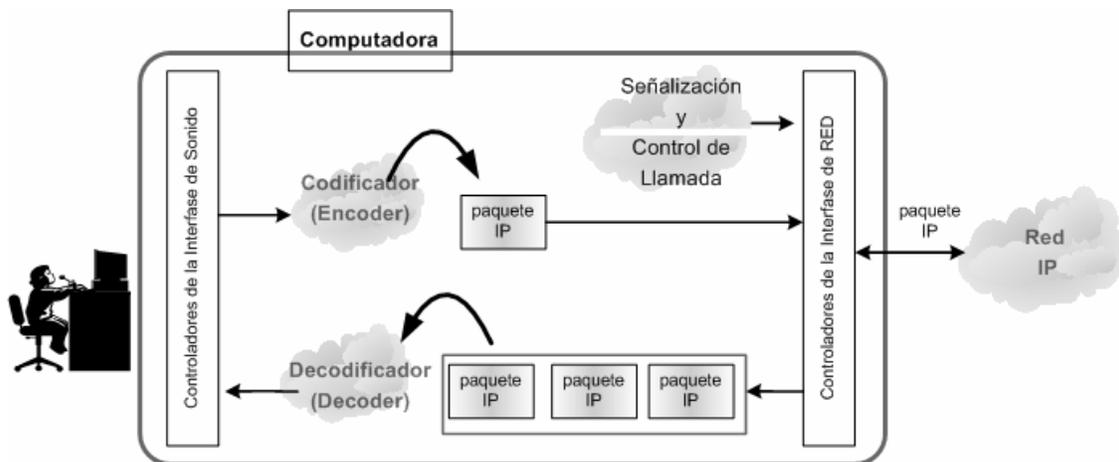


Fig. 3.4 Como la Voz sobre IP trabaja en el cliente.

Durante la transmisión, la carga de tráfico y otros factores en una red IP pueden causar paquetes perdidos, retrasos u otros. Del lado del receptor, el cliente tiene que reconstruir la sucesión correcta de los paquetes que se transmitieron lo mejor posible, reconociendo las variaciones que pueden ocasionar el retraso del paquete y pérdida.

Se logra usando un paquete especial conocido como 'jitter buffer' eso permite pedir los paquetes recibidos correctamente antes de descifrarse y reproducirse en el auricular del cliente receptor o altavoz. Sin embargo, esto es completamente confiable en paquetes de los medios de comunicación transmitidos que contienen información que le permite al destinatario el correcto orden de los paquetes recibidos, e identifica donde ha estado cualquier perdido. En la práctica, este proceso ocurre simultáneamente en ambas direcciones durante la llamada y serán típicamente transmitidos y recibidos los paquetes del discurso. Mientras se asegura que los paquetes del discurso se descifran en el orden correcto, la acción del pulidor del temblor o jitter buffer también puede introducir una cantidad sustancial de retraso en las señales de discurso. Esto es porque cada paquete recibido tiene que hacer cola en el pulidor del temblor (jitter buffer) hasta

que alcance la cabeza de la cola. Hay un intercambio natural por consiguiente entre el temblor el tamaño del jitter buffer y el retraso.

Una vez que la llamada ha terminado, la señalización entre los clientes cierran las tramas de la media (media stream) indica que la llamada ha acabado. El cliente entonces espera una llamada subsecuente a ser hecha entonces o recibida. Aunque el ejemplo ha descrito una sola llamada, el ambiente IP permite hacer llamadas y recibir cuando quiera, para que sea bastante posible tener muchas llamadas que son actualmente activas. Las llamadas también pueden involucrar múltiples puntos finales y también cualquier combinación de voz, video y datos. Está es una diferencia muy marcada en comparación al PSTN (PSTN, por sus siglas en ingles) dónde las llamadas multipartidarias y las llamadas coexistentes múltiples son difíciles de manejar.

Es importante notar a estas alturas que la separación de la señalización y la media introduce una diferencia sustancial entre las redes de conmutación de circuitos y las redes VoIP. La señalización puede ser más flexible enrutarla en una la red IP, considerando que en la PSTN se confina generalmente a un círculo muy cerrado entre los circuitos telefónicos con el cual es asociado. Una consecuencia de la tecnología es por consiguiente abrir una separación entre la red de transporte y la aplicación del servicio de telefonía. Sin embargo, mientras esto es teóricamente posible, allí sigue existiendo los problemas grandemente ignorados cuando este acercamiento se descascara a las dimensiones de las redes publicas de voz actuales.

3.1.2.1 Conectándose con un Mundo más Ancho

Voz sobre IP entre los dispositivos cliente les permite a los usuarios que disfruten los beneficios de comunicaciones interactivas, interactivas en un ambiente verdaderamente multimedia. Sin embargo, desde que la mayoría de las personas se conecta actualmente a la telefonía pública de conmutación de circuitos, hay la necesidad por las personas que usan los dispositivos clientes de VoIP para ser capaces de hacer y recibir llamadas a las personas conectadas por las redes existentes y de servicios. Esto requiere el uso de un componente de red especializado que comprende las funciones de un dispositivo cliente IP (interfase) y un teléfono convencional con la habilidad de puentear la llamada entre los dos. Durante las primeras investigaciones de VoIP, BT acuñó el término PSTN-IP-Gateway ó PIG por ser mas corto el término para este componente, desde que proporciona una función de entrada entre la PSTN y una red IP.

Para que una llamada pueda hacerse desde un dispositivo de VoIP ha un teléfono convencional, las funciones de control de llamada en una red VoIP primero debe localizar el gateway mas apropiado y la ruta desde el gateway a su destino intencional. Este tipo de estructura se refleja en la arquitectura basada en H.323 desarrollada inicialmente por el proyecto ETSI's TIPHON, y se muestra en la Figura 3.5. Dentro de esta arquitectura:

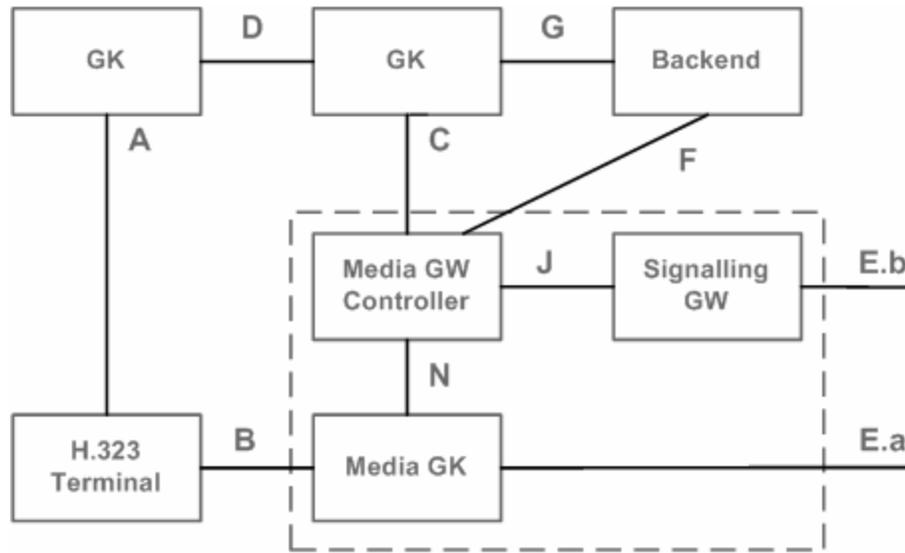


Fig. 3.5 ETSI's son las iniciales de una arquitectura de red de H.323 TIPHON.

- Señalización H.323 de punto-final y controla los flujos que son soportados por los puntos de la referencia A y C.
- Señalización de inter-dominios son soportados por el punto de referencia D.
- Los flujos de media son soportados a través del punto de referencia B.
- Las funciones "final-de-atrás" ('back-end'), como la asignación de ruta de la llamada inteligente y manejo de servicio, son proporcionadas por los flujos de información por los puntos de referencia F y G.

Desde la señalización y las interfases de media en las actuales redes de circuitos-conmutados pueden implementar para cada circuito asociado o no, la interfase de señalización en esta arquitectura puede aparecer como E.a o E.b.

Una estructura análoga a la arquitectura del gatekeeper de inter-domino, relacionando la localización de los servidores en lugar de los gatekeeper, se mira por el protocolo de TRIP desarrollado dentro de la IETF's IP-Tel grupo de trabajo. Hay el potencial, sin embargo, que la opción de entrada puede ser basada en una gama amplia de condiciones, - incluso el precio de salida del PSTN y latencia en la red. Una vez que la entrada designada ha sido seleccionada, la llamada de VoIP se enruta dentro del gateway y en un segundo, convencional, PSTN llama la cobertura final en el teléfono de PSTN es entonces hecho desde el gateway al teléfono. La sucesión inversa de eventos ocurre donde la llamada cruza la dirección opuesta, con la fase inicial que localiza una VoIP entrada y la llamada que completa su asignación de ruta en el lado de red de IP.

La consecuencia de conectar con el PSTN es, claro, ese aspecto de servicio más ancho que necesitan ser considerados. Por ejemplo, a un nivel simplista, los teléfonos del circuito conmutado pueden usar sólo direcciones numéricas; por consiguiente los clientes basados en VoIP deben ser addressable que usan el normal, el marcable, los números del teléfono. Hay también problemas más sutiles y complejos, cómo emergencia que llama los rasgos debe apoyarse. ¿Por ejemplo, lo que es la verdadera situación de la emergencia - la entrada o el cliente IP que hace la llamada? Los tales aspectos son por consiguiente mucho más complejos entregar en el lugar-mercado a la balanza que va dirigiéndose a la traducción de los medios de comunicación física simplemente entre el circuito y ambientes del paquete.

Inicialmente, los gateways de VoIP eran basados en las tecnologías computadora/teléfono (CT) y las basadas-en-PC plataforma2 de computación. Mientras este acercamiento permitió traer las soluciones de los gateways para ser rápidamente comercializados en el mercado, exhibió varias deficiencias principalmente debido a la necesidad de procesar los paquetes de voz a través del procesador del organizador para ganar el acceso a la interfaz de red IP. Los más grandes fabricantes de componentes de CT agregaron rápidamente las interfaces Ethernet a su hardware para superar la necesidad de tomar las tramas de voz a través de la tarjeta madre de la PC. Mientras esto proporcionó un paso evolutivo, el próximo salto mayor vino de la integración directa de los gateways de VoIP con acceso al hardware de ruteo. Estos desarrollos llevaron los costos del puerto del gateway a caer por encima de \$1,000 por 64kbit/s el puerto al alrededor de \$300.

En lo que puede demostrar ser finalmente un paso indirecto, la arquitectura del gateway emergente (vea la referencia de los puntos B, C, F, N, J y E mostrados en la Figura 3.5). Este acercamiento separa de la funcionalidad la entrada de VoIP en sus tres elementos constitutivos:

- La Señalización del Gateway (SG) cuál interfase de señalización del ambiente de paquete (el punto de la referencia J) con eso usado en la interfase del PSTN (el punto de referencia E.b).
- Media Gateway (MG) cuál provee el procesamiento de la actual trama de media (puntos de referencia E.a y B).
- Media Gateway Controller (MGC) cuál proporciona los medios de control y comunicación de las funciones del gateway (por el punto de la referencia N).

El punto de la referencia E esta dividido entre E.a y E.b que dependen en la presentación de la señalización SCN previamente discutido. La descompuesta arquitectura del gateway (vea la Figura 3.6) permite desarrollar gateways de muy alta densidad. Los precios por los actuales puertos del media gateway usando este acercamiento se han reducido bien por debajo de \$100 por puerto. Sin embargo, este desarrollo se ha compensado por la complejidad de los componentes MGC. Éstos se han compuesto por la confusión asociada que involucra si el fin-a-fin controla de llamadas debe integrarse dentro del MGC, en un servidor de llamadas externo (como el gatekeeper mostrado en Figura 36), o compartido entre los dos en la arquitectura 'switch-suave' ('soft-swith'). De hecho, esto resulta ser subsecuentemente un problema bastante fundamental hay algunos problemas arquitectónicos mas grandes que crean como consecuencia de esta decisión. Específicamente éstos se centran en la habilidad de la solución se extienda fácilmente para soportar clientes multimedia.

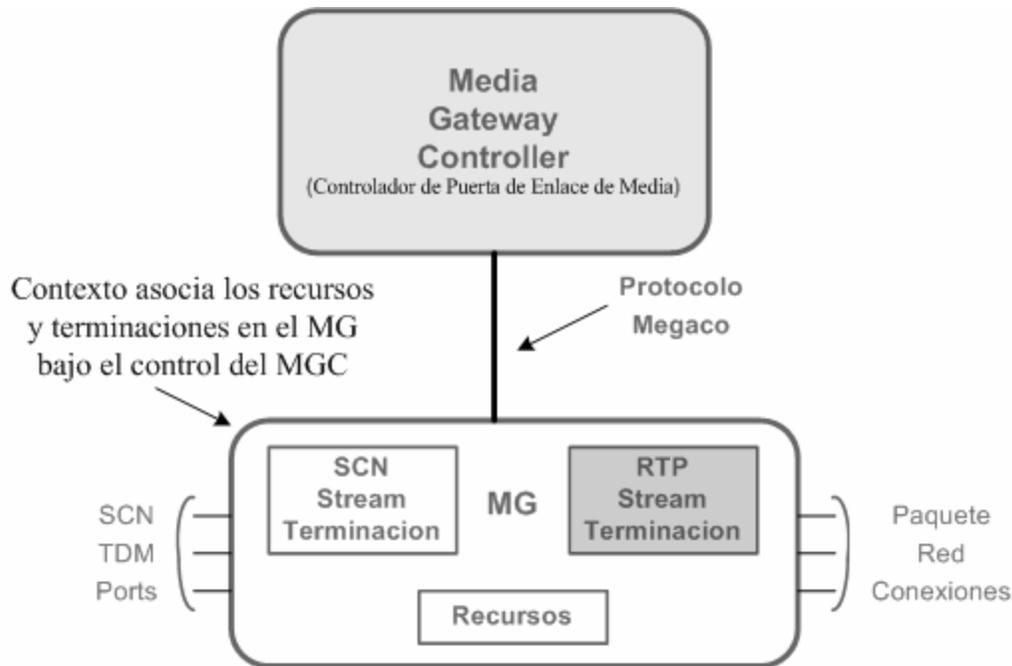


Fig. 3.6 Arquitectura desglosada del gateway de VoIP.

3.1.3 Explorando la Tecnología

3.1.3.1 Transporte de Media sobre IP

Posiblemente el desafío más importante para cualquier sistema de VoIP, es el transporte simple de muestras de voz sobre la infraestructura basada en paquetes de una red IP; diseñada para satisfacer las necesidades de las aplicaciones de datos. Específicamente, una solución completa para el transporte de media en tiempo real sobre una red IP necesita poder dirigirse apropiadamente:

- Cronometrando y sincronización de, y entre, las muestras individuales de la media.
- Los efectos de los paquetes perdidos.
- Los efectos de paquetes retrazados.
- Las peticiones de paquetes en el receptor.
- Identificación del tipo del tipo de media transportado.
- Monitoreo de la transmisión y control de flujo.

Sin un método viable, común, convenido de lograr esto, VoIP no existe simplemente. Aunque el IETF había informado algún trabajo en el transporte de Voz sobre una red IP en los tempranos 1970's, había varios problemas que necesitaron ser resueltos, incluso la habilidad de rehusar el protocolo para varias aplicaciones más allá de hacer el túnel de voz de puerto-a-puerto simple. Estas preocupaciones se dirigieron por un nuevo protocolo conocido como el protocolo de tiempo real (RTP) (Real Time Protocol, por sus siglas en ingles). Debido a su plan cuidadoso y la inherente flexibilidad, ha surgido como la especificación *'de facto'* para el transporte de tramas de media en tiempo-sensible sobre redes IP. Más significativamente, de todos los componentes tecnológicos de VoIP, excluyendo el mismo IP, posiblemente es el único elemento común encontrado en uso. Aun así, RTP no está sin sus peculiaridades cuando considerado la interoperabilidad del multi-vendedor.

RTP solo no puede tratar todos los criterios identificados arriba. Sin embargo, permite una aplicación completa que puede ser construida. RTP proporciona una envoltura para la trama de datos que identifican el tipo de media y proporciona la información de sincronización en la forma de grupo fecha/hora (timestamp). Estas características permiten reconstruir los paquetes individuales dentro de una trama de media por un destinatario. Para habilitar el control de flujo y manejo de la trama de media, la información adicional se lleva entre el remitente y receptor que usan el asociado RTP protocolo de control (RTCP, por sus siglas en ingles). Siempre que una trama de RTP se requiera, asociado los flujos RTCP fuera de banda que se establece entre el remitente y receptor. Sin embargo, algunas aplicaciones de distribuyen con la información del RTCP. RTCP permite al remitente y al receptor que intercambien información acerca del funcionamiento de la transmisión de media y puede también el uso del control de aplicaciones de alto nivel. Típicamente RTP se mapea adelante a, y transporta en, los paquetes de UDP. En estos casos, la sesión de RTP es normalmente asociada con un puerto numerado igual y es asociado su flujo RTCP con el próximo puerto numerado impar más alto.

En el caso típico de una aplicación de VoIP, es necesario transportar la media simultáneamente en ambas direcciones. Esto significa que son necesarias cuatro conexiones entre las dos terminales. Uno para cada RTP y RTCP en ambas direcciones, como el mostrado en la Figura 3.7.

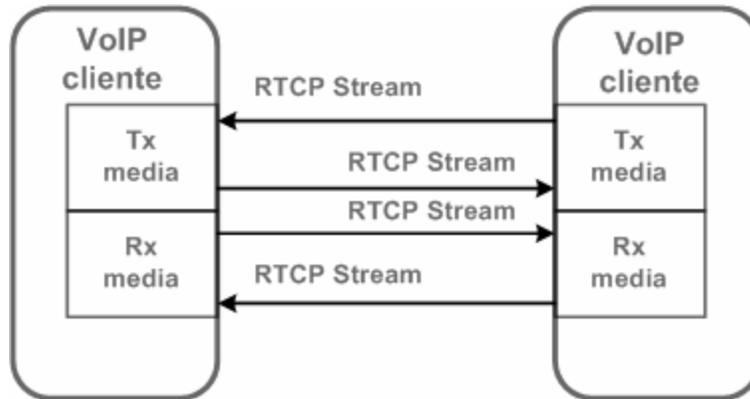


Fig. 3.7 Comunicación bidireccional en tiempo real usando RTP.

3.1.3.2 Transporte de Voz sobre IP

Aunque RTP proporciona un mecanismo que ofrece la posibilidad para transportar media en tiempo real sobre una red IP, es insuficiente considerar esto como una solución completa para VoIP. Esto es porque la calidad de la voz es percibida por el usuario final; y es afectada por factores adicionales incluyendo:

- La opción de la tecnología del codec.
- Los efectos de carga útil del paquete que idea la estrategia.
- Los efectos de pérdida de paquetes.

Los factores económicos también necesitan ser considerados desde el mismo transporte de voz sobre una infraestructura de paquetes IP introduce las degradaciones de eficacia del ancho de banda debido al gastos generales de fabricación transportando RTP, UDP y cabeceras IP, además de los actuales datos de media. Poniendo esto más simple, VoIP no es un método eficiente de transporte de voz. Sin embargo, esta deficiencia necesita ser equilibrada cuidadosamente con la ventaja de la facilidad con que se diferencian los codec de voz u otra media pueden acomodarse

simultáneamente en la misma infraestructura. Aun así, ha tomado un período considerable de tiempo para permitir a la IP representar la posibilidad más remota como una solución candidata para el transporte de la media en tiempo real.

3.1.4 Llama de Control

Voz sobre IP no sólo es una manera completamente diferente de transportar voz, también ofrece maneras completamente diferentes de controlar las sesiones de llamada. Esto es porque la señalización o control – mensajes, que establecen, mantienen y desconectan los flujos de media en una aplicación de VoIP, ellos mismos se enrutan a través de la red IP. Como una consecuencia, no hay ninguna compulsión para estos mensajes para pasar directamente entre la llamada y la Terminal llamada, ni hay ninguna necesidad por ellos para pasar a través de la misma ruta de los paquetes de media. En el principio, no hay nada para concentrar el control de mensajes que simplemente se derrotan alrededor del otro lado del mundo para establecer un flujo de media entre los escritorios adyacentes en la misma oficina. Este aspecto de VoIP probablemente es el más importante a apreciar porque realmente está en este respeto que VoIP tiene la oportunidad de revolucionar el ambiente comercial de servicios de comunicación, creando nuevas oportunidades y potencialmente transformando las redes existentes.

Hay dos acercamientos esencialmente a señalar eso puede adoptarse dentro de los sistemas de VoIP. Éstos se rigen por una variedad de condiciones dentro de la industria. Aquí están la llamada señalización de enrutamiento directo y señalización de servidor enrutado, y se muestra en Figura 3.8. El más simple de éstos es el modelo de señalización de enrutamiento directo que es estrictamente un modelo par-a-par. Todos los controles de mensajes requeridos para soportar la aplicación de VoIP son intercambiados de punto a punto, directamente entre el llamante y los usuarios llamados.

Desde un punto de vista teórico esto representa una convergencia completa del usuario y el control en el modelo de red ITU-T. Mientras este escenario habilita las características de conectividad básica para ser implementado, le falta la habilidad de soportar el tratamiento de la llamada más complejo y comportamientos. Por ejemplo, no capaz de manejar comportamientos cuando el usuario llamado ha apagado su Terminal. Un escenario que se encuentra en las redes móviles.

En contraste, el modelo servidor enrutado proporciona una cita y un punto medio entre las partes involucradas. También puede ocuparse de una funcionalidad mucho más compleja incluso la investigación de la llamada, tratamiento de la llamada en caso de la indisponibilidad de la Terminal llamada, etc. La desventaja de este modelo es la potencial complejidad de la tecnología del servidor y el control de la llamada residente en el punto final o residente en el servidor.

Nadie tiene los efectos de esta tensión más claro en la evolución de la arquitectura del gateway descompuesto mostrada en la Figura 3.8. Esto es porque, para una solución de gateway simple, como se usaría para el reemplazo del interruptor del nivel troncal en el PSTN. Es fácil omitir el soporte del cliente multimedia para la implementación y mover el control de llamada basado en el servidor dentro del control de media del gateway. Haciendo el modelo de red degenera eficazmente en un modelo de enrutamiento directo en lugar del modelo de servidor enrutado. La consecuencia de este se pone muy difícil de extender la solución como consecuencia para abarcar los dispositivos del cliente multimedia y se ha encontrado para ser una seria señal en cuestiones de diseño.

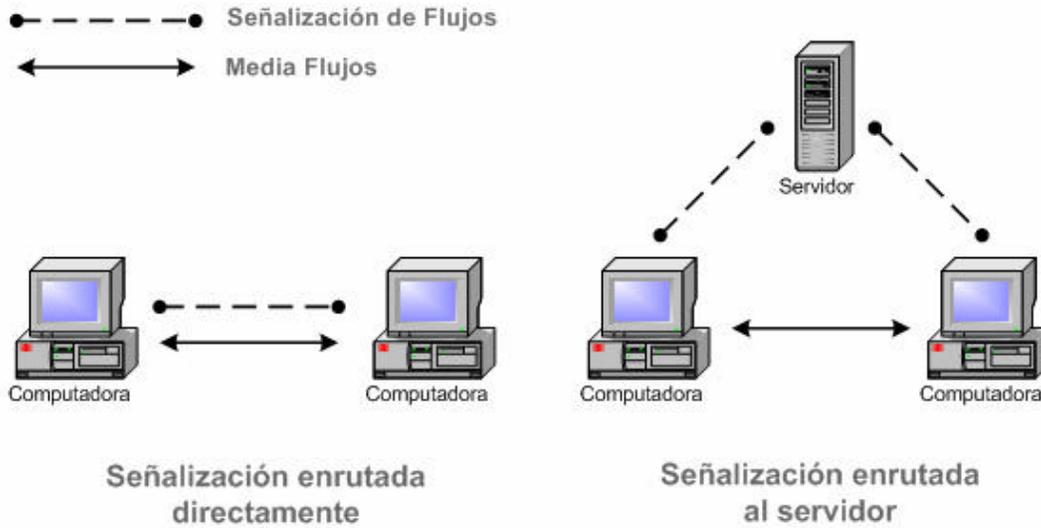


Fig. 3.8 Modos de señalización en una red de VoIP.

3.1.4.1 La Necesidad de Estándares

Como con cualquier tecnología de comunicaciones, VoIP necesita estar bien definida y con métodos soportados por la industria para la señalización del control de información de la llamada para tener éxito. Sin tales normas, la habilidad de comunicar entre los usuarios se vuelve severamente restringida o difícil de lograr. Las primeras aplicaciones de soluciones comerciales de VoIP usaron técnicas propietarias hasta que la industria desarrollara un acuerdo general alrededor del uso de las normas de conferencia multimedia de la ITU-T como un punto de partida útil. Más específicamente era el desarrollo y promoción de la especificación de H.323, que proporcionó el punto focal inicial dentro de la industria. Derivado de las especificaciones relacionadas para la conferencia multimedia sobre ISDN, H.323 define un armazón arquitectónico (vea Figura 3.9) eso abarca la habilidad de usarlo en los dos modos de señalización enrutamiento-directo y enrutamiento-servidor. Dentro de esta arquitectura, el modo de la señalización de enrutamiento-directo es conocido como señalización de 'enrutamiento gatekeeper' el término se uso dentro de las especificaciones de H.323 para describir componentes del servidor.



Fig. 3.9 Arquitectura del protocolo para H.323.

H.323 es una tecnología inmensamente poderosa, mientras incorpora muchas características que pueden cambiarse ha encendido o apagado dependiendo del contexto de despliegue de la red. Está es la opción cuidadosa de estas opciones y el plan apropiado de aplicaciones basadas en gatekeeper para enrutar la señalización de mensajes que pueden descascararse las redes H.323 en dimensiones muy grandes. El simple flujo de la llamada basada en una red H.323 se muestra en Figura 3.10, dónde el cliente de la profesión compromete inicialmente en la secuencia del registro para ser identificado por la red. Este tipo de comportamiento es esencial para un sistema de VoIP y proporciona eficazmente un grado de la Terminal inherente y la funcionalidad de movilidad del usuario desde que el cliente puede registrarse en cualquier parte de la red IP conectada.

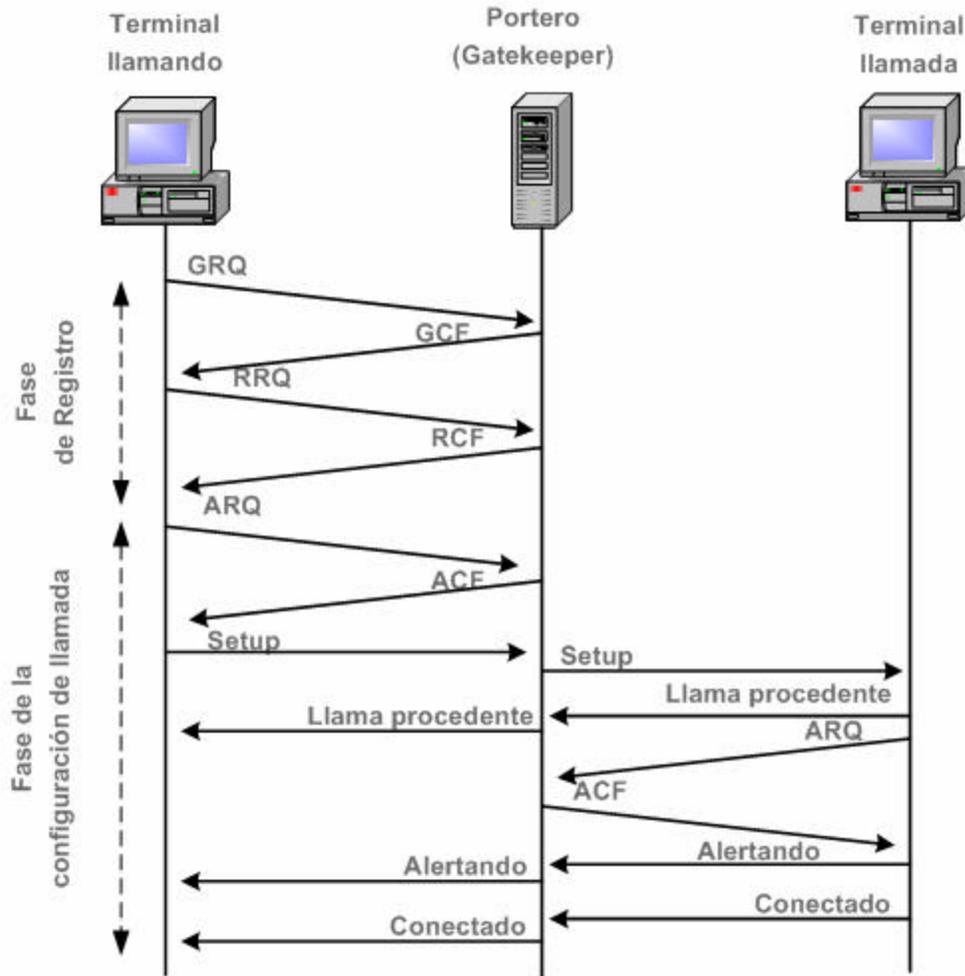


Fig. 3.10 Registro típico y configuración en H.323.

En contraste con H.323, el IETF ha estado desarrollando una competencia, pero potencialmente complementario, arquitectura para la conferencia multipartida, en la Internet como se muestra en Figura 3.11. El SIP (Sección Initiation Protocol, por sus siglas en inglés) son los componentes de esta arquitectura y proporciona el mecanismo básico de control de sesión usado dentro de él. El SIP ha ganado a un sustancial partidario dentro de la industria ofreciendo el potencial para un método fácilmente llevado a cabo de establecer y controlar las llamadas de voz básicas. De un principio muy ligero, el SIP se ha desarrollado para dirigirse los desafíos de usarse las llamadas básicas de voz de punto-a-punto y un modelo muy simplista de señalización de modo-directo. Como puede verse contrastando la misma llamada simple fluye, mientras es usando H.323 (ver la Figura 3.10) con aquéllos usando SIP (ver la Figura 3.12), las diferencias entre las tecnologías no siempre son tan obvias como algunos desearían que fueran, que desmiente los verdaderos papeles cada uno debe poder jugar.

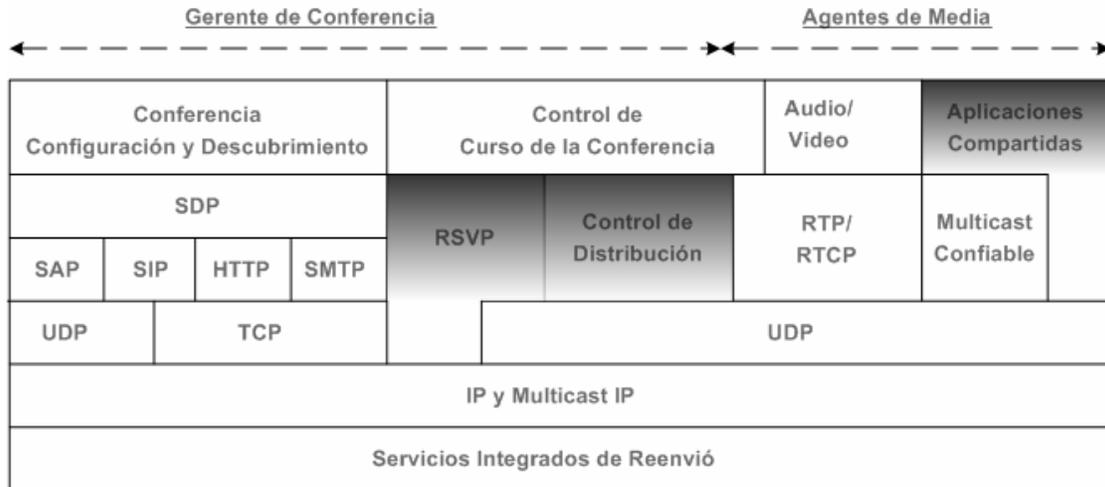


Fig. 3.11 Arquitectura de la conferencia multimedia IETF.

Las ofertas del SIP son fácilmente implementadas, poderosas, y en un ambiente de control capaz de escalar en redes muy grandes debido a su simple formato de petición/respuesta de mensajes. Esto, combinado con su inmadurez relativa comparada con H.323, animado su adopción en el segmento de acceso de tercera generación de redes de computadoras, desde que esto se permite la capacidad de incorporar cualquier elemento móvil-específico que se identificó como consecuencia.

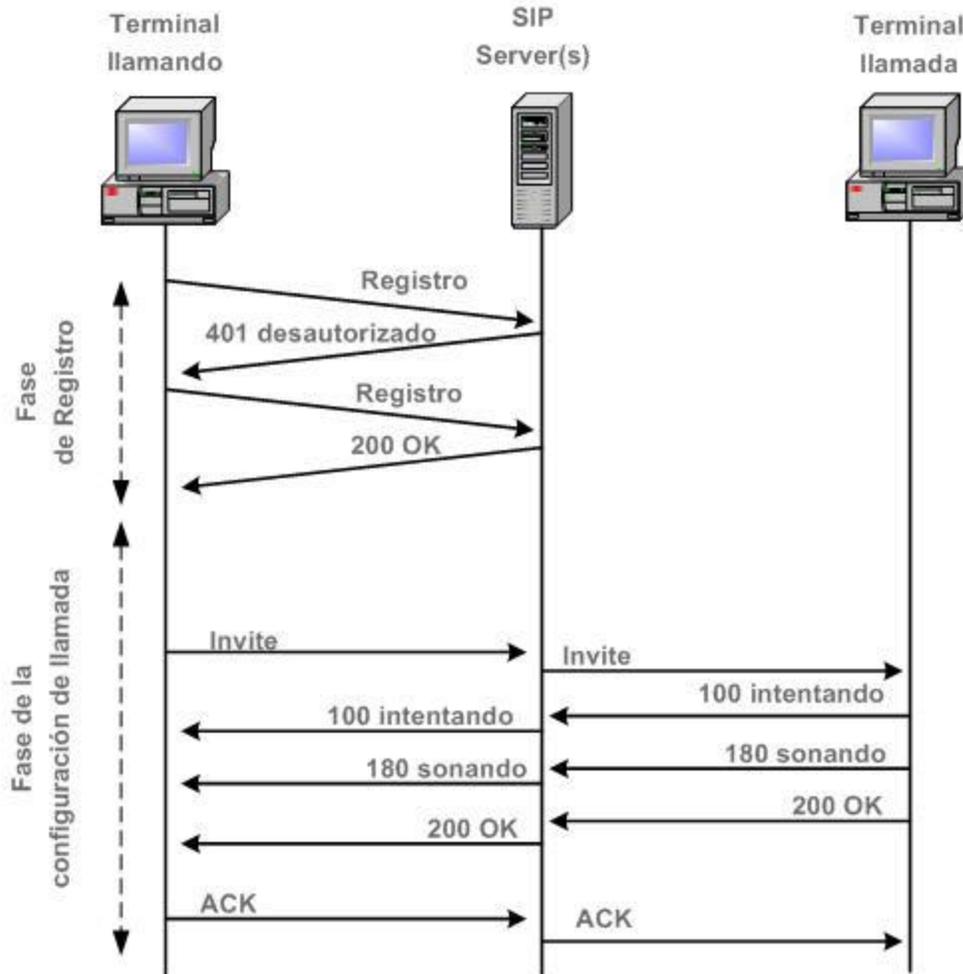


Fig. 3.12 Registro típico y configuración de llamada usando SIP.

3.2 LA CALIDAD DE LA VOZ VOIP LOGRADA

3.2.1 Introducción *[3.2]

El éxito de VoIP es influenciado fuertemente por opiniones del cliente de la calidad de la llamada y cómo esta calidad comparada con una red de teléfonos pública conmutada (PSTN).

La naturaleza no fiable del Internet y de las ofertas iniciales del producto, donde los ahorros de costos fueron ganados a menudo a expensas de calidad, condujo a una imagen que VoIP está de una calidad peor que redes con circuitos-conmutados. La imagen de la 'mal calidad', a un cierto grado, VoIP acompañada se ha movido desde el dominio de los entusiastas de la Internet a ser utilizado hoy por redes de portadoras escalares.

Las portadoras son impacientes de expresar la eficiencia máxima de sus redes sino entender que hay un nivel mínimo de la calidad requerido para alcanzar la aceptación del cliente. Los clientes de la empresa, ahora han adoptando VoIP, son también sensibles al ruido, a las distorsiones y a las debilitaciones generalidades en sus soluciones de la comunicación de voz.

Todavía, corrompido por la experiencia de experimentos en el Internet público y las generaciones primeras del equipo, una de las preocupaciones más comúnmente posible discutidas llevadas a cabo por la gente VoIP que contempla es que nunca entregará la 'calidad apropiada'. Los pasos significativos han asumido el control en los últimos años para alcanzar sistemas de más alta calidad. En detalle, una edición que se considerará está: '¿Cuál es la calidad apropiada?' Como será demostrado, el logro de las soluciones de VoIP de la alta calidad no es una imposibilidad. Es algo simplemente un desafío de la ingeniería.

3.2.2 Diseñado para la Calidad

Es importante realizar que la calidad percibida es independiente de la tecnología. El cliente no sabe generalmente, ni desea saber, sobre la tecnología subyacente al usar el teléfono. Sus demandas son iguales, sin importar si VoIP u otras tecnologías de redes de voz está utilizado. La mayoría del trabajo de estandarización para entregar un nivel deseado de la calidad es por lo tanto aplicable en VoIP, así como el PSTN. Aunque ésta aparece ser una declaración superflua, todas las soluciones de VoIP no pueden a menudo resolver los requisitos dominantes tales como uso del recomendado de umbrales de retraso o la inclusión de la filtración correcta de la telefonía o del control llano. Esto da lugar en última instancia al cliente que recibe un servicio pobre.

Consideramos cómo diversos componentes de un sistema de VoIP, y pueden tener un impacto en la opinión de un cliente de la calidad. El desafío es diseñar una solución eficiente que entregue 'apenas-bueno-suficiente' nivel de la calidad para un uso particular.

Para un sistema de VoIP las tres influencias más significativas en la opinión de un usuario de la calidad son:

- Funcionamiento del dispositivo de VoIP
- Funcionamiento de la red subyacente
- Retraso de Fin-a-fin

Un nivel particular de calidad puede por lo tanto ser alcanzado negociando uno de estos grados de libertad contra los otros. Sin embargo, porque los sistemas de alta calidad, el alcance para las compensaciones se reduce grandemente. Basado sobre los grados de libertad identificados en esta área por el proyecto de TIPHON de ETSI, la Figura 3.13 ilustra cómo la gama de funcionamiento alcanzar una clase específica de QoS aumenta grandemente mientras que el nivel requerido de QoS se reduce.

Mientras que hay un número de factores referente a la contribución de una red IP a la experiencia del usuario final, los concentrados que aquí presentamos en el dispositivo de VoIP y retrasos de funcionamiento. Sin embargo, el impacto de la parametrización para la optimización del tratamiento de la red tal como pérdida del paquete y la inquietud reciben una cierta consideración.

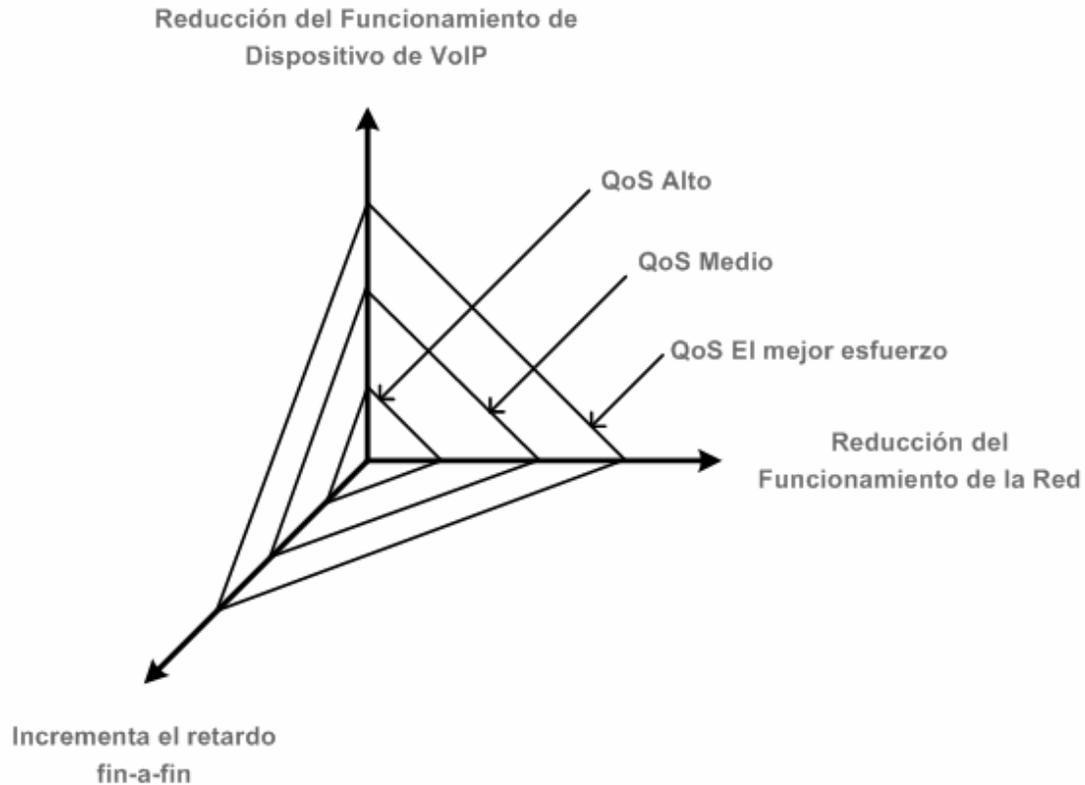


Fig. 3.3 Negociación del funcionamiento para lograr el QoS deseado.

3.2.2.1 Problemas del Plan de Diseño

Una razón de elegir VoIP, es su potencial de actuar pues la tecnología de la multiplexación para entregar servicios de voz y datos más eficientemente que el PSTN. La buena calidad del discurso es crítica para entregar un sistema comercialmente viable de VoIP. Esto puede venir en un precio, sin embargo, puesto que es posible crear un sistema de alta calidad, pero generalmente a expensas de requisitos crecientes del ancho de banda de la red. Desde un ancho de banda mínimo, bajan las asignaciones y dan lugar típicamente a una cierta reducción en calidad del discurso, hay un desafío técnico en discurso de alta calidad que entrega mientras que alcanza alta eficacia de la red. El desafío es entregar 'apenas-bueno-suficiente' calidad del discurso en un índice binario específico.

Hay varias maneras de negociar la calidad del ancho de banda del discurso para resolver un nivel de la calidad en blanco, pero no hay respuesta definitiva en cómo éste debe ser alcanzado. Aquí se describen esos aspectos de un diseño del sistema de VoIP que tengan el más grande concerniente y la opinión del usuario de la calidad del discurso:

- Codificación del discurso
- Paquetización eficiente
- Supresión del silencio
- Métodos de ocultación de errores
- Implementación del jitter buffer
- Funcionamiento del codec tandem

3.2.2.1.1 Codificación del Discurso

La mayoría de las redes domésticas del PSTN funcionan con discurso muestreados en 8 kilociclos y un esquema no lineal de 8 bit de la quantization según ITU-T G.711. Esto se codifica en 64 kbits e introduce poca distorsión audible para la mayoría de los tipos de señal. En un número de usos, sin embargo, un índice binario mucho más bajo es deseable, cualquiera porque la capacidad es limitada (móvil) o maximizar la cantidad de tráfico que se puede transportar una conexión trocal. Las actuales recomendaciones de la ITU incluyen los codecs que comprimen hasta sólo 5.3 kbits, aunque la calidad en este índice binario es por debajo de G.711.

Para maximizar la interoperabilidad es generalmente para que las entradas y los clientes de VoIP ofrezcan unos o más codecs estándares. La tabla 3.1 enumera un cierto campo común, estandarizado, codecs de voz con sus índices binarios asociados.

Codec	Bit rate (kbit/s)	Técnica de codificación
G.711	64	Pulse Code Modulation (PCM) [6] (Modulación de Código de Pulso, PCM por sus siglas en Ingles)
G.726	40 a 16	Adaptive Differential PCM (ADPCM) [7] (Diferencial Adaptable PCM, por sus siglas en Ingles)
G.728	16	Low-Delay Codec Excited Linear Prediction (LD-CELP) [8] (Bajo-Retraso en la Predicción Linear Excitada del Codec (LD-CELP) [8]
G.729	8	Algebraic Codec-Excited Linear Protection (ACELP) [9]
G.723.1	6.5/5.3	Multi-Pulse Max Likelihood Quantization (MP-MLQ)/ACELP [10]
GSM FR	13	Regular Pulse-Excited Long-Term Predicator (RPE-LTP) [11]
GSM EFR	12.2	Algrebraic Code-Excited Linear Prediction (ACELP) [12]

Tabla 3.1 Codecs de Voz.

La opción del codec a un cierto grado es dictada por el ancho de banda en la oferta que determina el índice binario máximo para el codec, y alternadamente la calidad máxima del discurso que el sistema alcanzará bajo condiciones ideales. Es importante observar el hecho que apenas porque se estandariza un codec en sí mismo no lo hace conveniente para los usos totales de las telecomunicaciones.

En general, cuanto más bajo es el índice binario, más baja es la calidad percibida por el oyente. Sin embargo, más diseños del codec del módem están conduciendo encima de la calidad para un índice binario dado. Esto se ilustra en el Fig. 3.14, que demuestra la calidad del discurso pasada con algunos de estos codecs estándares, medido el usar de PAMS.

El codec básico de la calidad más alta es G.711 inmóvil en 64 Kbit/s. El codec de baja-complejidad G.726 ofrece solamente buen funcionamiento en 32 Kbit/s o arriba, y es comparable con el más reciente, aunque de cómputo intensivo, GSM-EFR en 12.2 Kbit/s y G.728 (CELP) en 16 kbit/s.

Dado una demanda para la alta calidad, está clara al elegir el codec más bajo del índice binario no satisfaga una proporción grande del mercado de hoy de VoIP. Por lo tanto la mayoría de los

sistemas tienden para ofrecer G7.11 y por lo menos un codec bajo del índice binario. Esto no prohíbe a operador una cierta flexibilidad de negociar entre la calidad y el ancho de banda potencialmente por la llamada base.

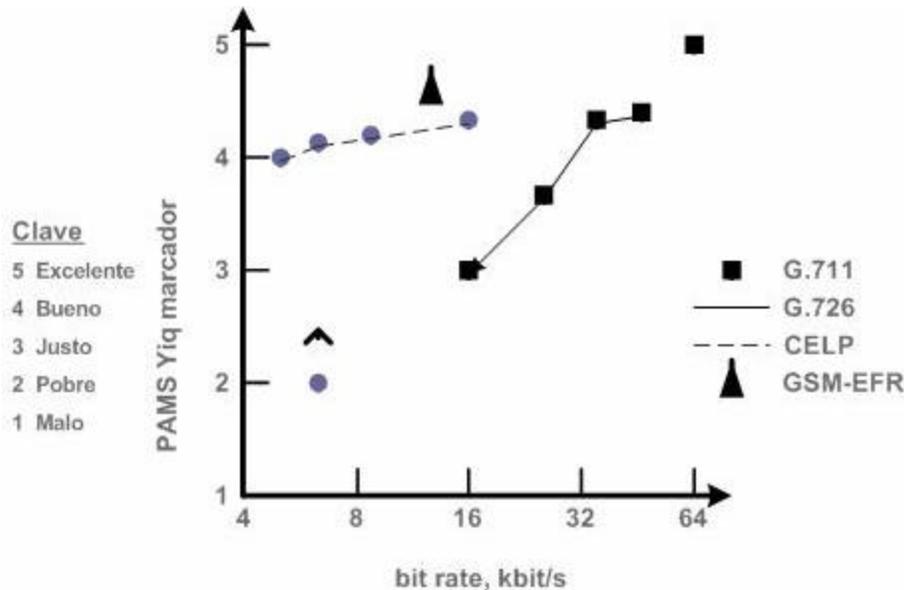


Fig. 3.14 Calidad máxima del codec del discurso realizable.

3.2.2.1.2 La Eficacia de la Paquetización

Otra consideración cuando elegimos un codec es cuánto se puede colocar el discurso en un paquete IP. Esto es dictado en parte por el tamaño del marco de un codec. Por ejemplo, el GSM utiliza un marco fijo 20ms y por lo tanto los paquetes deben ser un múltiplos del 20 ms, mientras que G.711 pueden ser cualquier longitud arbitraria.

La cantidad de discurso puesta en un paquete tiene un impacto directo en la eficacia subyacente de la red. VoIP es ineficiente para los paquetes pequeños de la voz mientras que los paquetes grandes de la voz conducen para desear retrasan, lo cual es inadecuado para las comunicaciones en tiempo real. Los paquetes contienen típicamente entre 10 y 30 por ciento de la mayoría del discurso. Esto proporciona una compensación práctica entre la eficacia de la red y el aumento del retraso. Un cierto aumento en gastos indirectos del ancho de banda se puede justificar por las ventajas económicas de funcionar en una sola red combinada de voz y datos.

Es importante observar que debido a las ineficacias del protocolo IP, reduciendo el codec los índices binarios debajo llanas de un sentido limitado ciertas marcas. Esto es sobre todo debido al IP, al UDP y al RTP jefes 14J que contribuyen hacia los gastos indirectos 40 byte a cada paquete. En el espaciamiento del paquete 20-ms (un solo G/M enmarca o los marcos del nvo G.729), esto se compara a los gastos indirectos 16-kbits. Con la eficacia definida como la reducción en el ancho de banda comparado a un canal PSTN 64kbits, la grafica en la Fig. 3.15 el aumento de la eficacia de usar codecs más bajos del índice binario (todos los cálculos asumen a 20ms del discurso por el paquete).

Comparando solamente con la eficacia del codec, G.729 demostrando un ahorro del 87.5% sobre G.711, pero cuando la contabilidad para las cabeceras del IP este ahorro se reduce hasta el 60%. Estos cálculos no incluyen la compresión de las cabeceras, que proporcionaría ahorros adicionales.

Al seleccionar un codec es también importante saber bien, sino cifrará ninguna señal de discurso tal como ruido de fondo. Cuando los teléfonos se utilizan en un ambiente ruidoso la capacidad de un codec particular de codificar el ruido de fondo puede tener un efecto significativo en la calidad percibida.

Los codecs de un teléfono móvil se diseñan para hacer frente a los ambientes del alto-ruido y por lo tanto se ha sugerido que éstos son probablemente los mejores codecs bajos del índice binario para los ambientes ruidosos.

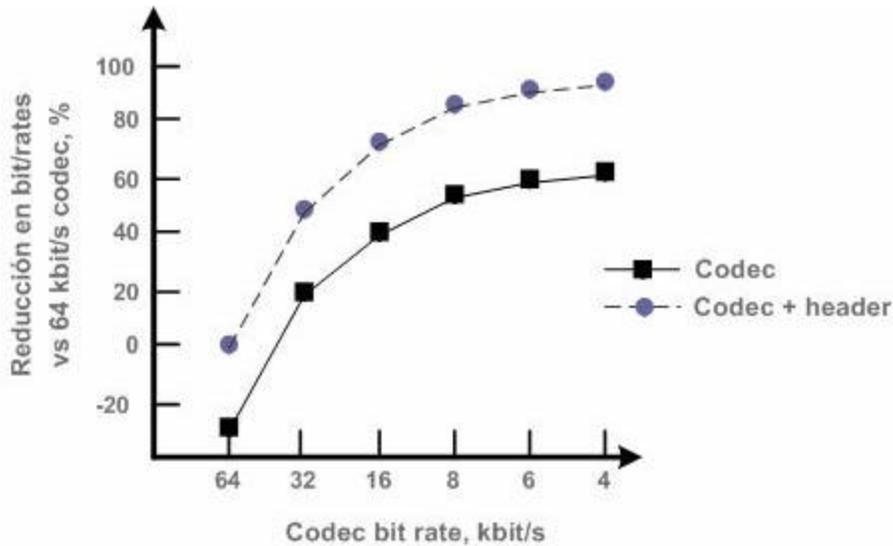


Fig. 3.15 Eficiencia de Codec con y sin cabeceras IP.

3.2.2.1.3 Supresión del Silencio

Supresión del silencio, o transmisión discontinua (DTX, por sus siglas en inglés), describe el proceso por el cual o cuando el usuario no está hablando, ni son cifrados, ni transmitidos. Esto permite que los requisitos del ancho de banda del sistema total sean reducidos y puede producir un ahorro medio del ancho de banda del aprox. 40%. DTX es puesto en ejecución por el uso de un detector de actividad de voz (VAD).

El problema con la supresión del silencio es su susceptibilidad al truncamiento delantero y back-end. Esto describe las situaciones donde los disparadores de VAD demasiado tarde o demasiado temprano, cortando discurso al principio o al final de una oración. Por lo tanto ha probado lo difícil de diseñar un VAD que trabaja perfectamente en todas las circunstancias, a pesar del esfuerzo extenso de la investigación y del desarrollo.

Además del problema de decidir cuál es y no es discurso hay la aplicación cómo generar una señal de completar los períodos silenciosos. Esta señal generada se llama ruido de la comodidad. Sin ruido de la comodidad el sistema de teléfono se siente muerto al usuario del extremo, pero una unión mal hecha en ruido en medio cuando la persona es y no está hablando está distrayendo y conduce a una impresión de la mal calidad.

Al elegir desarrollar un VAD una comprensión del uso es crítica. Por ejemplo, un VAD que etiqueta más de la señal como discurso, suprimiendo la transmisión solamente cuando el transmisor es definitivamente silencioso, entregará más alta calidad que un VAD más agresivo. Esto por supuesto es balanceado por un leve aumento leve en el ancho de banda, pero puede todavía puede haber un ahorro significativo sobre un sistema sin DTX.

3.2.2.1.4 Ocultación del Error

Los sistemas de VoIP pueden sufrir un grado de pérdida del paquete durante la operación normal y puede también haber paquetes perdidos por el almacenador intermediario de la inquietud. La capacidad de un dispositivo de VoIP de encubrir la pérdida del paquete diferencia significativamente su funcionamiento.

Ciertos codecs estandarizados (G.729, GSM-EFR) incluyen sus propios métodos de la ocultación del error. Sin embargo, el uso de la ocultación propietaria del error puede proporcionar una mejora en calidad sobre estos métodos estándares y es aplicable a otros codecs.

Una alternativa a la ocultación del error es la inserción del silencio en lugar de los paquetes perdidos; éste da un efecto que chasca que los usuarios encuentren molesto. Por ejemplo, en los niveles moderados la pérdida del paquete una puesta en práctica G.711 sin la ocultación del error puede conducir a una calidad más baja que un codec bajo del índice binario con la ocultación del error.

A expensas de un aumento en retraso e índice binario, es también posible agregar redundancia para permitir que algunos errores sean corregidos o los paquetes perdidos sean reconstruidos. Las técnicas disponibles incluyen la corrección de error o la duplicación adelantada de bastidores a través de los paquetes múltiples.

Un ejemplo de cómo la pérdida del paquete afecta calidad se demuestra en la Fig. 3.16. Esto demuestra la distribución de las cuentas de la calidad observadas en un número de medidas de un sistema G.729 de VoIP en diversas tarifas la pérdida del paquete. La gama de cuentas ocurre porque un paquete perdido puede coincidir con una parte crítica o no crítica de la corriente de la voz.

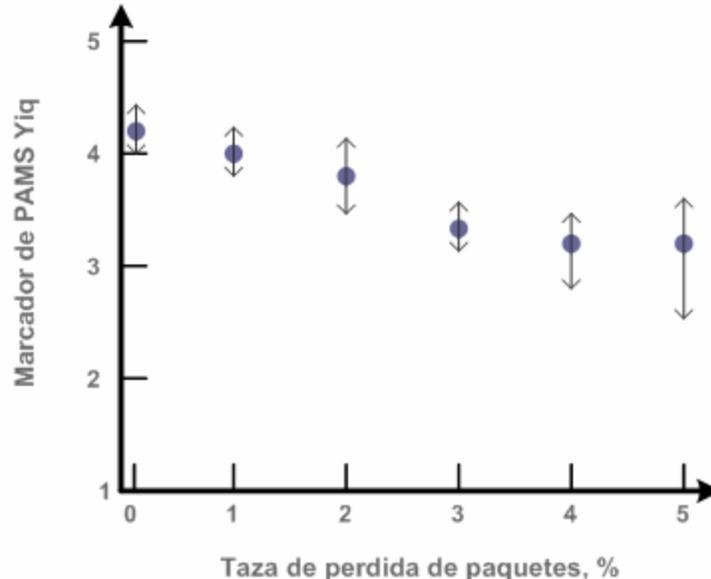


Fig. 3.16 El rango de calidad del discurso medido y su media para dar la tasa de pérdida de paquetes.

3.2.2.1.5 Implementación del Jitter Buffer

Un almacenador intermediario de la inquietud es necesario alisar sobre la distribución del paquete de retardo que es característico del IP. Es importante observar que el almacenador intermediario de la inquietud de una entrada tiene un impacto en el sistema de retardo y la calidad del discurso. Un equilibrio cuidadoso es necesario entre la adición de demasiado retardo, que deteriora la conversación, y al caer los paquetes, que reduce la calidad del discurso.

Los almacenadores intermediarios de la inquietud se categorizan en dos tipos: estáticos y dinámicos. Los buffers estáticos utilizan un almacenador intermediario de longitud fija y son los más fáciles de poner en ejecución y manejar. Cualquier paquete que llegue tarde se desecha simplemente. El tamaño del almacenador intermediario de la inquietud es normalmente configurable, que agrega una cierta flexibilidad para templar un sistema dado de VoIP, pero un buffer estático requiere generalmente una red subyacente bien-manejada guardar la inquietud dentro del tamaño del almacenador intermediario.

El almacenador intermediario dinámico más sofisticado de la inquietud tiene alcance para ajustar el punto del juego hacia fuera en el almacenador intermediario basado en una historia de la inquietud del paquete que llega. Esto satisface una red con un perfil más errático de la inquietud, pero puede también estar de ventaja en una red bien manejada. Si la red manejada realizándose mejor que se está especificando, por debajo del 10 ms de la inquietud más bien que debajo del 30 ms previsto, el almacenador intermediario puede ajustar para reducir el total retraso de la conexión. Esto retrasa la reducción mejora la calidad conversacional percibida experimentada por los clientes.

El almacenador intermediario dinámico más sofisticado de la inquietud tiene alcance para ajustar el punto del juego hacia fuera en el almacenador intermediario basado en una historia de la inquietud del paquete que llega. Esto satisface una red con un perfil más errático de la inquietud, pero puede también tener una ventaja en una red bien manejada. Si la red manejada realizándose mejor que se está especificando, por debajo del 10 ms de la inquietud más bien que debajo del 30 ms previsto, el almacenador intermediario puede ajustar para reducir el retraso total de la conexión. Este reducción del retraso mejora la calidad conversacional percibida experimentada por los clientes.

Una consideración importante del diseño para los almacenadores intermediarios dinámicos de la inquietud es cuándo ajustar el punto del juego hacia fuera. Aunque es a veces posible hacer esto durante el discurso sin que el usuario lo note, es mejor hacer el ajuste durante el silencio donde el usuario no ' específicamente el aviso ' el cambio.

La noción 'no específicamente de notar' un cambio en el retraso es porque cuando está pedido identificar retrasa cambios durante silencio que el usuario no puede generalmente hacer tan. Sin embargo, las pruebas subjetivas demuestran que retrasa cambios son perceptible subconsciente durante la conversación normal. Esto sugiere que retrase los cambios sean hechos en pasos pequeños y guardado a un mínimo durante una conversación o la calidad percibida del sistema será reducido.

3.2.2.1.6 Funcionamiento del codec tandem

Al diseñar cualquier sistema de transmisión de voz es importante saber trabajará bien con las redes existentes. No es bastante para establecer simplemente una conexión; hay una necesidad de asegurar la calidad adecuada del discurso y reducir al mínimo el retraso. Típicamente donde las redes se ensamblan, el tráfico del discurso se pasa como PCM 64 kbit/s. Si el sistema que originaba ha cifrado el discurso en otro formato, se requiere descifrar este. Esto da lugar a una transcodificación o a un tandeming de los codecs del discurso.

Generalmente la calidad de la combinación no puede ser mejor que el acoplamiento más pobre, y puede ser perceptiblemente peor si codecs dos o más bajos del índice binario son incluidos. La orden es también importante. Porque estos sistemas tuercen el discurso de una manera no lineal.

G.729 seguido por EFR no producirá exactamente la misma calidad que EFR seguido por G.729.

Retrasa también aumentos perceptiblemente con tandeming. Por ejemplo, las redes móviles introducen retrasan alrededor 100 ms cada manera. Una llamada móvil-a-móvil con una troncal de VoIP podía exhibir fácilmente 300 ms unidireccional al retraso.

Estos problemas se pueden evitar por la 'operación en tandem-libre', donde los sistemas negocian un codec común que sea fin-a-fin (end-to-end) usado. Se espera que esto llegue a ser más frecuente, pero la mejora de calidad potencial es balanceada por un desafío costoso de la ingeniería.

3.2.2.2 Retrazo

La recomendación G.114 de ITU-T proporciona los límites por tiempo unidireccional de la transmisión (retrasa) en conexiones con eco adecuadamente controlado (véase la tabla 3.2).

Tiempo de la transmisión unidireccional	Aceptación del usuario
0 a 50 ms	Aceptable para la mayoría de los usuarios
150 a 400 ms	Aceptable, pero tiene impacto.
400ms y sobre	Inaceptable.

Tabla 2.2 G.114 Límites para el tiempo de la transmisión unidireccional.

	Excelente	Bueno	Regular	Malo
Retraso de fin-a-fin	< 100 ms	< 100 ms	< 150 ms	< 400 ms

Tabla 2.3 Clases de TIPHON QoS.

Los sistemas de TIPHON con mayor retraso todavía clasifican al 400 ms como mejor esfuerzo, aunque esto es solamente un valor de blanco. También las especificaciones del sistema de TIPHON asumen que el eco es adecuadamente controlado. La gráfica en la Fig. 3.16 demuestra cómo para una configuración de red específica que la calidad degrada con el aumento de retrasa. El gráfico también demuestra cómo esta degradación es afectada más a fondo por la presencia del eco.

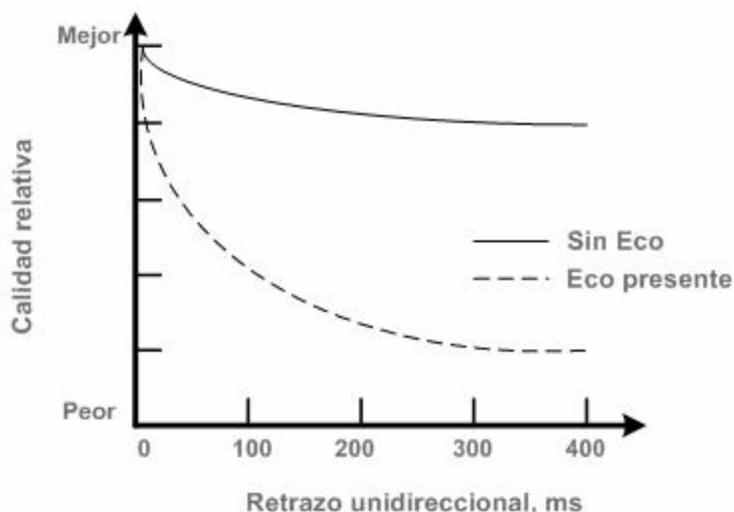


Fig. 3.17 El impacto del retraso en la calidad, con y sin el eco.

3.2.2.3 Eco

Se entiende fácilmente que la debilitación conversacional debido al eco aumenta con su nivel y retraso. Una cantidad grande de trabajo se ha conducido para determinar los efectos combinados del transmisor del eco con retraso. Las recomendaciones en su control se resumen en ITU-T G.131.

Hay esencialmente dos fuentes del eco en el PSTN hoy; éstos se demuestran en la Fig. 3.18. Retrazo introducido packetising del discurso y quitando la inquietud de la red sea suficientemente largo hacer el sistema susceptible a los problemas del eco. La cancelación del eco se debe por lo tanto probablemente ser necesaria en la mayoría de los sistemas de VoIP. Aquí en contraste al PSTN donde está solamente necesita la cancelación del eco en conexiones transcontinental.

Retrazo-corto ecos se distinguen raramente de tono menos o ida-vuelta retrase exceda a 30ms o el nivel del eco es extremadamente alto. Para este eco la razón de cancelación no se requiere en corto-acarreo de conexiones del PSTN, cuando sea ida-vuelta el retraso no excede los 30ms. Sin embargo, ida-vuelta el retraso de los sistemas de VoIP son poco probable y pueden ser menos de 30ms, asegurándose de que una cierta forma de cancelación del eco está requerida invariable.

Si un sistema de VoIP se conecta con un PSTN local, la cancelación del eco es probablemente necesaria cancelar las reflexiones híbridas locales. Si el sistema no se conecta con un PSTN local, la cancelación del eco se debe todavía incluir para quitar cualquier eco acústico.

Como nota final, en la orden para que un dispositivo de VoIP sea considerado como de alta calidad, el funcionamiento de su cancelador de eco debe adherir la recomendación de la ITU-T G.168 como mínimo.

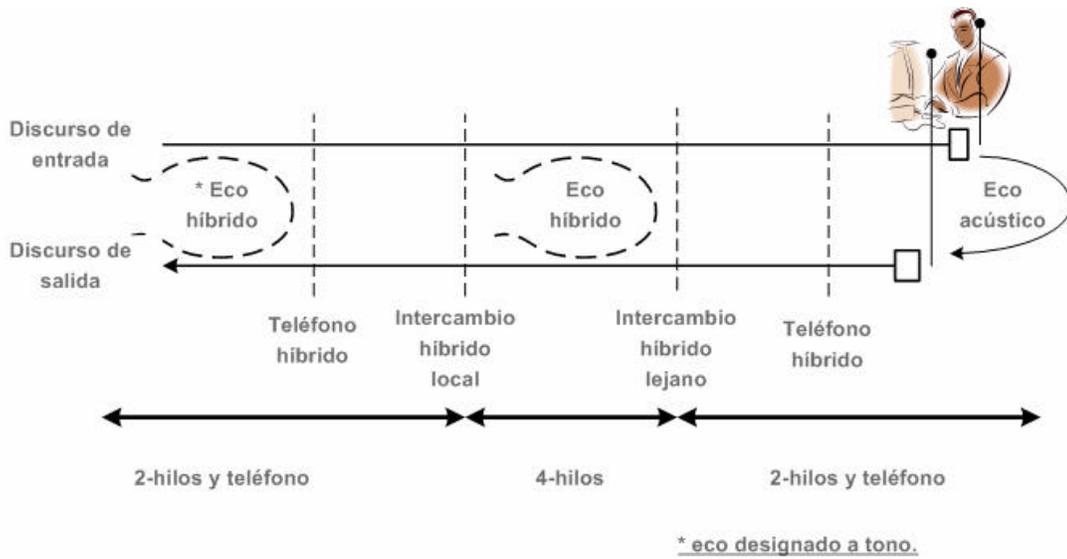


Fig. 3.18 Fuentes de eco en el PSTN de hoy.

3.2.2.4 Nivel del Discurso

El nivel del discurso es un factor importante que afecta la facilidad de la comunicación. La medida más eficaz del nivel es el nivel activo del discurso (ASL) con un método de la medida definido en ITU-T P.56. Dentro del PSTN de la base, se espera que ASLs sea alrededor -18dBm_0 y por lo tanto la red de telefonía se optimiza para este nivel.

El gráfico en la Fig. 3.19 ilustra cómo la calidad percibida varía con el nivel. Los sistemas del control del nivel activo (ALC) están comenzando a ser introducidos para mantener llano la gama óptima. Por supuesto es deseable tener niveles correctos en el sistema pues ALC puede introducir otras degradaciones.



Fig. 3.19 El impacto típico del nivel en la calidad.

3.2.2.5 Codecs de Banda Ancha

Los sistemas de telefonía actuales permiten típicamente la transmisión de frecuencias audio hasta cerca de 3.4 kilociclos. El discurso y la música contienen muchos componentes en frecuencias más altas, que se filtran hacia fuera y dan lugar a un sonido artificial. En contraste, el audio que el CD produce frecuencias hasta cerca de 20 kilociclos, el más alto que se puede detectar en la gente con el sistema del oído intacto. También, los codecs para la telefonía y la teleconferencia de banda ancha, frecuencias de audio que transmitían hasta cerca de 7 kilociclos, han estado disponibles por algunos años. Sin embargo, éstos no tienen extenso convertida debido a los problemas con calidad y redes internas.

Los nuevos codecs de banda ancha están en desarrollo y ofrecen el potencial para la buena calidad en los índices binarios similares a los codecs existentes del PSTN, mientras que permiten operar fácil con el PSTN. Típicamente un codec de banda estrecha existente, tal como EFR (en 12.2 Kbit/s), se utiliza como el punto de partida para el codec de banda ancha. Esto es ampliada codificando las frecuencias más altas por separado de las frecuencias más bajas de las ventas usuales con relativamente pocos gastos indirectos, y multiplexado las dos secuencias de datos juntas. El pedacito corriente que resulta en cerca de 16 Kbit/s se puede descifrar en audio de banda ancha, o el componente de una frecuencia cuanta más alta puede ser caído, sin la necesidad de re-codificación, para la transmisión sobre una conexión de la herencia.

3.3 CALIDAD DE SERVICIO

El constreñimiento de estado latente es apenas un ejemplo de la necesidad de proporcionar por lo menos algún rudimentario QoS a través de la red de acceso del ancho de banda obligado. Esto es verdad incluso cuando solamente se está soportado el tráfico de voz, pero llega a ser mucho más crítico cuando hay una mezcla de voz y datos. El jitter (interoperabilidad) causado por la interpolación de los paquetes de voz y datos puede conducir a la necesidad de un jitter buffer muy grande. Esto crea un retardo inaceptablemente grande. Como mínimo dos cosas son necesarias para superar esta deficiencia:

La fragmentación del paquete de datos, asegurándose de que los paquetes grandes de datos no puedan hacer cola con un excesivo retraso.

Priorización del paquete de voz, asegurándose que los paquetes de voz tienen suficiente prioridad sobre los paquetes de los datos.

La fragmentación del paquete de datos se puede hacer con derecho preferente o reactivo, es decir los paquetes de datos pueden ser fragmentados sin importar si existe tráfico de voz o fragmentos solamente si hay un paquete de voz que espera para ser enviado. El método más simple de fragmentación con derecho preferente es por supuesto fijar un tamaño bajo del MTU comparable con el tamaño del paquete de voz. Sin embargo, esto significa que la paquetización de datos llega a ser muy ineficaz. Una alternativa es utilizar una cierta clase de esquema de resumen, que interrumpe la transmisión de los paquetes de datos para enviar un paquete de voz. Si hay una célula basada en capa 2 (tales como ATM), el problema se soluciona automáticamente, puesto que éste proporciona la pre-fragmentación sin una disminución inaceptable de la eficiencia.

3.3.1 Mecanismos de Prioridad

Incluso cuando se ha solucionado el problema de la fragmentación de datos, sigue siendo necesario asegurarse que los paquetes de voz tienen prioridad sobre los paquetes de datos. Hay una variedad de los mecanismos de capa 2 y capa 3 para alcanzar esto. Algunos de éstos se basan en prioridad relativa. Afortunadamente, como el problema está principalmente a través del acoplamiento del acceso, las preocupaciones normales por tales mecanismos que no están cuantificadas y no trabajan fin-a-fin realmente no se aplican aquí. Técnicas más crudas, tales como

aprovisionamiento excesivo del ancho de banda, que se puede utilizar en otras partes de la red, siguen siendo inadecuadas. Hay algunas observaciones que valen hacer en estos diversos acercamientos.

3.3.1.1 Mecanismos de Capa 2

Si hay una capa 2 basado en ATM, el tráfico de voz y datos puede ser transportado en PVCs separados. En este caso no es necesario poner un sistema en ejecución completo de mecanismos de administración de tráfico para alcanzar prioritización requerido para esta mezcla simple de tráfico. El por- el PVC que hacía cola, con la coleta de voz sirvió al agotamiento antes de que se envíen las células de datos, sería suficiente. La desventaja de este acercamiento es la necesidad de proveer un adicional PVC.

Semejantemente si el acceso era sobre un puente Ethernet, el esquema que marcaba con etiqueta de prioridad simple en IEEE802.1p/q podría ser utilizado. Sin embargo, esta opción no es realmente apropiada si se está utilizando ruteo Ethernet.

3.3.1.2 Mecanismos de Capa 3

Prioritización se puede también hacer en la Capa IP, usando el diffserv por ejemplo. Mientras que éste es un esquema simple que utiliza prioridad relativa, sería absolutamente suficiente para la voz simple y los datos se mezclan. Sin embargo, como el punto de sujetador es el módem DSL más bien que el dispositivo final, el módem necesitaría tener la capacidad apropiada de enrutamiento en Capa 3 en orden para implementar esto.

3.3.2 Asegurar Suficiente Ancho de Banda para la Voz *[3.2]

El tráfico de voz requiere una trama constante de índice binario o bit rate (CBR), incluso cuando está hecho un promedio sobre un período bastante corto. Es por lo tanto importante asegurarse de que el número total de los canales derivados de voz no excede el ancho de banda disponible de la liga de acceso. La única alternativa es utilizar cualquier grado de compresión que requiere para caber todos los canales solicitados dentro del ancho de banda disponible. El problema con este acercamiento es que la calidad será indefinida y que cambia incluso dentro de una llamada. Esta clase de calidad variable es generalmente una mala idea, pues la naturaleza humana es tal que se quejan los clientes de cuando la calidad deteriora, más bien que siendo agradecidos cuando mejora. Tal variabilidad es por lo tanto una característica altamente indeseable desde el punto de vista de ambos tanto para el proveedor de servicios y los costos de soporte.

Para tratar este problema, idealmente hay necesidades que tienen cierta clase de control de admisión de la conexión (CAC) que previene más que del número soportable de llamadas que son iniciadas. Esto se puede alcanzar relativamente simplemente si el DSL que termina la unidad también intrínsecamente limita el número de llamadas de una cierta manera. Por ejemplo, con un dispositivo integrado de acceso que utiliza la presentación análoga del teléfono (es decir una entrada); hay un límite en el número de llamadas que pueden ser soportadas. Esto es porque el número de sockets del teléfono en la entrada es fijo, que proporciona la protección automática tan larga como hay más acceso al ancho de banda provisto que el número de puertos requeridos. Sin embargo, donde se utilizan los soft-phones, o el módem DSL está conectado con una LAN, no hay actualmente límite fácilmente impuesto tal que ningún número de clientes de soft-phones o de los teléfonos de Ethernet posibles, en principio, para ser unido. Sin embargo, soluciones, tales como MIDCOM, están emergiendo para tratar esta necesidad.

En la mayoría de los casos el acoplamiento de acceso será requerido para soportar una mezcla de tráfico de voz y datos. El mejor acercamiento de este caso es limitar el ancho de banda total permitido para el tráfico de voz algo menos que el ancho de banda total del acoplamiento. El ancho de banda de los datos puede entonces ser flexible para utilizar el ancho de banda disponible usando mecanismos normales de TCP. Hay varias maneras de las cuales éste se limita puede ser

realizada. Sin embargo, algunas entidades del sistema necesitan tener una vista del estado agregado de las llamadas en marcha y prevenir otras llamadas una vez que se haya alcanzado cierto límite. Mecanismos para alcanzar esta gama del límite portuario simple con aprovisionamiento según lo descrito arriba, a un servidor de llamada que procura guardar un registro de las llamadas activas para una red particular del usuario final. Hay, sin embargo, muchos problemas con este último acercamiento.

3.3.3 Mezclado de Voz, Datos y Video

En el ambiente de negocios actual, una mezcla simple de voz/datos puede ser suficiente. En contraste, en el ambiente residencial es un más complicado debido al deseo de soportar simultáneamente voz, datos y video para los interactivos. Esto representa un considerablemente desafío que una mezcla simple de voz/datos debido a las características del video comprimido. En detalle, hay dos motivos de preocupación la interpolación del retraso y control admisión del QoS.

3.4 SOLUCIONES DE TELEFONÍA IP PARA EL CLIENTE

3.4.1 Introducción *[3.4]

La convergencia de las redes de voz y datos ha traído nuevas oportunidades y amenazas a los surtidores tradicionales de los sistemas de la conmutación de la telefonía en el mercado del equipo de las premisas del cliente (CPE). Definido como describir una solución fin-a-fin total incluyendo la calidad del servicio de la perspectiva del usuario, la telefonía IP da la oportunidad para el uso de comunicaciones avanzadas. La telefonía IP es en uso del fin-a-fin, abre la oportunidad para la voz no justa sino también económicamente proporcionar comunicaciones de multimedia tales como colaboración o aún videoconferencia de datos. Expone la tecnología excesiva del IP (VoIP), y los sistemas basados en IP de la telefonía en detalle, por lo tanto ofrece la promesa de una red de comunicaciones completamente convergida que apoya un sistema rico en usos con multimedia más allá de la telefonía simple, y potencialmente rinde verdaderas ventajas a los negocios.

3.4.2 Acercamientos del Mercado a las Soluciones de VoIP

Los medios de la tecnología han estado anunciando VoIP, PBX-IP, y la telefonía IP por varios años ahora y sea producido en todo el mundo un interés y la anticipación entre clientes y la industria de las comunicaciones en grande. Por ciertos momentos ha habido un mercado viable para VoIP para qué se pueda etiquetar el elemento del transporte de la tecnología. Los fabricantes de equipos de datos han generado en gran parte este mercado desarrollando el hardware necesario para sustituir los circuitos de troncales tradicionales de voz TDM. Estos productos en el medio han apuntado típicamente para el uso entre las localizaciones individuales para permitir que la voz y los datos compartan el mismo ancho de banda WAN. Sin embargo, hay muchas diversas maneras de sustituir el mecanismo tradicional para el tráfico del inter-sitio incluyendo voz sobre el Frame relay, el relay excesivo del marco IP de voz, voz sobre ATM, y Voz sobre IP sobre ATM.

El transporte básico de la voz había sido tratado una vez, era natural que la blanco siguiente sería llamada de control, el bastón del PBX tradicional. Las compañías pequeñas que proliferan en el mundo del Internet desarrollaron los PBXs-IP iniciales durante los últimos años 90. Los más prometedores de estas compañías fueron encajados a presión hacia arriba por los fabricantes de los datos afilados para desarrollar la historia de VoIP y para ampliar sus mercados en el negocio de voz.

Esto ha conducido a dos mercados claros que emergían; el mercado evolutivo y el mercado revolucionario:

- El mercado evolutivo, requiere muchas de las características deseables y mucha de la funcionalidad de un PBX tradicional que se tomará en el mundo IP este acercamiento es

probable ser deseable para un cliente para quien tenga una base instalada grande del equipo tradicional del PBX que tiene sitio para la extensión y esté siguiendo siendo pagado.

- En contraste, la oportunidad revolucionaria del mercado es caracterizada por un ambiente totalmente nuevo, donde no han existido los sistemas de la telefonía de conmutación de circuitos previamente (típicamente incluyendo equipar de oficinas nuevas o de otras localizaciones donde no hay comisiones de la infraestructura de la herencia a considerar) este acercamiento también se satisface a los clientes que tienen redes compuestas de sistemas dispares del PBX y desear racionalizar su infraestructura de la red; esto puede ser alcanzado instalando un sistema común de la telefonía que proporciona características y funcionalidad similares a través de la red completa que puede carecer actualmente.

Se ha terminado la decisión con respecto que estas alternativas está la opción más apropiada se puede solamente realmente tomar una vez un análisis completo del negocio circundante y los requisitos existentes de la infraestructura. En detalle, se recomienda los pros y contras de ambos acercamientos deben estar cuidadosamente considerados antes de venir a cualquier decisión. Esto es porque se ha probado qué puede ser más rentable en un panorama y puede demostrar ser más costoso en otro.

En cualquier caso, el requisito subyacente que se debe resolver para asegurarse éxito es la entrega de la infraestructura importante de IP. Si la infraestructura IP no es estable, confiable, diseñada con eficacia y manejada eficientemente, entonces las nuevas redes unificadas de la voz y de datos tropezarán y vacilarán. Las oportunidades del mercado son por lo tanto no justas para la fuente y la gerencia del ambiente del control de llamada, pero para la infraestructura completa de la comunicación para la voz, el vídeo, y los datos que todos los negocios necesitan cada vez más.

3.4.3 Soluciones de VoIP para Empresas

El mercado de equipos de las premisas del cliente consiste en el mercado masivo residencial y el más mercado del negocio especializado (que se extienden de las empresas pequeñas y medianas a través a las compañías corporativas muy grandes). En el mercado residencial la función básica del teléfono ha seguido siendo en gran parte sin cambios sobre muchas décadas. Sin embargo, ha estado aumentando la demanda para la funcionalidad adicional de la comunidad de negocio; por ejemplo, del sistema dominante simple a través a la red grande PBXs. De un VoIP y de perspectiva de la telefonía IP BT se ha centrado en gran parte en el mercado del negocio por un número de razones, algunas de las cuales se da:

Potencial para los ahorros significativos en cargas de llamadas.

Ubicuidad de la red IP dentro de la comunidad del negocio corporativo.

Oportunidad para la infraestructura convergida.

Comunicación de video y datos que se acepta.

La promesa del 'valor-agregado'.

Progresos en los teléfonos suaves (soft-phones) de PBXs y del IP.

Mientras que los distribuidores del negocio CPE comenzaron a desarrollar sus ideas del producto, llegó a estar claro que había dos categorías distintas para el equipo de las premisas del cliente de la telefonía IP; productos que trataban el mercado evolutivo y productos que trataban el mercado revolucionario.

3.4.4 Productos de Telefonía IP

Las soluciones de la telefonía IP de las premisas del cliente se pueden categorizar como:

- VoIP gateways (independientes).
- IP lado-de-la-troncal (líneas de intercambio).
- IP línea-del-lado (lado del teléfono).
- PBX- IP.

De éstos las primeras tres áreas generalmente se han dominado por los distribuidores tradicionales de PBX que han realizado sus PBXs existente para apoyar la telefonía IP en el lado-de-la-troncal y/o en la línea-del-lado conectado con los teléfonos IP ó soft-phones basados en PC. En contraste, ha sido en gran parte los nuevos jugadores en el mercado de la telefonía que han agarrado la oportunidad pura de PBX-IP.

3.4.4.1 Gateways VoIP para Empresas

Las primeras entradas de VoIP eran las entradas independientes que proporcionaron el punto al reemplazo del punto para los protocolos de establecimiento de una red convencionales del PBX tales como los circuitos estándares y análogos digitales de QSIG de E&M. Con este acercamiento un surtidor de VoIP puede proporcionar las soluciones rentables para una amplia gama de las redes del PBX de los clientes existentes y evitar la necesidad de aumentar el PBX. La desventaja era que la mayoría de los fabricantes del PBX han proporcionado las funciones realizadas inter-Inter-PBX usando los protocolos propietarios que no son apoyados generalmente por las entradas independientes. Para superar esto, BT ha desarrollado métodos, tales como la red Cliente-Definida Meridiana (MCDN), para hacer un túnel protocolos entre los gateways.

Debe ser observado que, para el mercado del negocio, las llamadas de VoIP están encaminadas sobre intranets privados más que el Internet público que no ofrece hoy la calidad suficientemente confiable del servicio para entregar la voz requerida con calidad de negocios.

3.4.4.2 PBX IP-Habilitado, a través de la Tarjeta de Tronco-de-lado

La mayoría de los surtidores importantes del PBX tienen hoy una opción para proporcionar troncos de la telefonía IP directamente dentro del PBX sí mismo (véase la Figura 3.20). Las ventajas de este acercamiento son que se ha protegido la inversión existente y generalmente no hay pérdida de características y de funcionalidad. La desventaja para IP-Habilitada en un PBX, es que el PBX requiere a menudo una mejora importante del software que puedan requerir la inversión considerable en el equipo y que pueda tener un futuro incierto.

Una desventaja común de las entradas independientes e integradas del PBX es que todavía hay redes separadas de voz y datos dentro de las premisas del cliente y allí no es ninguna oportunidad de proporcionar fácilmente usos de la multimedia.



Fig. 3.20 PBX IP-habilitado (lado-troncal).

3.4.4.3 PBX IP-Habilitado, a través de Línea-de-lado

Las desventajas de la solución de la troncal-de-lado se quitan al usar los dispositivos del Línea-de-lado del IP (extensión-de-lado) que permiten que una red completamente convergida sea observada. Los teléfonos IP y/o los soft-phones basados en PC se pueden desplegar en redes de área local o potencialmente dondequiera en redes corporativas IP; incluso los sitios alejados y las localizaciones caseras son posibles (véase la Figura 3.21).

Como ejemplo, la solución del meridiana PBX de las redes de Nortel ha sido recientemente IP permitido apoyar la telefonía del IP en Línea-de-lado y troncal-de-lado.



Fig. 3.21 PBX IP-habilitado (líneas-de-lado).

3.4.4.4 PBX-IP

Un PBX-IP se diferencia de un PBX tradicional de dos maneras importantes. En primer lugar, el proceso de llamada es realizado por un uso del servidor de la llamada que funciona en una plataforma que computa industria-Standard tal como una PC. Esto es generalmente un servidor de tipo industrial tipo rack; aunque una PC estándar se puede también utilizar para sistemas más pequeños. En segundo lugar, la voz y la señal se transportan y se cambia en una red IP, más bien que una infraestructura TDM-basada separada de la red y del interruptor de teléfono como con un PBX. Esto, en teoría, permite el reemplazo del equipo y del cableado convencional del teléfono del negocio integrando tráfico de los datos y de la voz sobre una sola red de comunicaciones unificada.

Un sistema de PBX-IP consiste en los componentes funcionales siguientes, que están además de la red de datos sí mismo:

- Servidor(es) de llamada.
- Gateway(s).
- Terminales de usuario.
- Valor-agregado de aplicaciones.

En un PBX-IP verdadero, cada elemento requiere solamente una conexión de datos IP comunicarse entre otros elementos para el transporte y señalización de la voz. Es importante, ya que esto significa que los dispositivos tales como entradas y teléfonos IP se pueden situar cualesquiera dentro de una red de datos corporativa.

Desemajante de un PBX convencional, no hay matriz de conmutación requerida para conectar las trayectorias de voz. Las trayectorias de voz se cambian con eficacia como paquetes IP dentro del

elemento existente de la red de datos, típicamente abarcando los interruptores de Ethernet. Una infraestructura separada por lo tanto de voz y datos es no más requerida.

Una infraestructura unificada de las comunicaciones al tablero del escritorio permite la entrega común de voz y datos con el potencial de los costos reducidos de la instalación y de mantenimiento. También potencialmente bajo el costo de telecomunicaciones al conectar oficinas alejadas.

Desde que la voz y datos comparten la misma red de datos, voz puede ser extendida fácilmente a la WAN de una compañía. En la práctica, las redes de área local y amplia, en la mayoría de los casos, tendrían que ser aumentadas para apoyar los requisitos de del ancho de banda y la calidad en tiempo real adicionales del servicio.

Otros refranes potenciales se pueden observar usando la compresión de discurso, que significa que mientras menos ancho de banda se requiere para transmitir voz, se utiliza más eficientemente. Junto con técnicas de la supresión del silencio, ahorros futuros del ancho de banda pueden ser hechos.

La mayoría de las características y las funciones tradicionales del PBX son proporcionadas por el servidor de llamada de PBX-IP, pero la adición de los nuevos usos de multimedia, tales como datos y colaboración de video que lleguen a ser mucho más fáciles de incorporar en un ambiente de PBX-IP y en un costo más bajo que las soluciones basadas en ISDN.

3.4.5 PBX-IP Examinado

La arquitectura de la solución de PBX-IP es dominante y proporcionar una solución completamente escalable, robusta que pueda competir técnica y económicamente junto al PBXs con conmutador de circuito avanzado existente (Figura 3.22).



Fig. 3.22 Arquitectura del PBX-IP.

3.4.5.1 Servidor de Llamadas

La función del servidor de llamadas de un PBX-IP proporciona todo el control esencial de la llamada y señalar proporcionado normalmente por el software de un PBX tradicional. El software de proceso de llamada reside en un servidor dedicado de la telefonía conectado con la red IP y proporciona la dirección de llamada (encaminamiento de llamadas internas y externas) tan bien como las características suplementarias tales como transferencia de la llamada y la llamada divierte. No cambia ni procesa normalmente la información real si misma del discurso, aunque hay excepciones a esto, incluyendo usos tales como correo multipartida de la comunicación y voz.

3.4.5.1.1 Escalabilidad

Como ejemplo del escalabilidad de un IP PBX, cuando los sistemas de Selsius primero lanzaron su PBX-IP en 1997 podría apoyar hasta 100 teléfonos IP y a clientes de la PC en el solo servidor NT. Esto estaba muy bien para los despliegues iniciales que estaban principalmente para el uso exploratorio y los ensayos técnicos pequeños en el laboratorio. Antes de 1999, después del Cisco', la adquisición de Selsius, el mismo servidor podía apoyar hasta 500 teléfonos del IP. B: principios de 2000 un solo servidor, usando Windows 2000 y una base de datos del SQL, podía apoyar hasta 2500 teléfonos IP. Usando una arquitectura múltiple del servidor de la llamada, donde el proceso de llamada se distribuye a través de los servidores, un máximo de hasta 10 000 SI los teléfonos son posibles ahora. En teoría, usando el inter-racimo que señala, un sistema del IP PBX es escalable bien más allá de esta figura apoyar las redes corporativas muy más grandes de la voz.

Sin embargo, es justo como importante recordar los números extensos de sitios más pequeños. Usando un solo servidor de la llamada, es práctico y económico ahora que una empresa pequeña tenga la misma funcionalidad y características del PBX que usuarios más grandes - una ventaja importante para una compañía pues crece. Con PBXs tradicional es a menudo necesario sustituir el llave-sistema o el PBX pues la compañía crece, que pierde la inversión en el equipo, el entrenamiento de usuario y cualquier uso que pudieron haber sido integrado el sistema de teléfono. Una buena arquitectura y el diseño de PBX-IP deben, en teoría por lo menos, proteger esta inversión y permitir que la compañía crezca por la tecnología de la telefonía.

3.4.5.1.2 Resistencia

Una preocupación importante de PBX-IP es la ansiedad sobre la resistencia de la plataforma del servidor de la llamada pues confía en sistemas operativos de uso general tales como NT y Windows 2000. La interrupción del servidor podría ocurrir debido a la falla del hardware del servidor, desplomes del sistema operativo, apagón, fallo de la red de datos, o por razones previstas del mantenimiento.

La resistencia excesiva de la preocupación puede ser tratada proporcionando los servidores redundantes de la llamada para la resistencia adicional, $N + 1$. Si un servidor de la llamada fallara, los terminales necesitarían para poder detectar este y automáticamente el re-anfitrión ellos mismos del usuario a un servidor secundario pre-sabido de la llamada en el racimo. Si el servidor secundario de la llamada también fallara, entonces un servidor terciario sería utilizado, etcétera. Esto es solamente posible porque todas las terminales están conectadas con usar de los servidores de la llamada de red IP y pueden volver a conectar fácilmente a partir de un servidor de llamada (y de la dirección IP) a otro. En contraste, un teléfono tradicional del PBX hardwired físicamente a la línea tarjetas de interfaz y el processor(s) del PBX de la llamada del PBX. Solamente el PBXs muy más grande tiene procesadores duales, que proporcionan sistemas fault-tolerant muy altos, pero sigue siendo susceptible a algunas faltas importantes. Mientras que es inverosímil que un solo servidor PBX-IP será siempre tan robusto como se despliega un PBX tradicional él podría potencialmente proporcionar una solución más resistente cuando son múltiples los servidores.

3.4.5.2 Características del PBX-IP

Una de las críticas más grandes de la telefonía IP de vendedores de PBX ha sido la carencia de la funcionalidad. De hecho un Terminal simple de telefonía IP, basada en PC o un teléfono físico IP, se puede limitar a todos pero a los mismos fundamentos en telefonía, tal como fabricación y despejar una llamada. Esto es probablemente adecuado para la telefonía barata del mercado masivo donde el usuario no tiene ningún interés en ningunas características suplementarias tales como llamar la línea identidad (CLI) o la transferencia de la llamada. Sin embargo, porque un usuario del negocio estas características del PBX llegan a ser imprescindible a las operaciones de negocio y se deben apoyar por un PBX-IP.

En la mayoría de los PBXs-IP a los vendedores del equipo ahora se apoya a la mayoría de funcionalidad del PBX extensamente. Las características apoyadas típicamente incluyen:

- Llamada de línea identidad (CLI).
- Llamada de identidad conocida.
- Transferencia atendida de la llamada.
- Transferencia (oculta) desatendida de la llamada.
- Llamada divergente (todas las llamadas, ninguna contestación, o en ocupado).
- Llamadas de conferencia (anuncio hoc y satisfacer-yo).
- Expedientes de detalle de la llamada.
- Computadora/integración de la telefonía (CTI).

Sin embargo, hay las características que los nuevos vendedores de PBX-IP han declinado generalmente a la ayuda tal como 'busque a grupos. También una de las desventajas más grandes es hoy la ayuda limitada proporcionada para los sistemas del correo de voz, como parte de la arquitectura de PBX-IP o con la integración de los sistemas existentes del correo de voz. Hasta que se resuelven estas ediciones, muchos negocios pueden estar dispuestos a emigrar a una solución de PBX-IP.

3.4.5.3 Gateways PBX-IP

Un gateway PBX-IP permite que las llamadas de los teléfonos IP sean conectadas con el público tradicional y las redes de telefonía privadas. Las entradas pueden ser el conectar digital con la red del ISDN (tarifa básica o primaria ISDN) o el conectar lo análogo con las líneas regulares del PSTN.

En una arquitectura verdadera de PBX-IP, las entradas son dispositivos conectados donde quiera en la red de datos corporativa y se pueden por lo tanto desplegar en cualquier localización donde hay mas ancho de banda adecuado para apoyar el número requerido de las llamadas de voz. Por ejemplo, un sitio de las jefaturas puede tener unas o más entradas primarias de la tarifa ISDN30, una oficina alejada, una entrada básica de la tarifa ISDN2 o entrada análoga pequeña.

Las conexiones a las redes de teléfono público son apoyadas adecuadamente por la mayoría de los vendedores de PBX-IP con protocolos, tales como ISDN30 (I.421) e ISDN2, apoyado por las entradas. Sin embargo, en el Reino Unido muchos negocios corporativos grandes tienen redes privadas existentes de voz usando el sistema que señala de red privada digital (DPNSS) para las comunicaciones inter-Inter-PBX. Desafortunadamente mientras que es altamente funcional, DPNSS no es apoyado bien por la mayoría de surtidores de PBX-IP en este tiempo. Esto puede ser un factor limitador en el despliegue para las redes corporativas grandes de voz en el Reino Unido. Aunque el estándar internacionalmente aceptado por la ITU QSIG ha sido apoyado por algunos surtidores en algunas de sus entradas, esto se limita al control simple de la llamada solamente y no apoya normalmente ningunas características suplementarias del PBX. Una característica comúnmente solicitada cuando la migración de un PBX digital a un PBX-IP debe apoyar 'llamar' la exhibición conocida entre el PBX existente y el PBX-IP nuevo. Esta característica es dependiente en conformidad a uno de los sistemas que señalan inter-Inter-PBX tales como

QSIG o DPNSS. En la mayoría de los casos un PBX tiene que ser aumentado (en un coste al cliente) para apoyar QSIG y en hecho. No hay actualmente ventaja al usar el excedente de QSIG que de un protocolo I.421 para interconectar soluciones del IP PBX a menos que las características adicionales sean apoyadas por los vendedores.

En el lado de la telefonía IP de la entrada están un número de diversos protocolos IP incluyendo H.323, H.450, MGCP, SGCP, MEGACOP y H.248.

Observe que en totalmente un mundo de la telefonía IP (sin PBXs con conmutador de circuito), las entradas usando sistemas que señalan privados, tales como DPNSS y QSIG, no están requeridas. Estos protocolos pueden aparecer algo en una forma IP-TRANSPORTADA para comunicarse entre los servidores distribuidos de la llamada, tales como H.323 y H.450 que definan las características suplementarias del PBX.

3.4.5.4 Teléfonos IP

Por lo que a un usuario, la expectativa es probable ser que un teléfono IP no debe mirar o comportarse diferentemente de un teléfono convencional de PBX, aunque técnico puede ser muy diferente; como se muestra en las Figuras 3.23 y 3.24. La diferencia principal es que un teléfono IP está conectado en el LAN de los datos de la compañía, mientras que los teléfonos normales del PBX requieren un sistema que cableado del teléfono separado (aunque ahora es práctica común utilizar un sistema que cableado estructurado para los datos y telefonía). También, semejante aun teléfono estándar, un teléfono Basado-en-IP se puede instalar casi dondequiera en la red corporativa de LAN/WAN y mover fácilmente a otra parte de la red, mientras que conserva su identidad única. Configuración de un teléfono IP es más relacionada con la configuración de red de una PC que requiere los detalles de la dirección IP del anfitrión y servidor. No requiere una conexión dedicada al PBX



Fig. 3.23 Nortel Networks Teléfono IP, modelo i2007.



Fig. 3.24 Cisco Systems Teléfono IP, modelo 7970.

3.4.5.4.1 Características

Ahora que el teléfono está conectado con una red IP, el abastecimiento de servicios avanzados en él es suave-llaves programables que usan más fáciles y exhibiciones realizadas para presentar la información textual y del cuadro. Esto permite un acceso más fácil a las características del PBX tales como diversión de llamada así como otros usos: directorios personales y corporativos, mensajes del correo de voz y otros servicios informativos.

3.4.5.4.2 Línea Impulsadora

Algunos teléfonos IP requieren una unidad de potencia cc externa; sin embargo, esto no es ideal. Un acercamiento alternativo de algunos surtidores es proporcionar la línea excedente que acciona el sistema de cableado estructurado. Esto puede ser alcanzado retrospectivo instalando un panel de remiendo accionado en línea en el cuarto de las comunicaciones o alternativamente usando los nuevos interruptores de Ethernet línea que accionan disponibles de surtidores de la red de datos tales como Nortel, 3Com y Cisco. Desafortunadamente, a la fecha con todo esto aun no hay estándares convenidos en cómo se hace esto o qué voltaje a utilizar. Esto significa que los artículos del equipo línea que acciona de diversos surtidores pueden no ser compatibles con uno, haciéndolo más atractivo para utilizar los teléfonos IP y los productos de LAN del mismo proveedor. La estandarización debe resolver este problema.

3.4.5.4.3 Puertos Repetidores Ethernet

Los puertos secundarios del repetidor Ethernet permiten que un teléfono IP y una PC compartan el mismo puerto de datos y cambien el puerto que apoya normalmente 10 y 100 Mbit/s. El teléfono IP conecta con la LAN y la PC se vuelve a conectar al puerto secundario en la parte posterior del teléfono IP. Un puerto secundario de Ethernet no suena muy importante; sin embargo, potencialmente reduce el número de los puertos estructurados de los enchufes que cableado y del interruptor LAN a uno por el escritorio. En un edificio nuevo esto podría potencialmente ser parte de la inversión de la infraestructura de la red de datos comparada con las conexiones separadas que eran requeridas para los dispositivos de telefonía y el servidor IP.

3.4.5.4.4 Protocolos de Teléfonos IP

La señalización del protocolo empleado entre el servidor de la llamada y el teléfono IP se basa en estándares de la industria tales como el ITU H.323 o en protocolos propietarios. Los protocolos propietarios realzan la funcionalidad y la versión que usa no es posible con H.323 versión 1 de las características que era comunicaciones dirigidas de las multimedia más bien que los teléfonos de la característica del PBX. Los teléfonos IP, usando protocolos propietarios, se utilizan normalmente exclusivamente en la asociación con los servidores y las entradas de la llamada de los mismos vendedores. Por ejemplo las redes de Nortel tienen un teléfono IP (Fig. 4.4) los trabajos exclusivamente con toda su lista de la 'sucesión' de PBXs IP-Habilitado y de PBX-IP servidor-basado. Cisco ha procurado inversamente abrir el mercado del teléfono IP publicando su protocolo del 'cliente flaco'. Un número pequeño de otros proveedores ahora ha producido dispositivos IP usando este protocolo y otros fabricantes son seguros a seguir.

La competencia con H.323 y los protocolos propietarios es el más nuevo protocolo de la iniciación de sesión (SIP). Sin embargo, puesto que un perfil de Teléfono IP para Megaco ahora se ha desarrollado en el grupo de funcionamiento de IEIF MeGaCo, se anticipa que este protocolo puede todavía emerger para desafiar el uso de SIP y de H.323 en esta área. Esto es porque la solución del IP Telefónico de Megaco es más constante con el estímulo que señala el acercamiento deseable para el control determinado de la característica del PBX.

3.4.5.4.5 Codecs de Voz

La mayoría de los teléfonos IP apoyarán el codec ubicuo de 64 kbit/s G.711, que está muy orientado para las llamadas que permanecen en la misma red de área local. Sin embargo, para las llamadas a través de una WAN o para el acceso alejado sobre un módem donde el ancho de banda es un premio, uno de un número de codecs de la compresión se utiliza por ejemplo G.729 o G.723 que compriman la voz debajo de 6.3 kbit/s. Usar la supresión del silencio puede hacer otros ahorros de 40-60%. La compresión de voz y la supresión asociada del silencio es un avance económico importante para la telefonía IP en que el ancho de banda dado se puede utilizar más eficientemente que un estándar de llamada de voz G.711. Expresé los codecs y la supresión de silencio, incluyendo el efecto sobre la calidad de la voz de estas técnicas.

3.4.5.4.6 Costos

El número de los vendedores de teléfonos IP es actualmente limitado que tiene el efecto de conducir encima del precio. En el extremo superior está el teléfono modelo del IP 7960 de los Cisco (Fig. 4.5) que tiene capacidad sin manos completa y una exhibición grande del LCD. Este actualmente ventas al por menor aproximadamente \$600 incluyendo la licencia asociada del software (requerida no normalmente para un teléfono tradicional del PBX). Si el usuario está dispuesto a sacrificar el puerto grande de la exhibición del LCD y del interruptor de Ethernet entonces el precio puede bajar por mitad. Siemens ha producido un teléfono del IP de H.323-compliant que funciona con su RC3000 PBX-IP y con cualquier otro H.323-enabled PBX-IP. Desafortunadamente el precio es similar a Cisco 7960 y no ofrece muchos de las características o de un puerto del repetidor de Ethernet. Otros proveedores, incluyendo Nortel y Mitel, tienen teléfonos IP de un costo más bajo, pero éstos siguen siendo propietario y trabajarán solamente con su propio PBX-IP. Desde principios de 2001, siguen teniendo una subida marcada en el número de los teléfonos IP nuevos que son anunciados y que aparecen en el mercado usando el protocolo del 'cliente flaco' de Cisco o el estándar H.323. Esto es probable dar lugar a una tendencia hacia los teléfonos de un costo más bajo durante el año próximo.

El costo actual de teléfonos IP se considera como una de las ediciones principales para cualquier compañía que considera la telefonía IP. Sin embargo, al comparar soluciones de la telefonía IP es esencial comparar los costos del capital y la vida entera de los componentes individuales tales como el teléfono.

3.4.5.5 Adaptadores de Terminales IP

Muchos de los proveedores de PBX-IP tienen actualmente teléfonos IP para el uso con su producto; sin embargo, algunos proveedores han decidido proporcionar solamente los adaptadores terminales para apoyar los teléfonos análogos simples. En teoría esto debe proporcionar algunas de las ventajas económicas de una red convergida. Sin embargo, esto no es una solución elegante y requeriría un uso asociado del software de la PC proporcionar ninguna características avanzada que sean inherente en un teléfono IP. En un ambiente de oficina, es inverosímil que el usuario corporativo substituirá las características del teléfono digital existente por los teléfonos del análogo de baja funcionalidad.

3.4.5.6 Soft-Phones

Los Soft-phones son los Basados en una PC en la telefonía IP que explotan las capacidades multimedia de la PC tales como tarjeta de los sonidos, bocinas y micrófono (Fig. 3.25). Los soft-phones pueden proporcionar todas las ventajas de los usos de escritorio de CTI, la diferencia principal que es que el uso del teléfono-suave ó soft-phones también maneja las corrientes audio (voz) así como control de la llamada. Por lo tanto es un necesario tener un teléfono con características costosas.

Los Suave-teléfonos o (soft-phones) también permiten que los usuarios entren y que tengan acceso remotamente al sistema de teléfono de una compañía de cualquier posición remota que tiene conectividad IP de nuevo al servidor del proceso de llamada. Los Soft-phones deben poder apoyar todas las características que las ayudas convencionales de un teléfono de PBX y además pueden tener aún más características programables del sistema del usuario.

Una limitación de los soft-phones basados en PC, que podrían afectar la aceptación del usuario es la calidad más baja de la voz que se alcanza en la práctica, específicamente debido al audio más alto y retrasado producido dentro de la PC misma.

Un número de progresos se han hecho para superar este problema de funcionamiento:

➤ Tarjetas de Sonido

Las tarjetas especiales del sonido de la telefonía son discurso disponible que provea de las capacidades audio realzadas el discurso hardware-basado a bordo que procesa, full-duplex, y cancelación del eco. Estas tarjetas también proporcionan las conexiones adicionales para un teléfono análogo regular fijado a mano y la diadema requeridas. Desafortunadamente sustituir tarjetas de los sonidos incurre en costos adicionales en la compra de hardware y la instalación.

➤ Diademas USB

Algunos de los proveedores tradicionales de las diademas han desarrollado versiones USB de sus diademas. En teoría, estas diademas USB son una buena idea y potencialmente substituyen la necesidad de las bocinas y el micrófono de la PC. Sin embargo, en la práctica, un usuario puede requerir ambos dispositivos e, importante es poder cambiar rápidamente entre ellos, bocinas para alertar una llamada y una diadema nueva para llevar a cabo la conversación.

➤ Teléfonos USB

Los dispositivos de teléfonos USB han comenzado alternativamente a aparecer como reemplazo para las diademas. Se espera que el costo de un teléfono USB sea perceptiblemente más bajo que el teléfono IP equivalente, posiblemente tan bajo como alrededor \$20. Los teléfonos del USB (como los teléfonos IP) tienen la ventaja potencial de la simplicidad, es decir los anillos del teléfono y el usuario toman el microteléfono. La mayoría de las características sofisticadas se pueden incorporar fácilmente en el software de uso del soft-phones que funciona dentro de la PC anfitrión.

Todos los periféricos antes mencionados de la PC de la telefonía IP requieren una PC y el soft-phones basado en software asociado mientras que no lo hace un teléfono IP.



Fig. 3.25 Software de VoIP basado en PC (soft-phones).

3.4.6 Aplicaciones de Valor Agregado

La telefonía IP proporciona la posibilidad para un número intenso de valores agregados en diversos usos de negocios. Para que el concepto de PBX-IP sea acertado, los distribuidores deben demostrar las ventajas ofrecidas encima y sobre un PBX convencional. En el futuro, puede ser que los usos generen nuevas 'oportunidades del rédito más allá de la fuente de equipo de las premisas del cliente y del transporte simple de paquetes IP. Los usos pueden ser proporcionados:

- Como parte de la solución PBX-IP.
- Una opción adicional.
- De un proveedor de tercera persona que ha integrado funcionalidad adicional con la plataforma PBX-IP.

Se describen abajo algún posible valor-agregan usos de negocio.

3.4.6.1 Conferencia de Datos

Con un PBX-IP y un soft-phones basado en una PC, el medio de comunicación es un restricto no más largo a la voz. El teléfono IP y el soft-phones pueden agregar la comunicación de los datos a cualquier llamada IP-a-IP en cualquier momento durante una llamada. Esto es alcanzado por el teléfono IP que trabaja en la asociación con un suave-teléfono o soft-phones basado en una PC. Las herramientas típicas de la comunicación de los datos incluyen:

- Applications compartidas.
- Bordes Blancos.
- Transferencia de archivos.
- Charla de texto.
- Videoconferencia.

Estas herramientas de trabajo de colaboración son útiles para repasar documentos o demostrar presentaciones de diapositiva remotamente. Agregando una cámara de vídeo relativamente barata a una PC de escritorio, la videoconferencia también se convierte en una forma barata y la realidad es fácil de usar y el PBX-IP ahora se convierte en un PBX-Multimedia.

3.4.6.2 Correo de Voz

Un servicio de correo de voz permite que los usuarios registren sus propios saludos personalizados en el servidor de llamada (PBX-IP) o un mail server separado de la voz del adjunto. Cualquier llamada por contestar se remite al mail server de la voz que juega un saludo previo de antemano y registra el mensaje del que llama. El mensaje registrado después se escoge encima, y a través del teléfono o se envía a la cuenta del E-mail del usuario como archivo de los sonidos. Las estructuras unificadas de la mensajería en el concepto del correo de voz y reúnen un número de sistemas separados de hoy de la mensajería tales como correo de voz, fax, e-mail, etc; en un solo sistema integrado de funcionalidades. El usuario entonces tiene una opción de cómo recuperar los mensajes por el teléfono, el browser o navegador del Web, o cliente de corre electrónico. Es posible ahora que los usuarios escuchen sus correos electrónicos usando tecnología de texto hablado (text-to-speech).

3.4.6.3 IP-ACD

Un distribuidor de llamada automática IP-BASADA (ACD) permite a cliente que vea el Internet para iniciar una llamada multimedia a un centro de llamadas asociado a la página Web de una compañía oprimiendo el botón de la 'llamada', como con el ejemplo arriba. Sin embargo, con un IP-ACD, el cliente y el consejero del centro de la llamada pueden, en la teoría, charla sobre la red de datos usando VoIP. Esto es solamente realizable porque una arquitectura de IP-ACD no utiliza un

sistema ' con conmutador de circuito ' tradicional del PBX o del ACD. En lugar, VoIP se utiliza para proporcionar conectividad fin-a-fin entre el cliente y el consejero del centro de la llamada que permite comunicaciones completas de multimedia (voz, video y datos).

3.4.6.4 IP-IVR

Un sistema interactivo de la respuesta de voz (IVR) se puede utilizar para automatizar el encaminamiento de llamadas a la persona más apropiada incitando al llamador afinar en tonos de DTMF para seleccionar la opción requerida. Un IP-IVR proporciona la misma funcionalidad pero en el dominio IP y se puede utilizar conjuntamente con el IP-ACD.

3.4.6.5 Mensajería Instantánea y Conocimiento de Presencia

El conocimiento inmediato de la mensajería y de la presencia proporciona los medios para los usuarios de enviar mensajes a otros usuarios conectados en tiempo real así como notifica a otros usuarios conectados de su disponibilidad y estado.

Esto ofrece a usuario la capacidad de controlar llamadas entrantes, sesiones de charla y la comunicación informando a usuarios sobre su estado actual (ocupado, requiriendo aceptación, no en la oficina). Los usuarios pueden también enviar mensajes inmediatos a otros usuarios conectados en tiempo real, mientras que gozan de la naturaleza ubicua del correo electrónico (e-mail). Hasta la fecha, han confinado a los usuarios de la mensajería instantánea y los usos presencia-enterados a las redes móviles e Internet. Ahora hay la oportunidad de ampliar esto en el mundo de la telefonía IP del entorno de negocios.

3.4.6.6 Aplicaciones y Teléfonos IP Avanzados

El lanzamiento de la telefonía IP con exhibiciones más grandes, tales como Cisco 7960 y 7940 teléfonos, tienen para la primera vez permitido mucho más información que se presentará al usuario. Por ejemplo, ha llegado a ser mucho más fácil ahora que un usuario del teléfono de la característica del PBX tener acceso a directorios corporativos y busque para otros usuarios.

Sin embargo, el paso adelante verdadero es la disponibilidad de los servicios configurables. Aunque se espera que algunos de estos servicios sean ofrecidos por los proveedores ellos mismos den un PBX-IP, tales servicios se pueden permitir por el administrador de sistema o el usuario final. Sin embargo, también se predice que muchos de los servicios más innovadores vendrán de las compañías independientes; conocidas como abastecedores de servicio del uso de comunicaciones que la oferta modificó servicios del uso para requisitos particulares al complemento al PBX-IP sí mismo.

Algunos de los usos posibles del 'servicio' tuvieron como objetivo el mercado del negocios incluyen la información y los gráficos en tiempo real de precio de aparte, los boletines informativos y los informes de negocio, los servicios de mensajería tales como SMS y correo electrónico (e-mail), las guías de teléfonos (los white pages y los Yellow Pages), entrada de datos y colección simples.

Una de las primeras compañías para ofrecer los servicios para los usuarios de teléfonos IP fue Cisco era Berbee.com, que proporciona la información basada en rosotros, tal como precios comunes, la información de las noticias, y partes meteorológicos.

Otros servicios pueden ser más apropiados para el mercado residencial. En el futuro, la publicidad a través de la exhibición del teléfono se podía utilizar para suplir algo o toda la llamada telefónica. Sin embargo, esto requiere el mercado del teléfono IP madurarse más allá de su estado actual, que esta en gran parte atrincherado en el mercado del reemplazo del PBX. Por ejemplo, aunque los teléfonos actuales de la industria IP que conducen, tales como el Cisco 7940/7960, incorporan una capacidad de la exhibición del LCD, tienden para ser limitados en su capacidad de exhibir el texto y

gráficos en una resolución suficiente complementar los browsers del Web en los ordenadores personales. Tales terminales también tienden para carecer el funcionamiento de dirección en tiempo real requerido para usos más avanzados.

Será interesante ver cómo el mercado de telefonía IP madura, y tener usos y servicios para bajar vía telefónica entregará ventajas verdaderas del negocio sobre usar un browser o navegador estándar de la PC de escritorio.

Producto	Fabricante	Características	Precio (dólares)
Cisco 7960G Product Id: 22424064 MPN: CP7960GCH1	Cisco	Interfaces: 2 x RJ45 – 10/100 Base TX Señalización: MGCP, SIP, SCCP Protocolos: TFTP, DHCP Códexs: G.711, G.729A, VAD Servicios Suplementarios: Llamada en espera (H.450.6) Identificación de Nombre (H.450.8) QoS: IEEE 802.1p/Q, VAD Power-over-Ethernet, Voice Mail	\$349.00
Cisco 7940 Product Id: 22431312 MPN: CP7940GCCME	Cisco	Interfaces: 2 x RJ45 – 10/100 Base TX Señalización: MGCP, SIP, SCCP Protocolos: TFTP, DHCP Códexs: G.711, G.729A, VAD Power-over-Ethernet, Voice Mail	\$319.00
Cisco 7960 Product Id: 20227999 MPN: CP7960RF	Cisco	Interfaces: 1 x RJ45 – 10/100 BaseTX Señalización: H.323 Protocolos: DHCP Códexs: G.711, G.729A Servicios Suplementarios: Identificación de Nombre (H.450.8) Power-over-Ethernet, Speaker	\$313.00
Cisco 7970G Product Id: 25646935 MPN: CP7970GCH1	Cisco	Señalización: SCCP Protocolos: TFTP, DHCP Códexs: G.711, G.729A, VAD, G.729AB, G.711u, G.711a QoS: IEEE 802.1p/Q, VAD Color LCD, Power-over-Ethernet, VoiceMail, Speaker	\$575.00
Nortel i2002 Product Id: 22406441 MPN: NTDU76AB70	Nortel	Señalización: MGCP H.323 Protocolos: UDP, DHCP Códexs: G.711a, G.711u, G.729A, G.723.1 Servicios Complementarios: Transferencia de llamada, Call Hold, Call Waiting, Identificación de Nombre LCD Monocromo, Power-over-Ethernet, VoiceMail	\$139.00
Nortel i2004 Product Id: 21783434 MPN: NTDU82AA70	Nortel	Señalización: MGCP H.323 Protocolos: UDP, DHCP Códexs: G.711, G.729A, G.723.1 Servicios Complementarios: Transferencia de llamada, Call Hold, Call Waiting, Identificación de Nombre LCD Monocromo, VoiceMail	\$269.00
Nortel i2007	Nortel	Interfaces: Interfaces: 2 x RJ45 –	\$725.00

Product Id: 21783434 MPN: NTDU82AA70		10/100 Base TX Señalización: MGCP H.323 Protocolos: DHCP Códexs: G.711A, G.711U, G.729 ^a QoS: IEEE 802.1p/Q Power-over-Ethernet, LCD Color, VoiceMail	
Avaya Office 5610 IP Phone MPN: 700345333 Id de Producto: 25771611	Avaya	Conectividad de red: 2 x RJ 45 – 10/100 Base-TX Señalización: H.323, SIP Protocolos: UDP, FTP, SNMP, DHCP Códexs: G.711, G.729AB Servicios Complementarios: Call Transfer (H.420.2) Call Hold(H.450.4) Call Pick-up (H.450.5) Call Waiting (H.450.6) Message Waiting Indication (H.450.7) QoS: IEEE 802.1p/Q, DiffSer LCD en niveles de gris Power over LAN / IEEE 802.3 af / PoE Call History, Voice Mail	\$232.03
Avaya 5602 IP Phone MPN: 700345341 Id de Producto: 26736815	Avaya	Conectividad de red: RJ 45 – 10/100 Base-TX Señalización: H.323, SIP Protocolos: UDP, DHCP Códexs: G.711, G.729AB Servicios Complementarios: Call Transfer (H.420.2) Call Pick-up (H.450.5) Call Waiting (H.450.6) Message Waiting Indication (H.450.7) Name Identification (H.450.8) Call Intrusion (H.450.11) QoS: IEEE 802.1p/Q, DiffSer LCD monocromo Power over LAN / IEEE 802.3 af / PoE Hand Free Mode, Voice Mail, Speaker	\$114.00
Avaya 5602S IP Phone MPN: 700345358 Id de Producto: 32243766	Avaya	Conectividad de red: RJ 45 – 10/100 Base-TX Señalización: H.323, SIP Protocolos: UDP Códexs: G.711, G.729AB Servicios Complementarios: Call Transfer (H.420.2) Call Hold (H.450.4) Call Pick-up (H.450.5) Call Waiting (H.450.6) Message Waiting Indication (H.450.7) Name Identification (H.450.8) Call Intrusion (H.450.11) QoS: IEEE 802.1p/Q, DiffSer LCD monocromo Power over LAN / IEEE 802.3 af / PoE Speaker	\$173.00

Avaya 5420 IP Phone	Avaya	Conectividad de red: 2 x RJ 45 – 10/100 Base-TX Señalización: H.323, SIP Protocolos: UDP Códecs: G.711, G.729AB Servicios Complementarios: Call Transfer (H.420.2) Call Pick-up (H.450.5) Call Waiting (H.450.6) Message Waiting Indication (H.450.7) Name Identification (H.450.8) Call Intrusion (H.450.11) QoS: IEEE 802.1p/Q, DiffSer LCD a color Power over LAN / IEEE 802.3 af / PoE Hand Free Mode, Call History, Speaker, Voice Mail	\$296.15
---------------------	-------	---	----------

3.4.7 SOFT-TPHONES más Comunes

El término softphone involucra los conceptos Software y Teléfono (Telephone), y se refiere a un software que hace una simulación de un teléfono convencional por computadora. Un softphone permite hacer llamadas a otros softphones o a otros teléfonos convencionales utilizando un VSP.

Los softphones son generalmente parte de ambientes VoIP y pueden estar basados en estándares propietarios o en SIP/H.323. Muchos softphones están disponibles sin costo, como el Windows Messenger de Windows o NetMeeting. Los softphones basados en SIP más utilizados actualmente incluyen eyeBeam de CounterPath (antiguamente conocido como Xten), OpenWengo, Nexge, sipXphone, Adore Softphone, Express Talk.

En la Tabla 3.5 se muestran algunos de estos softphones con sus principales características. Para PDA's existen softphones disponibles tanto para PocketPC como para Palm.

Softphone	Plataforma	Sistema Operativo	Protocolo de señalización	Licencia	Costo
WengoPhone	PC, Mac, PDA	Windows 2000, XP, Linux, Mac, Windows Mobile 5.0	SIP	Libre	
eyeBeam	PC	Windows	SIP	Comercial, versión lite libre	
CommPacket de nexge	PC	Windows	SIP, H.323	Comercial	
SipXPhone	PC	Windows, Linux	SIP	Libre	
AdoreSoftphone	PC, PDA	Windows, PocketPC 2002/2003	SIP	Comercial	
Express Talk	PC	Windows	SIP	Libre	
SJphone	PC, Mac, PDA	Windows, Linux, MAC OS, Pocket PC	SIP, H.323	Versiones libre y comercial	

		2002/2003/ 2003SE, Windows CE 4.0, 4.2, 5.0, Windows Mobile 5.0			
AGE Phone	PC, PDA	Windows 2000, XP, Pocket PC 2003, Windows Mobile 5.0	SIP	Comercial	\$50.00
Articulation	PDA	PalmOS 5.x o posterior	SIP	Comercial Versión beta libre	Actualment e solo existe la versión beta (libre)
EN-PDA Softphone (Talking Technologies)	PDA	Pocket PC 2003 o superior	SIP, H.323	Comercial	No hay informació n de precios ni descargas

Tabla 3.5 Softphones disponibles en el mercado

CAPÍTULO 4: ASISTENTE DIGITAL PERSONAL (PDA)

Un asistente digital personal, usualmente abreviado PDA, es un dispositivo de mano que sirve como organizador personal electrónico, es portátil, fácil de usar, y tiene la capacidad de sincronizar información con una PC. Los PDA han evolucionado a través de los años. A sus características originales para administrar la información personal, tal como contactos, compromisos, y listas de tareas, se han añadido capacidades de conectividad y de multimedia, tales como conexión a Internet, capacidad de GPS, reproducción de audio y video, cámaras de video y de fotos, interfaces WiFi y Bluetooth, así como teléfono celular. Algunos modelos utilizan memoria flash en vez de RAM. La memoria flash no es volátil, lo que significa que conserva los datos y las aplicaciones aun cuando se agota la batería.

4.1 Elementos de hardware

4.1.2 Arquitectura

La arquitectura de una PDA es parecida a la de una PC. Basan su funcionamiento en un microprocesador, que controla todas las funciones de la PDA de acuerdo a las instrucciones programadas. El PDA usa microprocesadores pequeños y más baratos, que tienden a ser mas lentos, sin embargo resultan adecuados para las tareas que desarrolla la PDA. El tamaño y el costo son factores importantes que contrarrestan las bajas velocidades.

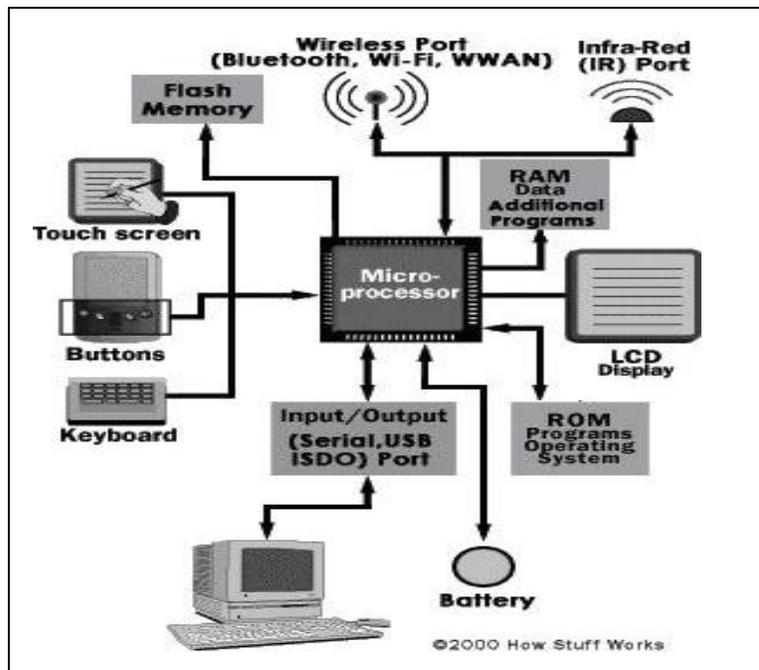


Figura 4.1 Arquitectura General de un PDA

Un PDA no tiene disco duro. Almacena los programas básicos, como el cuaderno de direcciones, el calendario, y el sistema operativo, en una memoria ROM, la cual permanece almacenada aún cuando se apaga el dispositivo. Los datos del usuario y todos los programas que se añaden posteriormente se almacenan en la memoria RAM del dispositivo. La información en RAM solo esta disponible cuando el dispositivo está encendido. Debido a su diseño, las PDAs mantienen sus datos en RAM porque continúan utilizando un poco de batería cuando se apagan.

Las PDA menos potentes tienen menos RAM. Sin embargo, muchos programas consumen poca memoria por lo que tienen espacio suficiente. Los dispositivos Pocket PC generalmente requieren más recursos y tienen más RAM. La mayor parte de las PDA aceptan tarjetas removibles de memoria flash, que resultan muy prácticas para el almacenamiento de archivos grandes y contenido multimedia.

4.1.2 Procesadores

4.1.2.1 68k

68k es una familia de microprocesadores CISC de 32 bits de Motorola y fueron la competencia principal de la familia Intel x86. CISC es un modelo de arquitectura de computadoras. Es el acrónimo de Complex Instruction Set Computer. Los microprocesadores CISC tienen un conjunto de instrucciones que se caracteriza por ser muy amplio y permitir operaciones complejas entre operando situados en la memoria o en los registros internos, en contraposición a la arquitectura RISC.

La línea de procesadores 68k ha sido utilizada en varios sistemas, desde las calculadoras TI-89 de Texas Instruments hasta sistemas de control críticos de naves espaciales. El uso más popular que tuvieron fue en las versiones de algunas computadoras de escritorio tales como la Mac de Apple, la Commodore Amiga, la Atari ST, y otras. Actualmente la Atari ya no se produce, y en el caso de Amiga y Macintosh utilizan procesadores diferentes. Debido a que ya ha pasado una década desde que utilizaron el 68k como procesador, Apple y Amiga ya no proporcionan un sistema operativo para el hardware; sin embargo, los sistemas operativos Debian, NetBSD, y OpenBSD todavía soportan los procesadores m68k.

Los procesadores 68k también se han utilizado en las consolas Sega Genesis, SNK Neo Geo y Atari Jaguar como CPU principal. Otras consolas tales como Sega Saturn también utilizó el 68k como procesador de audio y para otras tareas de entrada / salida.

EL conjunto de instrucciones de 68k se puede dividir en las siguientes categorías:

- Carga y almacenamiento (Move.B, Move.W, Move.L).
- Aritméticas (Add, Sub, Mul, Div)
- Desplazamiento de bit (izquierda o derecha, lógico o aritmético)
- Rotación de bit (ROR, ROL, ROXL, ROXR)
- Operaciones lógicas (And, Or, Not, EOr)
- Conversión de tipos (byte a word y viceversa)
- Ramificaciones condicionales y no condicionales (Bra, BCS, BEq, BNE, BHI, BLO, BMI, BPL, etc)
- Invocación y retorno de subrutina (BSR, RTS)
- Manejo de pila (push, pop)
- Generación y manejo de interrupciones
- Manejo de excepciones

4.1.2.2 Arquitectura ARM

La arquitectura ARM es una arquitectura de procesador RISC de 32 bits que es utilizada en un amplio número de diseños embebidos. Debido a su característica de ahorro de consumo de energía, los CPUs ARM son muy utilizados en el mercado de dispositivos móviles, donde un consumo mínimo de energía es un objetivo crítico.

Actualmente, la familia ARM abarca aproximadamente el 75% de los CPUs embebidos de 32 bits. Los CPUs ARM se encuentran en una amplia gama de la electrónica de consumo, desde los dispositivos portátiles (PDAs, teléfonos celulares, reproductores de audio y video, unidades de

juego portátiles, y calculadoras) hasta periféricos de computadoras (discos duros, enrutadores de escritorio). La rama más importante en esta familia es XScale de Intel.

El diseño de ARM fue realizado por Acorn Computers Ltd en 1983. En 1985 se terminó el desarrollo del prototipo que recibió el nombre de ARM1. En 1986 se lanzaron los primeros sistemas al mercado con el nombre de ARM2. ARM2 tiene un bus de datos de 32 bits, un espacio de direcciones de 26 bits que permite un rango de direcciones de 26 mega bites, y registros de 16 y 32 bits. Uno de estos registros sirve como el contador de programa, los 6 bits más altos y los 2 bits más bajos sirven como banderas de status del procesador. El ARM2 constaba de 30,000 transistores, lo que lo hacía más simple que el 68k de Motorola que contaba con 68,000. Este número bajo de transistores se logra debido a que no incluye micro código, el cual representa cerca del 30% de los transistores del 68k, y, como la mayoría de los CPUs de su tiempo, no incluía ninguna caché. La simplicidad de su diseño favoreció su uso en aplicaciones que requieren bajo consumo de energía. El ARM3 fue producido con 4KB de caché, lo cual mejoró su rendimiento.

En la década de 1980 Apple Computer empezó a trabajar en el diseño de un nuevo núcleo ARM con Acorn. De esta sinergia surgió la compañía Advanced RISC Machines, por lo que ARM frecuentemente se relaciona con el término Advanced RISC Machina en lugar de Acorn RISC Machine. En 1998 Advanced RISC Machines se convirtió en ARM Limited.

En 1996 se lanzaron al mercado los primeros modelos de ARM6. Apple utilizó el ARM610 basado en ARM6 como núcleo de su PDA Apple Newton. En 1994, Acorn utilizó el ARM 610 como CPU principal sus computadoras RiscPC. El núcleo ha permanecido casi del mismo tamaño en todos los modelos ARM. ARM2 contaba con 30,000 transistores, mientras que ARM6 cuenta con 35,000. La implementación más exitosa ARM ha sido ARM7TDMI de la cual se vendieron cientos de millones de unidades para teléfonos celulares, videojuegos portátiles, y la consola Dreamcast de Sega.

ARM está diseñado sin micro código con el fin de mantenerlo simple y rápido. La arquitectura ARM incluye las siguientes características RISC:

- Arquitectura carga / almacenamiento
- Conjunto ortogonal de instrucciones
- Archivo de registro de 16 x 32 bits.
- Ancho de código de operación fijo de 32 bits para facilitar decodificación y segmentación (Pipeline).
- Ejecución de ciclo único

Además incluye las siguientes características:

- Ejecución condicional de la mayoría de las instrucciones
- Las instrucciones aritméticas únicamente alteran los códigos de condición cuando así se desea
- Barrel shifter de 32 bits el cual puede ser usado sin perjuicio del rendimiento con la mayoría de las instrucciones aritméticas y los cálculos de direcciones
- Modos de direccionamiento indexados
- Subsistema de interrupciones de dos niveles de seguridad con bancos de registros
- conmutados

El diseño ARM utiliza un código de condición de 4 bits al frente de cada instrucción, por lo cual la ejecución de cada instrucción se puede condicionar. Esto permite impedir instrucciones condicionales cuando se genera código para sentencias if pequeñas. El ARM7 y la mayoría de los diseños anteriores tienen un pipeline de 3 etapas: fetch, decodificación, y ejecución. Los diseños de alto rendimiento tales como ARM9, tienen un pipeline de cinco etapas.

4.1.2.2.1 Thumb

Thumb es un modo de instrucción de 16 bits que utilizan los procesadores ARM más recientes. Los códigos de operación más pequeños tienen menos funcionalidad; por ejemplo, solo las ramificaciones pueden ser condicionales, y muchos códigos de operación no pueden acceder a todos los registros del CPU. Sin embargo, los códigos de operación más cortos proporcionan una densidad de código mejorada, aún cuando algunas operaciones pueden requerir más códigos de operación para ser ejecutadas. Particularmente en situaciones donde el puerto de memoria o el ancho del bus está restringido a menos de 32 bits, los códigos de operación Thumb proporcionan un mayor rendimiento que los códigos de 32 bits debido al uso más eficiente del ancho de banda más limitado de la memoria.

El primer procesador con tecnología Thumb fue el ARM7TDMI. Todas las familias desde la ARM9 y posteriores, incluyendo XScale, han incluido tecnología Thumb.

4.1.2.2.2 Jazelle

Jazelle es una tecnología que permite ejecutar clases Java en forma nativa. El primer procesador en el que se utilizó Jazelle fue el ARM926EJS. Ha sido utilizado por los fabricantes de teléfonos celulares para acelerar la ejecución de aplicaciones y juegos desarrollados con Java ME.

4.1.2.2.3 Thumb-2

La tecnología Thumb-2 hizo su aparición con el núcleo ARM1156 lanzado en el 2003. Thumb-2 extiende el conjunto de instrucciones Thumb de 16 bits con instrucciones adicionales de 32 bits. Como resultado, Thumb-2 logra una densidad de código que es similar a Thumb con un rendimiento similar al conjunto de instrucciones ARM de 32 bits. Thumb-2 también tanto el conjunto de instrucciones ARM y Thumb con más instrucciones que incluyen manipulación de campos de bit, ramificaciones de tabla, y ejecución condicional.

4.1.2.2.4 Thumb-2EE

Thumb-2EE, también conocido como Jazelle RCT, fue lanzado en el 2005, y apareció por primera vez en el procesador Cortex-A8. Thumb-2EE proporciona una pequeña extensión a Thumb-2, y hace el conjunto de instrucciones particularmente útil para código generado en tiempo de ejecución, por ejemplo, mediante compilación JIT, en ambientes de ejecución. Thumb-2EE está orientado a lenguajes tales como Limbo, Java, C, Perl, y Pitón, y permite a los compiladores JIT generar código compilado más pequeño sin un impacto en el rendimiento.

Las nuevas características proporcionadas por Thumb-2EE incluyen validaciones automáticas de apuntadores a nulo en cada instrucción de carga y almacenamiento, una instrucción para llevar a cabo la validación de índices en arreglos, la capacidad de ramificar a handlers, que son pequeñas escoñes de código invocado frecuentemente, usado comúnmente para implementar una características de un lenguaje de alto nivel, tal como asignar memoria para un nuevo objeto.

4.1.2.2.5 Neon

La tecnología NEON es un conjunto combinado de instrucciones SIMD (Single Instruction Multiple Data) de 64 y 128 bits que proporciona una aceleración estandarizada para aplicaciones de procesamiento de señales y multimedia. NEON puede ejecutar decodificación de audio MP3 sobre CPUs que corren a 10MHz y puede correr el codec de voz GSM AMR (Adaptive Multi-Rate) usando procesadores a 13MHz. Se caracteriza por un conjunto de instrucciones amplio, archivos de registro separados y hardware de ejecución independiente. NEON soporta enteros de 8, 16, 32, y 64 bits, datos con precisión de punto flotante, y realiza operaciones SIMD para el procesamiento de

audio y video así como procesamiento de video juegos y gráficos. En NEON, el SIMD soporta hasta 16 operaciones al mismo tiempo.

4.1.3 Baterías

La energía requerida por las PDA se suministra a través de baterías. Algunos modelos utilizan baterías alcalinas AAA, mientras otras utilizan baterías recargables (litio, níquel-cadmio). La vida de la batería depende del tipo de PDA y del uso que se le da. Alguno de los factores que pueden descargar las baterías son:

- El sistema operativo. (Las PocketPC requieren más potencia debido a sus mayores requerimientos de memoria).
- Mayor memoria.
- Conexiones Inalámbricas.
- Contraluz en el display.

La vida de las baterías puede variar desde unas cuantas horas hasta meses en función del modelo del PDA y de sus características. La mayoría de las PDA tienen sistemas de administración de energía para extender el tiempo de vida de la batería. Aún si el nivel de la batería es tan bajo que ya no se puede encender el dispositivo, usualmente hay suficiente potencia para refrescar la RAM.

Cuando las baterías se agotan completamente o si se remueven, la mayoría de los dispositivos cuentan con un sistema de baterías de respaldo que proporcionan la suficiente energía para poder llevar a cabo el reemplazo de la batería, típicamente proporcionan energía suficiente para refrescar la RAM durante 30 minutos. Cuando todas las fuentes de energía se agotan, las PDA pierden todos los datos almacenados en RAM, por lo que es de gran importancia realizar respaldos o sincronizar la PDA.

Además de las baterías, muchas PDA tienen adaptadores de AC para alimentarse con las tomas de corriente eléctrica. También se pueden encontrar adaptadores de carro como accesorios.

4.1.4 Pantalla táctil

Una pantalla táctil (touchscreen en inglés) es una pantalla que mediante un contacto táctil sobre su superficie permite la entrada de datos al ordenador. Este contacto también se puede realizar con lápiz u otras herramientas similares. Actualmente hay pantallas táctiles que pueden instalarse sobre una pantalla normal.

Las pantallas táctiles pueden basarse en diferentes principios físicos: sensibilidad acústica (*SAW – surface acoustic wave*), sensibilidad eléctrica (*capacitancia*), sensibilidad óptica (*infrarrojos*). El uso de pantallas táctiles permite eliminar el teclado o el ratón y utilizarlas como dispositivo de entrada principal.

Las pantallas táctiles se encuentran en sistemas de punto de venta, ATMs, y PDAs, en las cuales frecuentemente se utiliza un stylus para ingresar datos. La popularidad de los smartphones, PDAs, consolas de videojuegos portátiles, y muchos otros dispositivos incrementa la demanda y la aceptación de las pantallas táctiles.

Existen diferentes tecnologías de pantallas táctiles:

Imaginología óptica. Es un desarrollo relativamente reciente dentro de las tecnologías de pantallas táctiles. Dos o más sensores de imágenes son colocados alrededor de los bordes de la pantalla, generalmente se ponen en las esquinas. Se colocan contraluces infrarrojos en el campo de vista de la cámara sobre los otros lados de la pantalla. Un contacto aparece como una sombra. Los datos obtenidos con varios pares de cámaras pueden ser triangulados para localizar el

contacto. Esta tecnología está creciendo en popularidad, debido a su escalabilidad, y versatilidad, especialmente para áreas grandes.

Resistivas Una pantalla táctil resistiva está cubierta con una capa metálica delgada. Al registrarse un contacto cambia el flujo de corriente eléctrica. Esta variación es enviada al controlador para su procesamiento. Los paneles resistivos son fáciles de conseguir, sin embargo ofrecen una claridad del 75% y los objetos afilados pueden dañarlos. Los paneles de pantallas táctiles resistivos no son afectados por elementos ambientales tales como el polvo o el agua, y son los más usados actualmente.

Onda de Superficie. La tecnología de ondas superficiales utiliza ondas ultrasónicas que pasa sobre el panel de la pantalla táctil. Cuando se toca el panel se absorbe una porción de la onda. Este cambio en las ondas ultrasónicas registra la posición del contacto y envía esta información al controlador para su procesamiento. Los paneles de pantallas táctiles de onda de superficie pueden ser dañados por los elementos ambientales. La funcionalidad de la pantalla táctil también puede ser afectada por contaminantes.

Capacitabas. Un panel de pantalla táctil capacitivo está cubierto con un material, generalmente óxido de indio, que conduce una corriente eléctrica constante a través del sensor. El sensor exhibe un campo de electrones almacenados en los ejes horizontal y vertical, adquiere capacitancia. El cuerpo humano también puede considerarse como un dispositivo eléctrico que tiene electrones almacenados y exhibe capacitancia. Cuando el campo de capacitancia 'normal' del sensor es alterado por otro campo de capacitancia, por ejemplo el dedo de alguna persona, los circuitos electrónicos localizados en cada esquina del panel miden la distorsión resultante en las características de la onda sinusoidal del campo de referencia y envían la información del contacto al controlador para su procesamiento matemático. Los sensores capacitivos deben ser tocados con un dispositivo conductor, a diferencia de los paneles resistivos y de onda superficial que pueden utilizar cualquier cosa que pueda hacer contacto físico con la superficie, como un dedo o un *stylus*. Las pantallas táctiles capacitivas no son afectadas por los elementos ambientales y tienen una claridad elevada.

Detección de infrarrojos. Un panel de pantalla táctil infrarrojo puede emplear cualquiera de dos tecnologías muy diferentes. Un método utiliza los cambios térmicos inducidos provocados por la superficie de contacto. Este método es algunas veces lento y requiere tener las manos calientes. Otro método consiste de un arreglo bidimensional de sensores IR que detectan la interrupción de un haz de luz modulada cerca de la superficie de la pantalla.

Tecnología de Señal Dispersiva. Es la tecnología más reciente, introducida en el 2002. Utiliza sensores para detectar la energía mecánica en el vidrio que ocurre debido al contacto físico. Ciertos algoritmos complejos interpretan esta información y proporcionan la información geográfica del contacto. Los elementos ambientales como el polvo y aún rasguños no afectan la detección del contacto. Debido a que no hay necesidad de elementos adicionales sobre la pantalla proporciona una excelente claridad. Se puede utilizar cualquier objeto para generar las vibraciones mecánicas, pueden ser los dedos y un lápiz. Esta tecnología es muy reciente y es difícil encontrar implementaciones en dispositivos comerciales.

4.1.5 Touchpad

Un touchpad es un dispositivo de entrada usado ampliamente en las laptops y las PDAs. Se utilizan para mover el cursor usando el movimiento de los dedos. Operan como sustituto del ratón de computadora. Los touchpads varían en tamaño pero muy pocas ocasiones sobrepasan los 50 cm cuadrados.

Los touchpads operan en base a la capacitancia de los dedos, o la capacitancia entre sensores. Los sensores capacitivos se disponen sobre los ejes horizontal y vertical del touchpad. La localización del dedo se determina a partir del patrón de capacitancia obtenido mediante estos

sensores. Esta es la razón por la cual no se puede utilizar la tapa de una pluma ni los dedos de la mano cuando se llevan guantes. La sensibilidad del touchpad se reduce cuando el usuario tiene los dedos sudorosos o húmedos.

Los touchpads son dispositivos de movimiento relativo. Esto implica que no existe isomorfismo entre la pantalla y el touchpad. El movimiento relativo de los dedos del usuario origina el movimiento relativo del cursor. Los botones que se encuentra por debajo y arriba del touchpad sirven como botones de ratón estándar. Dependiendo del modelo de touchpad y los controladores que utiliza, se puede hacer clic presionando dos veces sobre el touchpad, y arrastrar mediante un golpecito seguido de un movimiento continuo.

Algunos touchpads también tienen *hostspots*, que son regiones sobre el touchpad con una funcionalidad diferente. Por ejemplo, en ciertos touchpads, al mover tus dedos sobre el borde derecho se controla la barra de desplazamiento vertical de la ventana que tiene el foco. Al mover el dedo sobre el borde inferior frecuentemente se puede desplazar verticalmente.

Algunos touchpads pueden emular los botones del ratón ya sea golpeando alguna esquina en particular, o bien golpeando con dos dedos simultáneamente.

4.2 Sistemas operativos

Un sistema operativo es un programa de software que administra los recursos de hardware y de software de una computadora. El Sistema Operativo lleva a cabo funciones básicas tales como el control y la asignación de memoria, la priorización del procesamiento de instrucciones, el control de los dispositivos de entrada y salida, el control de la conectividad, y el manejo de archivos.

Los sistemas operativos para PDA más comunes son:

- Palm OS, propiedad de PalmSource.
- Windows Mobile para los dispositivos Pocket PC, basados en el kernel Windows CE, propiedad de Microsoft,
- RIM para el BlackBerry, propiedad de Research In Motion.
- Varios sistemas operativos basados en el kernel de Linux, entre los cuales se encuentran GPE, basado en GTK+/X11, OPIE/Qttopia, basado en Qt/E Qtopia.
- Symbian OS, propiedad de Ericsson, Panasonic, Nokia, Samsung, Siemens, y Sony Ericsson.

4.2.1 Palm OS

PalmOS es un sistema operativo compacto desarrollado y licenciado por PalmSource, Inc. para asistentes digitales personales de diferentes fabricantes. Está diseñado para ser fácil de usar y tiene una apariencia similar a los sistemas operativos de escritorio como Windows. Palm OS incluye una serie de aplicaciones básicas entre las que se encuentran un cuaderno de direcciones, reloj, bloc de notas, sincronizador, y software de seguridad. La primera versión de PalmOS se lanzó al mercado en 1996.

El Sistema Operativo Palm OS está diseñado con una arquitectura de 32 bits. Las direcciones de 32 bits permiten un espacio de direcciones de 4GB para las aplicaciones, sin embargo, está diseñado para trabajar de forma más eficiente con cantidades más pequeñas de RAM. Por ejemplo, el primer dispositivo Palm OS comercial tenía menos de 1 MB de memoria, que es 0.025% de su espacio de direcciones.

Palm OS considera toda la memoria como una sola tarjeta. La tarjeta puede tener RAM y ROM. La ROM contiene el sistema operativo, aplicaciones incorporadas, y bases de datos, el tamaño promedio varía desde 512 hasta 8 MB. La RAM contiene aplicaciones adicionales, preferencias del sistema, datos del usuario, y almacenamiento en tiempo de ejecución. Los tamaños de RAM varían

de 128KB a 2MB. La arquitectura utiliza acceso de 8 bits en tarjetas de 128K y 512K, y 16 bits en las más grandes, lo cual permite un acceso rápido de memoria.

Palm OS emplea varios mecanismos para mantener la memoria cuando el dispositivo está apagado. La mayor parte del tiempo la memoria se almacena constantemente porque el sistema utiliza un modo standby de energía que mantiene almacenada la información. Cuando se quitan las baterías, un capacitor mantiene la memoria hasta por un minuto, tiempo después del cual se pierden todos los datos.

En Palm OS se maneja el concepto de store. Tanto la RAM y la ROM se consideran stores. Un store es una abstracción que es simplemente un contenedor de un identificador, una lista de heaps, y un directorio de base de datos. El encabezado en el store determina si la RAM es válida, si es inválida necesita reformatearse. La RAM y la ROM se dividen en heaps. También hay una pequeña cantidad de RAM que está fuera de los heaps y que es reservada para globales de baja memoria, encabezados de store, entre otras cosas. Las globales de baja memoria tienen usos diferentes en los diferentes releases.

4.2.1.1 Administrador de memoria

El administrador de memoria es responsable de administrar las asignaciones desde el heap. Hay tres heaps que son controlados por el administrador de memoria: dinámico, de almacenamiento, y ROM. Los heaps contienen cuatro elementos diferentes, un encabezado, una tabla maestra de apuntador, chunks, y un terminador. El encabezado contiene un ID único de heap, banderas de status, el tamaño del heap, y la tabla maestra de apuntador. También contiene la información del tamaño del heap. La tabla maestra de apuntador es una tabla construida dinámicamente de manejadores persistentes los cuales mapean a la dirección de cada chunk. Los chunks llenan el resto del heap. Hay tres tipos diferentes de chunks: libres, movibles, y fijos. Un chunk es un bloque de memoria de tamaño variable que es referenciado por un manejador (handle) o un apuntador. El encabezado del chunk contiene información sobre su tamaño y una bandera que lo identifica como asignado o libre un ID de dueño. El terminador es un chunk de longitud cero utilizado para detectar el final del heap cuando se itera a través de los chunks.

El administrador de memoria permite asignar dos tipos diferentes de memoria, chunks móviles y chunks fijos. También son conocidos como handles y apuntadores, respectivamente. Mediante los chunks móviles, el OS puede tratar fácilmente con la memoria baja y fragmentada. La diferencia entre apuntadores y handles es que los apuntadores contienen una dirección que es la misma durante toda su existencia, y los handles hacen referencia a direcciones variables. El administrador de memoria mantiene los chunks fijos al final del heap, que corresponde a las direcciones más grandes, y los chunks móviles al inicio del heap. Los handles son asignados de la tabla en el inicio del heap que almacena la tabla de apuntador maestro. El apuntador maestro está fijo es memoria y no se mueve.

El bloqueo de memoria es esencial para que la arquitectura funcione correctamente. Sin el bloqueo se podría sobrescribir la memoria de otras aplicaciones o corromperla. Al bloquear el handle los datos son bloqueados y se regresa el apuntador a la dirección para desbloquear la memoria cuando sea necesario. En el caso de los chunks móviles, que son referenciados por los handles, el encabezado contiene un desplazamiento con respecto al apuntador maestro don una cuenta de bloqueo de 4 bits. A medida que se bloquean los handles, la cuenta de bloqueo se incrementa. El número máximo de bloqueos es de 14, si hay más de 14 ocurren un error de sobre bloqueo. A medida que los handles se desbloquean, la cuenta de bloqueo disminuye a un mínimo de 0. Una cuenta de bloqueo de 15 se reserva para chunks fijos de memoria. Si un handle no está bloqueado se permite modificar su tamaño. La mayoría de las ocasiones el handle se reubica asignando un nuevo chunk con un nuevo tamaño, copiando los datos, fijando el apuntador maestro al nuevo chunk, y después liberando el espacio asignando anteriormente.

En la tarjeta RAM se encuentra el heap dinámico. El heap dinámico se utiliza como un almacenamiento temporal en tiempo de ejecución por todas las aplicaciones en el dispositivo.

Cuando el dispositivo se apaga se pierde el heap. El heap contiene datos globales para que el sistema operativo ejecute tablas de fuente o estructuras de kernel, la pila TCP/IP, la librería para comunicaciones seriales o dispositivos infrarrojos, las estructuras de datos UI como ventanas y formas, los buffers para los golpes de pluma o la presión de teclas, las variables globales de aplicación, los datos constantes de la aplicación, la pila de la aplicación, y la memoria de programa asignada dinámicamente.

Otro heap se denomina heap de almacenamiento. Este heap es utilizado para almacenamiento persistente. Los heaps de almacenamiento contienen aplicaciones adicionales, librerías compartidas, parches del sistema, datos del usuario, y preferencias. El heap de almacenamiento es copiado al escritorio durante la sincronización de tal manera que puede ser restaurado si es necesario. Si se quitan las baterías del dispositivo por un periodo mayor a un minuto se drenan los capacitores y causan que se pierdan los datos de la memoria incluido el heap de almacenamiento.

4.2.1.2 Administrador de datos

Palm OS utiliza una base de datos para almacenar todo en el dispositivo. Todos los compromisos, contactos, y notas no son archivos, sino tablas en una gran base de datos. Palm OS hace esto porque una base de datos puede ser dividida en piezas discretas que el sistema conoce y puede administrar más fácilmente que los archivos por separado. Las bases de datos Palm son interesantes porque no tienen campos, índices, u otros atributos típicos de las bases de datos. Hay dos tipos de bases de datos para Palm, de registros y de recursos. Las bases de datos de registros tienen acceso a registros mediante un índice o ID único, pueden ordenar registros por un campo clave, y los datos pueden ser recuperados ya sea utilizando el índice directamente o mediante una búsqueda sobre el ID único o llave. Las bases de datos de recursos indexan los recursos mediante un tipo de recurso de 4 bytes y un D de recurso de 2 bytes, los recursos son recuperados utilizando la combinación tipo/id. Cada base de datos tiene un encabezado que contiene el nombre, atributos, número de versión, fechas de respaldo/creación/modificación, ids para AppInfo y SortInfo, tipo y creador, y registro o listas de recursos.

Las bases de datos de registros son utilizadas para almacenamiento de datos porque son más estructuradas que las bases de datos de recursos. Los registros en la base de datos son asociados con categorías que describen que datos almacenan, por ejemplo si es una nota o un compromiso. También se pueden marcar los registros como públicos o privados y establecer un password para los registros privados de tal manera que solo el dueño pueda ver los registros privados. Cuando se cambia un registro, se marca la base de datos y debe ser comparada con la base de datos en el escritorio para mantenerlas sincronizadas. Sin la base de datos no está marcada, no hay razón para efectuar la sincronización a menos que la copia en el escritorio esté marcada. Se debe evitar la transferencia innecesaria de datos durante la sincronización por muchas razones, una de ellas es que el tiempo debe ser mínimo debido a que las baterías se consumen más rápido durante la sincronización que durante el uso normal.

Las bases de datos de recursos son utilizadas por la mayoría de los datos del sistema porque tienen menos overhead que las bases de datos de registros. Usualmente, las interfaces de usuario, recursos, y las aplicaciones de OS son almacenadas en esta base de datos. La lista de recursos de la base de datos consiste de un tipo, un id de recurso, y un id local.

4.2.1.3 Versiones de Palm OS

Palm OS fue desarrollado originalmente por Jeff Hawkins para usarlo en el PDA Pilot de US Robotics. La versión 1.0 se presentó en el Pilot 1000 y 5000 y la versión 2.0 fue introducida con la PalmPilot Personal y Profesional.

Con el lanzamiento de la serie Palm III se introdujo la versión 3.0 de Palm OS. Ocurrieron actualizaciones con las versiones 3.1, 3.3, y 3.5, que añadieron soporte de color, varios puertos de expansión, nuevos procesadores, entre otras características.

La versión 4.0 se liberó con la serie m500, y después estuvo disponible como una actualización para los dispositivos anteriores. En esta versión se añadió una interfaz estándar para el acceso a sistemas de archivo externos, como las tarjetas SD, y se mejoraron las librerías de telefonía, la seguridad y la interfaz de usuario.

La versión 5.0 fue introducida con la Tungsten T y fue la primera versión que soportó dispositivos ARM. Las aplicaciones Palm corren sobre un ambiente emulado denominado PACE (Palm Application Compatibility Environment), el cual permite una gran compatibilidad con programas anteriores. Aún cuando se tiene una carga adicional con PACE, las aplicaciones Palm usualmente corren más rápido sobre dispositivos ARM que en las versiones anteriores de hardware. El nuevo hardware puede aprovechar las características de los procesadores ARM mediante los PNO (PACE Native Objects), que son pequeñas unidades de código ARM. Fue aproximadamente en el mismo tiempo cuando Palm empezó a separar sus actividades en hardware y en sistemas operativos, con lo que eventualmente se dividió en dos compañías: PalmSource para el desarrollo de Palm OS, y palmOne (ahora conocida como Palm, Inc) para el desarrollo de hardware. Liberaciones posteriores de Palm OS 5 incluyen una API estandarizada para área de entrada dinámica y de alta resolución, entre otras. Palm OS 5.2 y 4.1.2 (y posteriores) también incluyen Graffiti 2.

Palm OS 6 fue liberada en enero del 2006. Permite aplicaciones ARM nativas y mejoras en el soporte multimedia. En febrero del 2004, PalmSource introdujo nombres diferentes para las familias de Palm OS, esto se debe a que el desarrollo sobre 5.x no se detuvo a pesar del lanzamiento de 6.x. Palm OS fue denominada Palm OS Garnet, y Palm OS 6 se convirtió en Palm OS Cobalt.

En Septiembre del 2004 PalmSource lanzó Palm OS Cobalt 6.1. Las nuevas características de esta versión incluían soporte para una variedad de resoluciones de paneles LCD, componentes de telefonía rediseñados, navegación con una mano, y uso extensivo de fuentes escalables en todas las aplicaciones.

4.2.1.4 Palm OS Garnet

Palm OS Garnet es compatible de serie con una amplia gama de resoluciones de pantalla, y con mayor número de conexiones inalámbricas, entre ellas Bluetooth. Además incluye funciones multimedia optimizadas, un paquete de robustas opciones de seguridad y admite numerosos idiomas.

Palm OS Garnet también ofrece a los titulares de licencias la flexibilidad necesaria para personalizar los programas y crear aparatos dirigidos a diferentes segmentos del mercado, como los de telefonía, multimedia, educación o empresa.

Palm OS Garnet se entrega a los titulares de Palm OS como parte del paquete de desarrollo de productos (PDK). El paquete de desarrollo de software (SDK), que permite a los desarrolladores para Palm OS crear aplicaciones o comprobar su compatibilidad con Palm OS Garnet, también está disponible en el sitio web para desarrolladores de PalmSource.

4.2.1.4.1 Rendimiento

Arquitectura ARM 4T de 32 bits nativa, compatibilidad con los Thumb ARM de 16 bits, microprocesadores 7 TDMI ARM™.

- El entorno PACE (Palm Application Compatibility Environment) viene de serie para las aplicaciones de 68 k
- Hardware de referencia: placas Xscale PXA-250 de Intel y MXL de Motorola

4.2.1.4.2 Compatibilidad con pantallas

- Admite baja densidad: 160 x 160*, 160 x 220**, 176 x 220** (con acolchado)
- Alta densidad: 320 x 320*, QVGA* (240 x 320) y HVGA** (320 x 480)
- La configuración mínima admite al menos pantallas LCD en escala de grises de 160 x 160
- Color de 16 bits
- Temas de color personalizables por el usuario
- Las prestaciones de alta densidad son compatibles con las aplicaciones antiguas de baja densidad
- Idiomas compatibles: inglés, francés, italiano, alemán y español (EFIGS), japonés (J) y chino simplificado (SC)
- Tipos del sistema de baja y alta densidad, personalizables y sustituibles por los titulares de licencias
- Amplia elección de países en las listas de preferencias y de zonas horarias.

4.2.1.4.3 Tamaño de la ROM

- Requisito mínimo de 4 MB de memoria Flash
- Se recomiendan 8 MB de ROM para EFIGS-J y chino simplificado

4.2.1.4.4 Tamaño de la RAM

- Requisito mínimo básico de RAM: el sistema Palm OS necesita menos de 300 KB
- Hasta 128 MB de RAM
- Mínimo de 1 MB de SDRAM

4.2.1.4.5 Aplicaciones nativas

- Compatibilidad con aplicaciones de 68 k mediante el entorno PACE
- Compatibilidad con bibliotecas ARM
- Launcher*
- Direcciones*
- Agenda*
- Notas*
- Tareas*
- Cliente de sincronización HotSync®
- Seguridad
- Preferencias
- Información sobre la tarjeta de ampliación
- Calc
- Aplicación SMS
- Admite áreas de escritura dinámica

4.2.1.4.6 Métodos de escritura

- Reconocimiento de caracteres Graffiti® 2
- Método de escritura Pinyin (chino simplificado)
- Paquete de reconocimiento de escritura

- Ofrece a los titulares de licencias la flexibilidad necesaria para desarrollar e integrar soluciones de escritura de terceros
- Diccionario chino-inglés integrado en el gestor de información personal y en las aplicaciones de terceros

4.2.1.4.7 Programas para ordenadores de sobremesa y solución de sincronización

- Gestión de información personal: añadir, editar y borrar direcciones, citas, tareas pendientes y notas mediante el ordenador de sobremesa
- Los datos y aplicaciones del aparato pueden sincronizarse e incluirse en copias de seguridad con Palm Desktop mediante la función HotSync®
- Se pueden instalar aplicaciones para Palm OS en el ordenador de bolsillo mediante la herramienta de instalación de Palm OS

4.2.1.4.8 Comunicación

- Comunicación en serie (requiere puerto serie)
 - Serie RS232
 - Infrarrojos
 - USB
 - Bluetooth
- Controladores para tarjetas SD y MMC
- Nueva librería de red compatible con Ethernet asociada a los controladores para 802.11
- Integración de protocolos de comunicación y aplicaciones para el intercambio de objetos (Gestor de intercambio)

4.2.1.4.9 Compatibilidad de redes

- Librería de red TCP/IP
- Pila PPP
- OBEX
- API para telefonía y SMS

4.2.1.4.10 Seguridad

Gestión de proveedores de criptografía (CPM) con proveedor por omisión

- Cifrado simétrico RC4
- Sintetizado SHA1
- Algoritmo de verificación RSA

Proveedor de FIPS con los siguientes algoritmos de cifrado*:

- AES-CBC, AES-ECB y AES-CFB (128,192 y 256 bits)
- 3DES-CBC, 3DES-ECB, 3DES-CFB8, 3DES-CFB64 y 3DES-OFB (2 y 3 claves)
- SHA-1 y SHA-2 (no cubierto por FIPS)
- HMAC-SHA-1
- *A disposición de los titulares de licencias de forma opcional. Pendiente de certificación en el primer trimestre de 2004

Autenticación:

- PAP, CHAP, MS-CHAPv1 y MS-CHAP v2 para autenticación por PPP (incluye servidores RADIUS)

4.2.1.4.11 Sonido

- APIs con sonidos de muestra (procesador de datos, generador e interfaz gráfica de usuario no incluidos)
- Formato de recursos de sonido compatible con APIs de sonido anteriores
- APIs para control de secuencias de sonido
- Reproducción simultánea de hasta 15 secuencias*, grabación de una única secuencia en formato nativo
- Compatibilidad con datos de audio comprimidos PCM en bruto y ADPCM IMA, de 1 ó 2 canales a cualquier velocidad de muestreo
- APIs HAL para acceder a aparatos y mezcladoras de audio
- Emulación de generadores de ondas cuadradas para aquellos equipos que carezcan de los mismos.

*Secuencias compatibles: mono/estéreo, 8/16 bits, velocidades de muestreo arbitrarias.

4.2.1.5 Palm OS Cobalt 6.1

Palm OS Cobalt es un sistema operativo diseñado para posibilitar nuevos tipos de teléfonos inteligentes y aparatos inalámbricos manteniendo la facilidad de uso.

Palm OS Cobalt versión 6.1 está a disposición de los titulares de licencias de PalmSource en forma de paquete de desarrollo de productos (PDK). Para los socios Palm OS Ready Partners, está disponible como paquete de adaptación (SPK) y otros desarrolladores pueden conseguirlo como conjunto de APIs, herramientas y documentación en un paquete de desarrollo de programas (SDK).

La versión 6.1 de Palm OS Cobalt ofrece compatibilidad con sistemas de telefonía estándar, así como prestaciones de usabilidad nuevas y una mayor integración de tecnologías como Bluetooth y WiFi.

4.2.1.5.1 Características

- Aplicaciones de sistema de 32 bits completamente nativas para ARM™
- Arquitectura adaptable en escala, modular y basada en estándares
- Sistema operativo enteramente multihilo y multitarea
- Arquitectura de comunicaciones unificada basada en STREAMS
- Compatibilidad con pantallas estándar de alta densidad para admitir diversas configuraciones
- Marco multimedia ampliable para facilitar el desarrollo de aplicaciones de última generación
- Arquitectura de sincronización mejorada
- Conjunto ampliado de herramientas de desarrollo para aplicaciones ARM nativas para PACE (Palm Application Compatibility Environment), con el que facilitar la compatibilidad con versiones anteriores de Palm OS

4.2.1.5.2 Rendimiento

- Compatibilidad con la arquitectura v5T de ARM: microprocesadores ARM9 Core a 200 MHz y superiores

- Compatibilidad con módulos ROM de tipo NOR y NAND
- Equipamiento de referencia:
 - Módulos de aplicaciones: placa de desarrollo i.MX21ADS de Freescale™
 - Módulo telefónico: GSM/GPRS CMCS
 - NAND: Mobile DiskOnChip™ (MDOC) de M-Systems

4.2.1.5.3 Compatibilidad Internacional

- Compatibilidad internacional ampliada; Palm OS, las aplicaciones de gestión de información personal y Palm OS Desktop admiten los idiomas inglés, francés, alemán, italiano, español, japonés y chino simplificado.

4.2.1.5.4 Telefonía mejorada

- Compatibilidad y API para GPRS
- Compatibilidad en contextos de varios PDP
- Compatibilidad con SAT
- MUX GSM 07.10 estándar
- Gestión de llamadas mejorada
- Prestación de interrupción de HotSync®
- Compatibilidad con configuraciones "sin batería de repuesto"
 - Copia de seguridad y restauración automática de bases de datos
 - Admite sustitución de batería y nivel de energía bajo

4.2.1.5.5 Pantalla e interfaz de usuario

- Nuevos detalles en la interfaz de usuario (botones, títulos, listas, barras de desplazamiento y de control, menús desplegados, cuadros de texto y casillas de verificación)
- Orientación estándar a la navegación en cinco direcciones con una sola mano
- Compatibilidad con nuevas pantallas de alta resolución: QVGA (240 x 240), 320 x 320, HVGA y VGA con una profundidad de color de hasta 32 ppp
- Nueva compatibilidad con efectos de translucidez en ventanas
- Nuevas prestaciones de generación, modulación y simulación de color
- Nueva compatibilidad con disposición apaisada de imagen (con o sin uso del hardware)
- Nueva compatibilidad con aceleradores gráficos físicos
- Tipos de letra adaptables, incluidos TrueType para sistema de escritura occidental, japonés y chino
- Barra de estado personalizable y dinámica

4.2.1.5.6 Requisitos de memoria

- Configuración de teléfono ("sin batería de repuesto")
- SDRAM de 32 MB + Flash NAND de 32 MB
- Configuración* PDA con SDRAM de 32 MB + ROM NOR de 16 MB

4.2.1.5.7 Aplicaciones

- Aplicaciones de gestión de información personal (PIM) compatibles con los nuevos elementos de la interfaz de usuario, así como con la navegación en cinco direcciones con una sola mano (Direcciones, Agenda, Tareas y Notas)
- Aplicaciones del sistema: Launcher, Preferencias (nueva) y Bienvenido
- Otras aplicaciones: Calculadora, Información de la tarjeta y SMS
- Aplicaciones de prueba: Media Player, Teclado de marcado y contadores GPRS (nueva)

4.2.1.5.8 Métodos de escritura

- Marco de métodos de escritura; los titulares de licencias pueden desarrollar e integrar soluciones a medida además de Graffiti 2 y de los esquemas de teclado estándar
- Área de escritura dinámica, área de escritura en pantalla y teclado incluidos de serie

4.2.1.5.9 Ordenadores de escritorio y sincronización

- Aplicación Palm OS Desktop 6.1 (sólo para Windows® de Microsoft)
- HotSync® Exchange que permite arrastrar y soltar en la herramienta de instalación archivos de PC en formato original (JPEG, Word, Excel) para transferirlos luego al sistema de bolsillo con la siguiente sincronización HotSync

4.2.1.5.10 Comunicación y redes

- Marco de conexiones estándar basado en STREAMS
- Realización simultánea de diversas tareas de comunicación
- Marco de E/S seguro para la instalación de controladores
- Aplicación de comunicación estándar para establecer y configurar fácilmente conexiones a Internet por GPRS, Bluetooth, WiFi, puerto serie o módem
- Controladores incluidos:
 - Serie RS232
 - Infrarrojos
 - USB, USB 1.1 esclavo y nueva compatibilidad con USB On the Go (maestro/esclavo)
 - Tarjeta de ampliación SD y MMC
 - Compatibilidad con tarjetas SDIO para conectar periféricos como tarjetas inalámbricas, cámaras y demás aparatos
- Protocolos de red admitidos:
 - TCP/UDP/IP
 - IPv4 e IPv6
 - PPP
 - OBEX
 - Ethernet (para crear controladores 802.11)

4.2.1.5.11 Bluetooth

- Pila Bluetooth 1.2
- Perfiles compatibles: acceso genérico, puerto serie, red de marcación mediante Terminal y pasarela (nuevo), acceso LAN, aplicaciones para el descubrimiento de servicios, intercambio de objetos genéricos, envío de objetos sin solicitud previa, auriculares (nuevo), manos libres (nuevo), y PAN (PANU) y GN (nuevos)
- Aplicación Bluetooth mejorada: gestión de servicios (nueva), configuración, descubrimiento y enlazado de sistemas Bluetooth con interfaz de usuario pulida
- Modo "automático" (nuevo): activa Bluetooth previa petición para desconectarlo automáticamente a continuación.
- Capacidad de descubrimiento limitada a 3 minutos (nueva)
- Transporte BCSP HCI

4.2.1.5.12 WiFi

- Compatible con 802.11
- Emplea el aplique Gestor de conexiones para facilitar la configuración
- Admite seguridad WEP (Wired Equivalent Privacy)
- Admite soluciones WPA de terceros (Wi-Fi Protected Access)

4.2.1.5.13 Gestor de conexiones

- Marco de apliques de configuración mejorado y simplificado para añadir nuevos servicios de comunicaciones

4.2.1.5.14 Multimedia

- Marco de programación ampliable para crear aplicaciones multimedia avanzadas compatible con las siguientes prestaciones:
 - Reproducción de hasta 16 secuencias de audio, grabación de secuencia única
 - Grabación de audio mono/estéreo de 8/16 bits a velocidades de muestreo arbitrarias
 - Gestor de sonido para mezclar recursos de audio
 - Reproducción en segundo plano
 - Reproducción de vídeo
 - APIs para acceso a los aparatos de audio/vídeo
 - Codecs disponibles como MP3, MPEG-4, MPEG-1, AAC, H.263, AMR y Ogg

4.2.1.5.15 Marco de seguridad

- Servicios de protección e intimidad mejorados mediante cifrado nativo, gestión de certificados y servicios de autenticación/autorización de credenciales CPM (Cryptographic Provider Management)
 - RC4 para cifrado/descifrado
 - Método de hashing SHA1
 - Verificación de firmas mediante RSAVerify
 - Proveedor DES/MD5 con DES-ECB, DES-CBC, 3DES, MD5, SSL2 y SSL3 (librería compartida disponible para todas las aplicaciones)
- APIs de gestión de certificados
- Compatible con certificados X.509v3

4.2.2 Windows Mobile

Windows Mobile es un sistema operativo para dispositivos móviles combinado con un conjunto de aplicaciones básicas basadas en la API Win32 de Microsoft. Los dispositivos en los que corre Windows Mobile incluyen las Pocket PC, los smartphones, y los Portable Media Centers. Windows Mobile tiene un diseño parecido a las versiones de escritorio de Windows.

4.2.2.1 Windows CE

Windows CE, algunas veces abreviado WinCE, es una variación del sistema operativo Windows de Microsoft para computadoras minimalistas y sistemas embebidos. Windows CE es un kernel diferente del Windows de escritorio. Es soportado en procesadores Intel x86, MIPS, ARM y el SuperH de Hitachi.

Windows CE está optimizado para dispositivos que tienen una capacidad de almacenamiento mínimo. Puede ser ajustado para correr con un megabyte de memoria. Los dispositivos que utilizan Windows CE frecuentemente son configurados sin disco duro, y pueden ser configurados como un sistema cerrado que no permite extensiones del usuario final, por ejemplo, puede ser quemado en ROM. Windows CE cumple la definición de sistema operativo de tiempo real. Soporta 256 niveles de prioridad y permite inversión de prioridad. La unidad fundamental de ejecución de Windows CE es el hilo, lo que permite una programación concurrente rápida y sencilla.

La primera versión de Windows CE fue conocida con el nombre de *Pegasus*, y se caracterizaba por una apariencia gráfica similar a Windows y por tener un conjunto de las aplicaciones más

populares de Microsoft que fueron acotadas en su potencia y funcionalidad para que pudieran operar con la menor capacidad de almacenamiento, memoria, y velocidad de las pdas de ese entonces.

Desde entonces Windows CE ha evolucionado en un sistema operativo de tiempo real, embebido y basado en componentes. Actualmente existe una gran cantidad de plataformas que se basan en Windows CE, entre ellas se encuentran: AutoPC, Handheld PC, Pocket PC, Pocket PC 2003, Pocket PC 2003 SE, Smartphone 2002, Smartphone 2003, Windows Mobile 5.0, y muchos dispositivos industriales y sistemas embebidos.

Windows CE, Windows Mobile, y Pocket PC se utilizan de forma indistinta frecuentemente. Esta práctica no es completamente exacta. Windows CE es un sistema operativo modular que sirve como fundamento para diferentes clases de servicios. Cada uno de sus módulos proporciona diferentes componentes que pueden o no ser utilizados en las plataformas que lo implementan. Pocket PC, SmartPhone, y Portable Media Center son las tres principales plataformas que utilizan Windows CE. Cada plataforma utiliza diferentes componentes de Windows CE, así como características y aplicaciones suplementarias diseñadas específicamente para los dispositivos que la soportan.

Pocket PC y Windows Mobile es una plataforma definida por Microsoft para dispositivos PDA. Las reglas para fabricar un dispositivo Pocket PC son más estrictas que las empleadas en la fabricación de plataformas basadas en Windows CE. Las características principales de un pocket pc son el digitizador como la principal interfaz humana del dispositivo y su tamaño extremadamente portable.

La plataforma SmartPhone consiste de una interfaz y un sistema operativo para teléfonos celulares. SmartPhone ofrece características de conectividad, tales como correo electrónico, así como capacidades multimedia. La interfaz de SmartPhone está caracterizada principalmente por la navegación mediante *joystick* y entrada de datos a través de *PhonePad*. Los dispositivos que corren SmartPhone típicamente no incluyen un digitizador.

Muchas de las aplicaciones escritas para cualquiera de las plataformas SmartPhone y Pocket PC tienen versiones para ambas plataformas, o corren con funcionalidad limitada en cualquiera de las dos.

Con Windows Mobile 5 desaparece la distinción entre Pocket PC y SmartPhone. El mismo OS corren en ambos, simplemente se habilitan o deshabilitan características en función de la plataforma. La mayoría de los programas escritos para PPC 2002 o 2003 corren en Windows Mobile 5. Pero la mayoría de las versiones anteriores que eran soportadas por PPC 2002 y 2003 no corren en Windows Mobile 5. Esto se debe a que incorpora nuevos cambios, tales como la suspensión de la memoria flash en lugar de mantener la SDRAM encendida después de que se apaga la PDA.

Windows Mobile 5 soporta USB 2.0 y los nuevos dispositivos que soporten este OS también se apegarán a almacenamiento masivo USB, lo que significa que el contenido en el PPC puede ser accesado desde cualquier PC con puertos USB, sin requerir hardware adicional, excepto que requiere un host compatible tal como Windows 2000 o posterior.

4.2.2.2 Pocket PC

PocketPC (P/PC o PPC) es un ordenador de bolsillo que corre una versión del sistema operativo Windows CE. Tiene varias de las capacidades de las modernas PCs de escritorio. Actualmente existen miles de aplicaciones para Pocket PC, muchas de las cuales son freeware. Algunos de los dispositivos Pocket PC también incluyen características de teléfono celular. Los Pocket PC también pueden ser utilizados en combinación con receptores GPS, lectores de código de barras, lectores RFID, y cámaras.

Pocket PC es un estándar de Microsoft que establece varios requerimientos al hardware y al software de los dispositivos móviles para que estos puedan tener la etiqueta de PocketPC.

Cualquier dispositivo que sea clasificado como un PocketPC debe:

- Ejecutar el sistema operativo Windows Mobile, edición Pocket PC.
- Tener un conjunto de aplicaciones en ROM
- Incluir una pantalla sensible al tacto
- Incluir un dispositivo apuntador, llamado stylus o estilete
- Incluir un conjunto de botones de hardware para activar aplicaciones
- Estar basado en un procesador ARM versión 4, MIPS, SH3, o IntelXScale.

El lanzamiento actual de Microsoft es Windows Mobile 5.0. Fue lanzado oficialmente por Microsoft el 10 de Mayo del 2005. Windows Mobile 5.0 está basado en Windows CE e incorpora características tales como Direct3D, e integra las pilas de Bluetooth y WiFi. Pocket Word y Pocket Excel han sido denominadas Word Mobile y Excel Mobile, respectivamente, y ambas aplicaciones tienen ahora un conjunto más amplio de características, entre las que se incluyen el soporte de tablas, listas ordenadas, el soporte de gráficos embebidos en Word Mobile, y soporte de diagramas en Excel Mobile. Se agrega Power Point Mobile a la suite de Office Mobile. Power Point Mobile puede correr presentaciones de Power Point en un Pocket PC. Windows Mobile también mejora el soporte para el uso con una sola mano al insertar dos botones suaves sensibles al contexto en la parte inferior de la pantalla los cuales pueden ser mapeados a botones de hardware en cualquier dispositivo específico.

Windows Mobile 5.0 marca la convergencia de los sistemas operativos Phone Edition y Professional Edition en un solo sistema que contiene capacidades de teléfono y de PDA. Se incluye una aplicación de teléfono en el OS que tiene interfaz con todas las aplicaciones PIM. Windows Mobile 5.0 es compatible con el sistema operativo Smartphone de Microsoft y es capaz de correr aplicaciones Smartphone.

Los Pocket PC que corren versiones anteriores del sistema operativo generalmente almacenaban las aplicaciones instaladas y los datos en RAM, lo cual significa que si las baterías se agotaban se podían perder todos los datos. Con Windows Mobile 5.0 se almacenan todos los datos en memoria flash, y la RAM se utiliza únicamente para correr aplicaciones, tal como se hace en una computadora de escritorio. Como resultado, los Pocket PC que implementan Windows Mobile 5.0 generalmente tienen una mayor cantidad de memoria flash, y menos RAM, comparados con los dispositivos anteriores.

Los primeros dispositivos que se comercializaron con Windows Mobile fueron el HTC Universal en Europa y el UTStarcom PPC-6700 para Sprint en Estados Unidos.

Los sistemas operativos que se han utilizado para Pocket PC en sus diferentes versiones son:

- Microsoft Windows CE 1.0
- Microsoft Windows CE 2.0
- Microsoft Windows CE 2.01
- Microsoft Windows CE 2.02
- Microsoft Windows CE 2.1
- Microsoft Windows CE 2.11
- Microsoft Windows CE 2.12
- Microsoft Windows CE 2.11 H/PC PRO
- Microsoft Windows CE 3.0 H/PC 2000
- Microsoft Windows CE 2000 (WinCE 3.0)
- Microsoft Windows CE 2002 (WinCE 3.1)
- Microsoft Windows Mobile 2003 para Pocket PC (WinCE 4.2)
- Microsoft Windows Mobile 2003 Second Edition (WinCE 4.2)

- Microsoft Windows Mobile 2005 (WinCE 5.0)

4.2.2.3 Windows Mobile 2003

Windows Mobile 2003 fue liberado en Junio 23 del 2003, y fue el primer lanzamiento con el nombre de Windows Mobile. Existen tres ediciones, dos de las cuales son similares: Windows Mobile 2003 para Pocket PC y Windows Mobile 2003 para Pocket PC Phone Edition, la cual esta diseñada especialmente para Pocket PCs que incluyen funcionalidades de teléfono celular.

La tercera edición se denomina Windows 2003 para Smartphone, la cual es una plataforma muy diferente que también requiere aplicaciones de software que sean específicamente diseñadas para este tipo de dispositivo. Los dispositivos Smartphone que ejecutan Windows Mobile no tienen pantallas táctiles, presentan un display con una resolución menor, tienen un teclado de teléfono convencional, y están diseñados específicamente para ser usados con una sola mano.

4.2.2.4 Windows Mobile 2003 Second Edition

Windows Mobile 2003 Second Edition, también conocido como Windows Mobile 2003SE, fue liberado en Marzo 24 del 2004 y se ofreció primero en el Axim x30 de Dell. Incluye varias mejoras sobre su predecesor, tales como:

- La opción para cambiar del modo landscape a portrait la pantalla. Esta característica no está disponible en la versión Smartphone.
- Pocket Internet Explorer (PIE) incluye la opción para forzar una página en un arreglo de una sola columna, lo que hace más fácil la lectura ya que únicamente se tiene que hacer scroll vertical.
- Soporta una resolución de pantalla VGA (640x480). Sigue soportando la resolución anterior de 320x240. También soporta un nuevo factor de forma cuadrado (240x240 y 480x480 para pantallas VGA).
- Soporta WPA (WiFi Protected Access).

4.2.2.5 Windows Mobile 5.0

Microsoft liberó Windows Mobile 5.0 en Mayo 9 del 2005. Corre sobre Windows CE 5.0 y entre sus características incluye:

- Una nueva versión de Office llamada Office Mobile, al cual se añadió PowerPoint Mobile, a Excel Mobile se añaden nuevas capacidades en gráficos, y a Word Mobile se le añaden la inserción de tablas y gráficos.
- Windows Media Placer 10 Mobile
- Caller ID con foto.
- Paquete de gráficos y video, mediante el cual se realiza la administración de gráficos y videos.
- Soporte de Bluetooth con menos características que las alternativas Broadcom/Widcom anteriores.
- Interfaz de administración de GPS (Global Positioning System) para todos los programas de navegación instalados.
- Se incluye soporte de teclado QWERTY por default.
- Facilidad de reporte de errores similar a la presentada en los sistemas de escritorio y servidor de Windows.
- Active Sync 4.0, con un incremento en la velocidad de sincronización de entre el 10 y el 15%.
- Cliente para VPNs PPTP y L2TP/IPSec.
- Almacenamiento persistente (PS), lo que permite incrementar el tiempo de vida de la batería. Anteriormente, cerca del 50% de la energía de la batería se utilizaba para

conservar los datos en RAM. Los dispositivos basados en Windows tienden a reemplazar el uso de RAM por memoria flash como su medio de almacenamiento principal.

4.3 Desarrollo de aplicaciones

4.3.1 Desarrollo para Palm OS

El desarrollo de aplicaciones para Palm es muy flexible debido a que se puede desarrollar sobre una amplia variedad de sistemas operativos y utilizando diferentes lenguajes de programación. Los sistemas operativos sobre los que se puede trabajar son Windows, Mac OS, Unix, e incluso Palm OS. Entre los lenguajes de programación que se utilizan se encuentran C, C++, Visual Basic, Java, entre otros.

Las aplicaciones ejecutables para Palm OS se alojan en archivos con extensión PRC. Estos archivos pueden ser completamente autónomos o bien necesitar de alguna librería o módulo de apoyo para su funcionamiento. Todo el proceso de desarrollo y depuración suele efectuarse mediante un emulador, instalando la aplicación en el dispositivo real al final. Además de aplicaciones propiamente dichas, también se pueden desarrollar conductos (conduits) para facilitar la conversión de formatos y sincronización entre un Palm y otra plataforma, como pueda ser Windows o Mac OS.

4.3.1.1 Aplicaciones y conductos

Los dispositivos Palm cuentan con un sistema operativo que permite ejecutar aplicaciones hechas a la medida para dichos dispositivos. Por lo general, además de ejecutar esas aplicaciones en el Palm también es necesaria una sincronización de datos entre el sistema de escritorio y el dispositivo móvil. Es habitual, por tanto, que en el sistema de escritorio se instale una aplicación, el HotSync Manager, para hacer posible el intercambio de información entre ambos sistemas.

Las posibilidades de comunicación o integración entre sistemas de escritorio y Palm pueden extenderse mediante el desarrollo de conductos. Un conducto es un componente que, trabajando conjuntamente con HotSync Manager, es capaz de transferir información en uno u otro sentido, o bien de realizar una conversión de formatos de los archivos móviles al equipo de escritorio o viceversa.

Los conductos son programas que se ejecutan en el sistema de escritorio, mientras que las aplicaciones estándar para Palm se transfieren y ejecutan en el dispositivo móvil. Ésa, aparte de la propia finalidad del código, es la diferencia entre una aplicación estándar Palm y un conducto Palm.

4.3.1.2 Plataformas de desarrollo

El núcleo de la plataforma Palm OS abarca dos versiones: Palm OS Garnet y Palm OS Cobalt. Ambas versiones son compatibles con las aplicaciones existentes basadas en 68K mediante la capa conocida como PACE.

La API 68K comprende todas las liberaciones de Palm OS. Está disponible en todas las liberaciones de Palm OS 3, Palm OS 4, Palm OS 5, Palm OS Garnet y Palm OS Cobalt. Permite que el código de aplicación compilado para procesadores Dragonball tenga acceso a las capacidades de Palm OS. Es la API nativa para las versiones de Palm OS anteriores a Palm OS Garnet, y opera sobre PACE en el resto de las versiones de Palm OS.

PalmSource proporciona dos conjuntos de documentación distintos: uno para desarrolladores de aplicaciones Palm OS 68K y otro para desarrolladores de aplicaciones Palm OS Protein.

Las aplicaciones para Palm habían sido desarrolladas tradicionalmente usando las APIs 68K. Las aplicaciones desarrolladas con las APIs 68K corren en todas las versiones de Palm OS. Las primeras versiones de Palm OS, desde Palm OS 1 hasta Palm OS 4, corren en dispositivos con

procesadores de la familia 68K. Las aplicaciones 68K corren en estos dispositivos de forma nativa. Palm OS Garnet (las liberaciones Palm OS 5) y Palm OS Cobalt (las liberaciones Palm OS 6) están diseñadas para handhelds con procesadores basados en ARM. Ambos incluyen PACE, que es el Ambiente de Compatibilidad de Aplicaciones Palm OS, el cual permite que las aplicaciones 68K sean ejecutadas sobre estas versiones de Palm OS. En los dispositivos basados en ARM se pueden utilizar los PNOs (PACE Native Objects) para acelerar las porciones de la aplicación con requerimientos críticos de tiempo.

Las APIs 68K están documentadas en el *Palm OS Programmer's Companion* y la *Palm OS Programmer's API Referente*. El desarrollo de conductos de sincronización con aplicaciones 68k utiliza el CDK 6.0.1 para Windows o el CDK 4.03 para Macintosh.

Las aplicaciones desarrolladas en Palm OS Protein optimizan el uso de las características introducidas con Palm OS Cobalt. Estas aplicaciones son nativas de ARM y escritas usando las APIs Palm OS Protein. Las aplicaciones Palm OS Protein tienen las siguientes características:

- Pueden ser multihilos
- Pueden tener acceso a esquemas y bases de datos extendidas
- Pueden emplear el framework multimedia de Palm OS Cobalt

Las aplicaciones Palm OS Protein no pueden correr sobre dispositivos con Palm OS Garnet o liberaciones Palm OS anteriores. Para desarrollar aplicaciones que se ejecuten sobre todas las liberaciones de Palm OS se debe utilizar la API 68K.

4.3.1.3 Herramientas de desarrollo

4.3.1.3.1 Entornos de desarrollo

Existe una amplia variedad de entornos de desarrollo para aplicaciones PalmOS. Estos entornos proporcionan al programador una funcionalidad completa en el proceso de desarrollo de aplicaciones para Palm OS. La mayoría de los entornos de desarrollo son para los lenguajes de programación C, C++ y Java.

Entorno	Lenguajes	Plataforma	Procesadores
<i>CodeWarrior</i> de freescale	C/C++	Windows	68k, ARM
<i>Palm OS Developer Suite</i> de PalmOS	C/C++	Windows	68k, ARM
<i>PRC-Tools</i>	C/C++	Windows con Cygwin / Unix	68k, ARM
<i>Pocket Smalltalk</i>	SmallTalk	Windows, MacOS, Linux, OS/2	68k
<i>PocketStudio</i> de winsoft	Pascal	Windows	
<i>Quartus Forth</i>	Forth	Palm OS	68k, ARM
<i>Simplicity for Palm OS Platform</i>	Java	Windows	68k, ARM
<i>SuperWaba</i>	Java	Windows	68k, ARM
<i>WebSphere Studio Device Developer</i>	Java	Windows, Linux	68k, ARM
<i>HB++</i>	Visual Basic	Windows	68k, ARM

Tabla 4.1 Entornos de desarrollo para aplicaciones PalmOS

4.3.1.3.2 Escritorio y conductos

Los conductos son componentes de software para el HotSync Manager. Los conductos intercambian y sincronizan datos entre una computadora de escritorio y una computadora de mano Palm. Los kits de desarrollo de conductos (CDK's) no incluyen un ambiente de construcción.

La mayoría de los conductos sincronizan los datos de tal manera que lo que se tiene en el dispositivo palm es lo mismo que se tiene en la pc. Los conductos también pueden importar y exportar datos y causar que las aplicaciones Palm OS sean instaladas.

CDK 6.0.1 es el kit de desarrollo de conductos para Palm OS Garnet y Palm OS Cobalt. Soporta la sincronización de Palm OS Cobalt y Palm OS Garnet con HotSync Manager 6.0.1 y Palm OS Desktop 6.0.1 para Windows. Se puede utilizar el CDK 6.0.1 para crear conductos que trabajen con las versiones 4.x siempre y cuando no se utilicen las nuevas características. CDK 4.0.3 se recomienda para las versiones 4.x de Palm Desktop para Windows y Mac.

4.3.1.3.2 Herramientas de desarrollo de contenidos

Kinoma Producer. Mediante esta aplicación se pueden codificar archivos multimedia para Palm OS. Kinoma Producer soporta QuickTime, MPEG-1, MPEG-4, AVI, archivos Flash de Macromedia, audio estéreo. Kinoma Producer está disponible para Windows y para Mac OS.

4.3.1.3.4 Herramientas de administración de datos y bases de datos

Marieta PDE. Un toolkit de desarrollo de aplicaciones para aplicaciones complejas de captura de datos, como captura de órdenes, prueba de entrega, seguimientos, inventarios, seguimiento de documentos, seguimiento de tiempo, y auditoria de precios. PDE tiene una base de datos relacional implementada específicamente para Palm OS. Los datos son almacenados de forma compacta y almacenados rápidamente. La BD soporta decenas de miles de registros.

OnTap. Esta herramienta permite dar formato y distribuir datos corporativos HTML para Palm OS.

Oracle 9iLite. Base de datos Oracle optimizada para la plataforma Palm OS.

Pendragon Forms. Mediante esta aplicación se pueden crear conductos y aplicaciones de colección de datos de manera rápida y sencilla.

4.3.2 Desarrollo para Windows Mobile

4.3.2.1 .NET

.NET es un proyecto de Microsoft para crear una nueva plataforma de desarrollo de software con énfasis en transparencia de redes, con independencia de plataforma y que permita un rápido desarrollo de aplicaciones. Basado en esta plataforma, Microsoft intenta desarrollar una estrategia horizontal que integre todos sus productos, desde el Sistema Operativo hasta las herramientas de mercado.

A largo plazo Microsoft pretende reemplazar la API Win32 o Windows API con la plataforma .NET. Esto debido a que la API Win32 o Windows API fue desarrollada sobre la marcha, careciendo de documentación detallada, uniformidad y cohesión entre sus distintos componentes, provocando múltiples problemas en el desarrollo de aplicaciones para el sistema operativo Windows. La plataforma .NET pretende solventar la mayoría de estos problemas proveyendo un conjunto único y

expandible con facilidad, de bloques interconectados, diseñados de forma uniforme y bien documentados, que permitan a los desarrolladores tener a mano todo lo que necesitan para producir aplicaciones sólidas.

4.3.2.2 Marco de Trabajo .NET

El "framework" o marco de trabajo, constituye la base de la plataforma .NET y denota la infraestructura sobre la cual se reúnen un conjunto de lenguajes, herramientas y servicios que simplifican el desarrollo de aplicaciones en entorno de ejecución distribuido.

Bajo el nombre .NET Framework o Marco de trabajo .NET se encuentran reunidas una serie de normas impulsadas por varias compañías además de Microsoft (como Hewlett-Packard , Intel, IBM, Fujitsu Software, Plum Hall, la Universidad de Monash e ISE), entre las cuales se encuentran:

- La norma que define las reglas que debe seguir un lenguaje de programación para ser considerado compatible con el marco de trabajo .NET (ECMA-335, ISO/IEC 23271). Por medio de esta norma se garantiza que todos los lenguajes desarrollados para la plataforma ofrezcan al programador un conjunto mínimo de funcionalidad, y compatibilidad con todos los demás lenguajes de la plataforma.
- La norma que define el lenguaje C# (ECMA-334, ISO/IEC 23270). Este es el lenguaje insignia del marco de trabajo .NET, y pretende reunir las ventajas de lenguajes como C/C++ y Visual Basic en un solo lenguaje.
- La norma que define el conjunto de funciones que debe implementar la librería de clases base (BCL por sus siglas en inglés) (incluido en ECMA-335, ISO/IEC 23271). Tal vez el más importante de los componentes de la plataforma, esta norma define un conjunto funcional mínimo que debe implementarse para que el marco de trabajo sea soportado por un sistema operativo. Aunque Microsoft implementó esta norma para su sistema operativo Windows, la publicación de la norma abre la posibilidad de que sea implementada para cualquier otro sistema operativo existente o futuro, permitiendo que las aplicaciones corran sobre la plataforma independientemente del sistema operativo para el cual haya sido implementada. El Proyecto Mono emprendido por Ximian pretende realizar la implementación de la norma para varios sistemas operativos adicionales bajo el marco del software libre o código abierto.

Los principales componentes del marco de trabajo son:

- El conjunto de lenguajes de programación
- La Biblioteca de Clases Base o BCL
- El **Entorno Común de Ejecución para Lenguajes** o CLR por sus siglas en inglés.

Debido a la publicación de la norma para la infraestructura común de lenguajes (CLI por sus siglas en inglés), el desarrollo de lenguajes se facilita, por lo que el marco de trabajo .NET soporta ya más de 20 lenguajes de programación y es posible desarrollar cualquiera de los tipos de aplicaciones soportados en la plataforma con cualquiera de ellos, lo que elimina las diferencias que existían entre lo que era posible hacer con uno u otro lenguaje.

Algunos de los lenguajes desarrollados para el marco de trabajo .NET son: C#, Visual Basic, C++, J#, Perl, Python, Fortran y Cobol.NET.



Figura 4.1. Diagrama detallado del Marco de Trabajo .NET

El CLR es el núcleo del Framework de .NET. Constituye el entorno de ejecución en el que se cargan las aplicaciones desarrolladas en los distintos lenguajes.

La herramienta de desarrollo compila el código fuente de cualquiera de los lenguajes soportados por .NET en un código intermedio (MSIL, Microsoft Intermediate Language), similar al BYTECODE de Java. Para generar dicho código el compilador se basa en el Common Language Specification (CLS) que determina las reglas necesarias para crear ese código MSIL compatible con el CLR.

Para ejecutarse se necesita un segundo paso, un compilador JIT (Just-In-Time) es el que genera el código máquina real que se ejecuta en la plataforma del cliente. De esta forma se consigue con .NET independencia de la plataforma hardware. La compilación JIT la realiza el CLR a medida que el programa invoca métodos, el código ejecutable obtenido, se almacena en la memoria caché del ordenador, siendo recompilado de nuevo sólo en el caso de producirse algún cambio en el código fuente.



Figura 4.2. Diagrama de la estructura interna del Entorno Común de Ejecución para Lenguajes (CLR por sus siglas en inglés)

La Biblioteca de Clases Base (BCL por sus siglas en inglés) maneja la mayoría de las operaciones básicas que se encuentran involucradas en el desarrollo de aplicaciones, incluyendo entre otras:

- Interacción con los dispositivos periféricos
- Manejo de datos (ADO.NET)
- Administración de memoria
- Cifrado de datos
- Transmisión y recepción de datos por distintos medios (XML, TCP/IP)
- Administración de componentes Web que corren tanto en el servidor como en el cliente (ASP.NET)
- Manejo y administración de excepciones
- Manejo del sistema de ventanas
- Herramientas de despliegue de gráficos (GDI+)
- Herramientas de seguridad e integración con la seguridad del sistema operativo
- Manejo de tipos de datos unificado
- Interacción con otras aplicaciones
- Manejo de cadenas de caracteres y expresiones regulares
- Operaciones aritméticas
- Manipulación de fechas, zonas horarias y periodos de tiempo
- Manejo de arreglos de datos y colecciones
- Manipulación de archivos de imágenes
- Aleatoriedad
- Generación de código
- Manejo de idiomas
- Auto descripción de código
- Interacción con el API Win32 o Windows API.
- Compilación de código

Esta funcionalidad se encuentra organizada por medio de espacios de nombres jerárquicos.

La Biblioteca de Clases Base se clasifica, en tres grupos clave:

- ASP.NET y Servicios Web XML
- Windows Forms
- ADO.NET

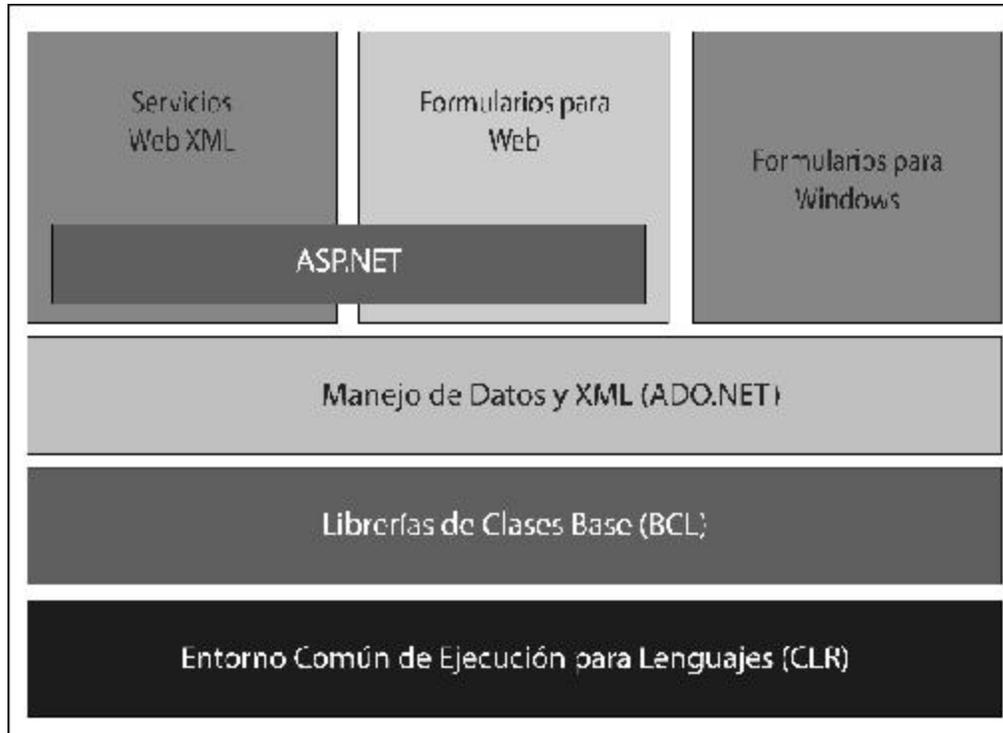


Figura 4.3.

4.3.2.3 Marco compacto de trabajo .NET

El Marco de Trabajo Compacto .NET de Microsoft es una versión del marco de trabajo .NET diseñado para correr sobre dispositivos móviles tales como PDA's y teléfonos celulares. El Marco de Trabajo Compacto .NET utiliza algunas de las mismas librerías que el marco de trabajo .NET y algunas otras librerías diseñadas específicamente para los dispositivos móviles, tales como WindowsCE InputPanel.

Es posible desarrollar aplicaciones que utilicen .NET Compact Framework en Visual Studio .NET 2003 o en Visual Studio 2005, en C# o en Visual Basic.NET. Las aplicaciones resultantes están diseñadas para correr sobre un compilador especial JIT de alto rendimiento.

Para correr las aplicaciones basadas en .NET Compact Framework, la plataforma debe soportar el ambiente de ejecución .NET Compact Framework. Algunos sistemas operativos que soportan .NET Compact Framework son Windows CE.NET, Windows CE 4.1, Microsoft Pocket PC, Microsoft Pocket PC 2002, y SmartPhone 2003. Las aplicaciones basadas en .NET Compact Framework también corren en computadoras de escritorio con el marco de trabajo .NET completo debido a que los archivos ejecutables son compatibles.

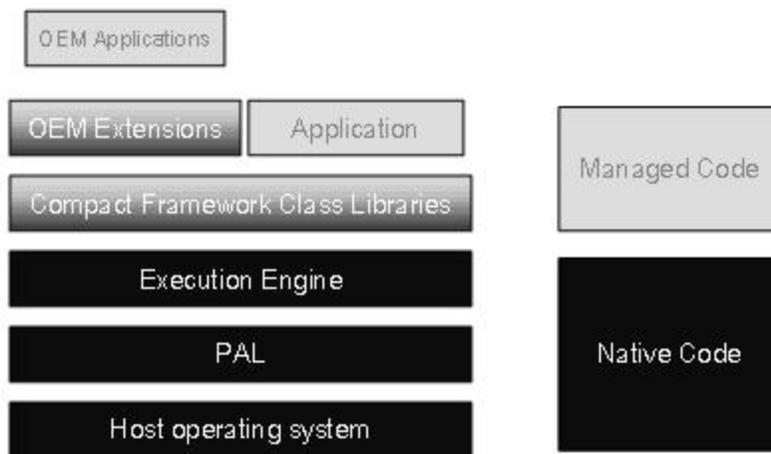


Figura 4.4. Arquitectura de clases del marco compacto de trabajo .NET de Microsoft

El marco de trabajo de .NET consiste de un conjunto de ensamblados (assemblies) que contienen cientos de tipos. Estos ensamblados de librerías de clases proporcionan acceso a la funcionalidad del sistema. El propósito de estas librerías de clases es proporcionar una estructura de espacio de nombres jerárquica. Estas clases son independientes del lenguaje. Visual Studio .NET tiene integradas completamente estas librerías de clases. El Marco de Trabajo .NET y el Marco Compacto de Trabajo .NET utilizan las mismas convenciones para los espacios de nombres.

System es el namespace raíz. El namespace *System* contiene la clase *Object* base a partir del cual se derivan todas las demás clases. Este namespace también contiene tipos para el manejo de excepciones, recolección de basura, consola I/O, tipos de datos, generadores de números aleatorios, y funciones matemáticas.

Los espacios de nombre disponibles son los siguientes:

- Console – Responsable de escribir la salida (a consolas)
- System.Windows.Forms – Para la creación de interfaces de usuario.
- System.Drawing – Responsable de la construcción de formas que contienen botones para la interacción con el usuario y para crear gráficos.
- System.Text – Responsable del manejo avanzado de cadenas.
- System.Collections – Responsable de mantener colecciones de datos.
- System.IO – Responsable de la lectura y escritura de archivos.
- System.Net – Responsable de la transmisión de datos sobre una red.
- System.Net.Sockets – Responsable de la transmisión de datos sobre una red.
- System.Runtime.Serialization – Responsable de la persistencia de objetos para su almacenamiento.
- System.Runtime.Remoting.Channels – Responsable de invocar objetos remotos y construir Servicios Web XML.
- System.Web.Services.Channels – Responsable de invocar objetos remotos y construir Servicios Web XML.
- System.Threading – Responsable de habilitar programación multihilos.
- System.Data – Responsable de proporcionar objetos base y tipos para ADO.NET.
- System.Xml – Responsable de proporcionar soporte Xml.
- System.Reflection – Responsable de permitir al usuario examinar meta datos.
- System.Security – Responsable de la estructura subyacente del sistema de seguridad del entorno de ejecución común de lenguajes, incluyendo clases base para permisos.

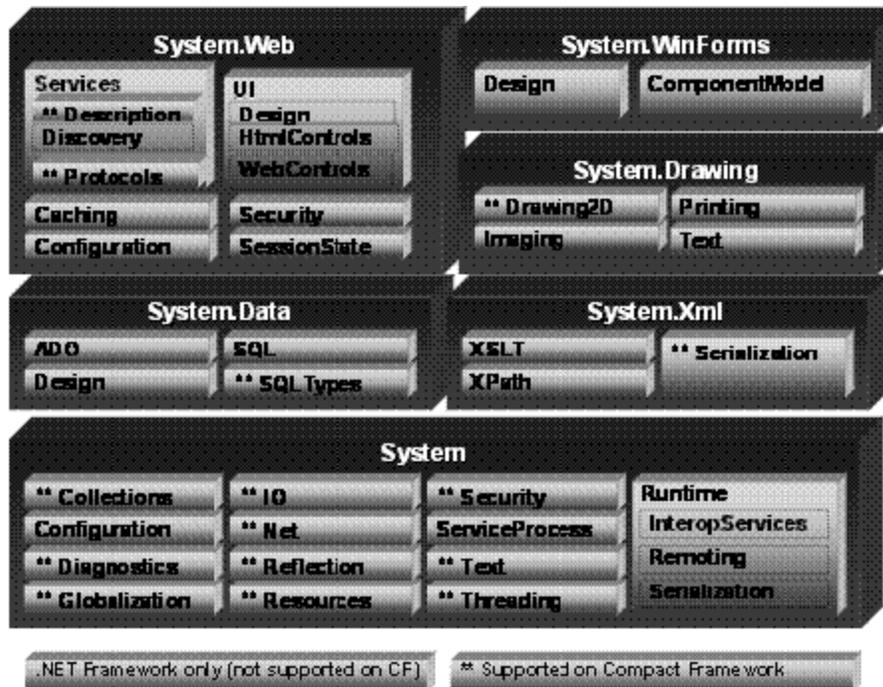


Figura 4.5. Comparación de espacios de nombre soportados por .NET Framework y .NET Compact Framework

Los tipos que ofrecen los espacios de nombre en el marco compacto de trabajo .NET ofrecen la siguiente funcionalidad:

- .NET Compact Framework soporta 28 de los 35 controles de escritorio. Estos controles están adaptados para los requerimientos de tamaño y rendimiento en el marco compacto de trabajo.
- .NET Compact Framework no soporta todas las propiedades, métodos, y eventos de los controles.
- .NET Compact Framework soporta el mismo mecanismo de acceso de la API Win32 que .NET Framework, pero tiene una capa de marshalling de datos simplificada.
- No es posible acceder a objetos COM vía COM Interop.
- No soporta OLE DB Wrapper.
- El Marco Compacto de Trabajo incluye API's que permiten a las aplicaciones enviar y recibir información sobre el puerto IR. Esta característica no está presente en el Marco de Trabajo .NET completo.
- Debido a consideraciones de rendimiento, el Marco Compacto de Trabajo .NET no soporta la serialización binaria utilizando BinaryFormatter, o la serialización SOAP usando SoapFormatter. Sin embargo, soporta la serialización para la transmisión de datos de objetos usando SOAP y Web Services XML.
- Las aplicaciones del Marco Compacto de Trabajo .NET pueden invocar servicios web, pero no pueden proporcionarlos debido a que no cuentan con un servidor web.
- Se tiene un soporte limitado de XML. Las aplicaciones del Marco Compacto de Trabajo .NET tienen soporte completo para lectura y escritura de XML, sin embargo, no soportan XSLT o XPATH, debido a que consumen muchos recursos.
- El Marco Compacto de Trabajo .NET no soporta la priorización de threads.

4.3.2.4 Desarrollo en Visual Studio

Visual Studio es un conjunto completo de herramientas de desarrollo para la construcción de aplicaciones Web ASP.NET, Servicios Web XML, aplicaciones de escritorio, y aplicaciones móviles. Visual Basic, Visual C++, Visual C#, y Visual J# utilizan el mismo entorno de desarrollo (IDE), lo que permite compartir herramientas y facilita la creación de soluciones con varios lenguajes. Además, todos estos lenguajes proporcionan la funcionalidad del Marco de Trabajo .NET, lo que permite tener acceso a tecnologías clave que simplifican el desarrollo de aplicaciones Web ASP y Servicios Web XML.

El ambiente integrado de Visual Studio incluye herramientas enfocadas a dispositivos como PDA's y Smartphones. En este contexto, entre las características más sobresalientes se encuentran herramientas de Visual C++ y ambientes de ejecución de dispositivos nativos, diseñadores administrados que proporcionan capacidades WYSIWYG mejoradas específicas de la plataforma y soporte de factores de forma múltiple, un nuevo emulador, herramientas de manipulación de datos similares a la versión de escritorio.

Visual Studio 2005 ofrece un soporte integrado para el desarrollo de software que se ejecuta en dispositivos inteligentes basados en Windows CE tales como las Pocket PCs y los Smartphones. Se puede utilizar Visual C# o Visual Basic para escribir aplicaciones administradas que se ejecutan en el Marco de Trabajo .NET, o se pueden escribir aplicaciones nativas que utilizan Visual C++. Se usa el mismo editor y el mismo depurador que se utiliza para el desarrollo de aplicaciones de escritorio. La diferencia radica en que se selecciona una de las plantillas de Proyecto de Dispositivo Inteligente disponibles para el lenguaje en el que se trabaje.

Visual Studio también proporciona emuladores que permiten correr y depurar código en la computadora de desarrollo, y herramientas que simplifican el proceso de empaquetamiento de la aplicación y sus recursos en archivos CAB para su instalación en los dispositivos del usuario final.

Aunque se utiliza el mismo ambiente en el desarrollo de aplicaciones de escritorio, existen algunas diferencias al momento de desarrollar aplicaciones para dispositivos:

- El ambiente Visual Studio proporciona herramientas adicionales para conectarse y depurar sobre un dispositivo.
- Aparte de la elección de una plantilla y un tipo de proyecto cuando se crea un proyecto, se tiene que seleccionar un dispositivo sobre el cual ejecutar y depurar la aplicación. El dispositivo puede ser ya sea un dispositivo físico conectado a la computadora de desarrollo, un dispositivo en red, o un emulador del dispositivo que se ejecute en la computadora de desarrollo.
- El número de clases puede diferir de las que están disponibles para el desarrollo de aplicaciones de escritorio. En proyectos administrados que utilizan el Marco Compacto de Trabajo .NET, se tiene disponible un menor número de clases para dispositivos, y el complemento de clases generalmente difiere entre plataformas. Lo mismo es válido para proyectos nativos, donde solo un subconjunto de las API's de Windows, clases MFC, o componentes ATL está disponible. Se puede determinar las clases que están disponibles leyendo la documentación, mediante IntelliSense, o usando el Explorador de Objetos de Visual Studio mientras el proyecto está activo.
- Al igual que en las aplicaciones de escritorio, se puede acceder al código nativo usando *platform invoke*. El Marco Compacto de Trabajo .NET proporciona soporte limitado para COM interop. No soporta la creación de objetos COM en código administrado o la interacción con controles ActiveX.
- Algunos elementos del lenguaje pueden diferir; por ejemplo, no todas las palabras clave de Visual Basic utilizadas para el desarrollo de aplicaciones de escritorio son soportadas.
- Algunos snippets de código proporcionados en la documentación de Visual Studio para proyectos de escritorio puede generar errores de construcción en proyectos de dispositivos.

- Existen consideraciones de diseño, tales como el factor de forma del dispositivo, el consumo de energía, restricciones de memoria, y otros detalles, que no son factores de consideración en el desarrollo de aplicaciones de escritorio.

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN

5.1 Infraestructura Actual

5.1.1 RedUNAM

El edificio Valdés Vallejo forma parte de RedUNAM. RedUNAM está compuesta por un conjunto de redes locales que tienen una administración propia, pero al estar conectadas a toda la red sus encargados y usuarios deben acatar disposiciones establecidas por la Dirección de Telecomunicaciones con representación por parte del NICunam, lo que representa un esquema de administración jerárquica. El Centro de Información de RedUNAM (NICunam) se encarga de proporcionar servicios de: Asignación de Direcciones IP, Asignación de Dominios y Servicios de Nombres a las dependencias e instituciones conectadas a RedUNAM. El NOC (Network Operation Center) o Centro de Operación de RedUNAM, es el encargado de mantener funcionando de manera eficiente la interconexión de las redes locales, los enlaces de área amplia y la columna vertebral o backbone de la red universitaria.

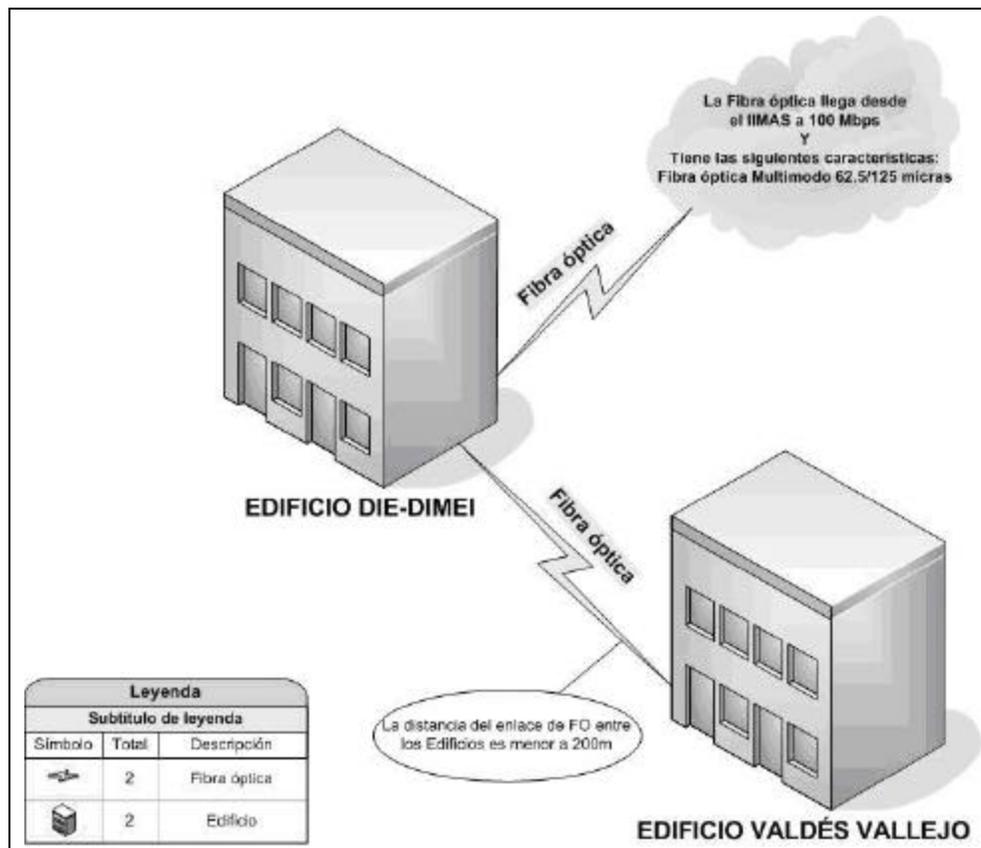


Figura 5.1 Enlace entre el edificio Valdés Vallejo y el IIMAS. Ambos forman parte de RedUNAM.

En la figura 5.1 se muestra parte de RedUNAM. Se muestran el edificio Valdés Vallejo, la DIE, y el enlace entre el Valdés Vallejo y el IMASS. Entre el IMASS y DGSCA existe otra conexión de fibra óptica, y de DGSCA sale a Internet ya sea con IPv4 mediante proveedores como Telmex y Avantel, o con IPv6 mediante CUDI.

CUDI es el acrónimo de la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, es una asociación civil integrada por las universidades del país, de carácter privado, sin fines de lucro,

que fue fundada en abril de 1999. Su misión es promover y coordinar el desarrollo de una red de telecomunicaciones de la más avanzada tecnología y amplia capacidad, enfocada al desarrollo científico y educativo de México. CUDI es el organismo que maneja el proyecto de la red Internet 2 en México y busca impulsar el desarrollo de aplicaciones que utilicen esta red, fomentando la colaboración en proyectos de investigación y educación entre sus miembros.

5.1.2 Red de Cómputo del Edificio Luís G. Valdés Vallejo.

En la figura 5.2 se muestra la infraestructura de red existente en el edificio Luis G. Valdés Vallejo. El edificio consta de 21 switches. Se tienen 5 equipos Cisco, el 3508 tienen un enlace sobre fibra óptica a 1 GB con la DIE. El 3508 está conectado con dos Cisco 3550 S24T en el primero y segundo piso, y con dos Cisco 3550 S48T en los pisos tercero y cuarto. El cableado vertical es fibra óptica multimodo 62.5/125 operando a 100 Mbps. Dentro de cada piso los switches se conectan entre sí con fibra óptica de las mismas características operando a 10Mbps.

El monitoreo de la red únicamente se realiza sobre los equipos Cisco. La información de los switches que están conectados a los cisco no se procesa, pero esto no es necesario ya que en los logs sale información por interfaz y toda la información pasa por los switches cisco. El tráfico al igual que los logs únicamente se monitorea sobre los equipos Cisco. En general no se presentan problemas de saturación, algunas interfaces presentan cierto nivel de tráfico, pero corresponden a hubs sobre los que el administrador de red no tiene control. El segundo piso es el que tiene mayor nivel de tráfico por los laboratorios de cómputo que se encuentran ahí, sin embargo el nivel de tráfico en los equipos Cisco es bajo. Los dos access point que se manejan en el edificio Valdés Vallejo son 802.11g a 54 Mbps y no presentan problemas de tráfico.

El tipo de información que se maneja son datos principalmente. En el departamento de Telecomunicaciones se utiliza videoconferencia para las clases de maestría. La priorización que se maneja es la misma para datos como video, hasta el momento no hay problemas de saturación de red. Las clases de maestría son de 7 a 11 am.

Se manejan 8 servicios:

- Servicio de Base de Datos,
- Servicio Web,
- Servicio FTP,
- Servicio de Correo,
- Servicio Inalámbrico,
- Servicio de archivos,
- Servicio de impresión, y
- Servicio de sesión remota.

La administración de usuarios no se encuentra centralizada, se realiza por servicio. En cuanto a la seguridad, cada laboratorio maneja NAT o DMZ. También se tienen firewalls, que pueden ser personales o bien estar atrás del servidor.

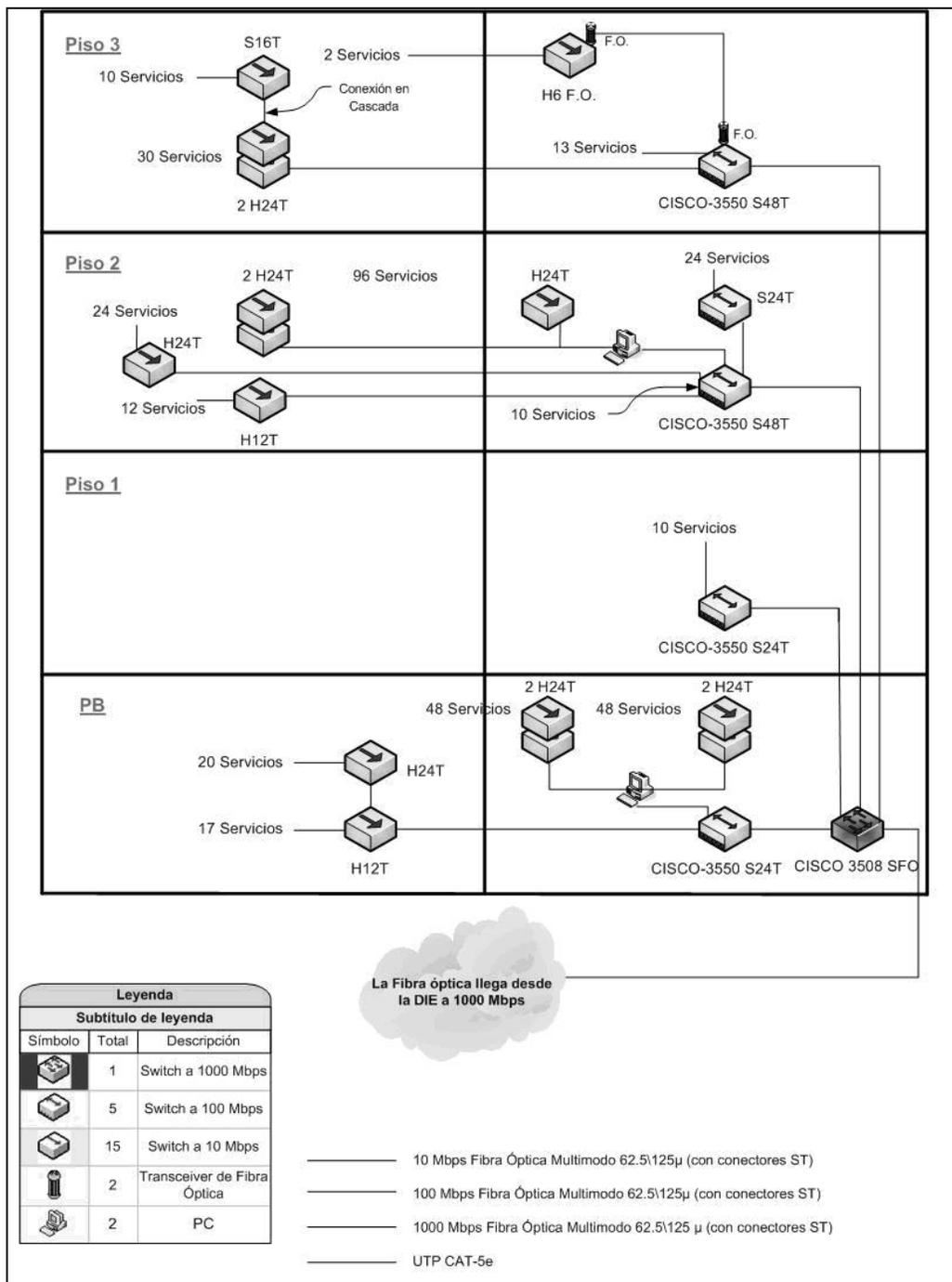


Figura 5.2. Red de cómputo de la facultad de ingeniería. Edificio Luis G. Valdés Vallejo

	Tráfico Máximo Entrante	Tráfico Máximo Saliente	Tráfico Promedio Entrante	Tráfico Promedio Saliente
Edificio Luis G. Valdés Vallejo	1024.7 MB/s	1025.0 MB/s	267.7 MB/s	694.3 MB/s
Planta Baja	1024.5 MB/s	1024.8 MB/s	545.0 MB/s	611.0 MB/s
Primer Piso	1011.1 MB/s	1024.8 MB/s	162.6 MB/s	325.8 MB/s
Segundo Piso	1025.0 MB/s	4295.0 MB/s	458.6 MB/s	518.7 MB/s

Tabla 5.1 Nivel de tráfico anual en el edificio Luis G. Valdés Vallejo

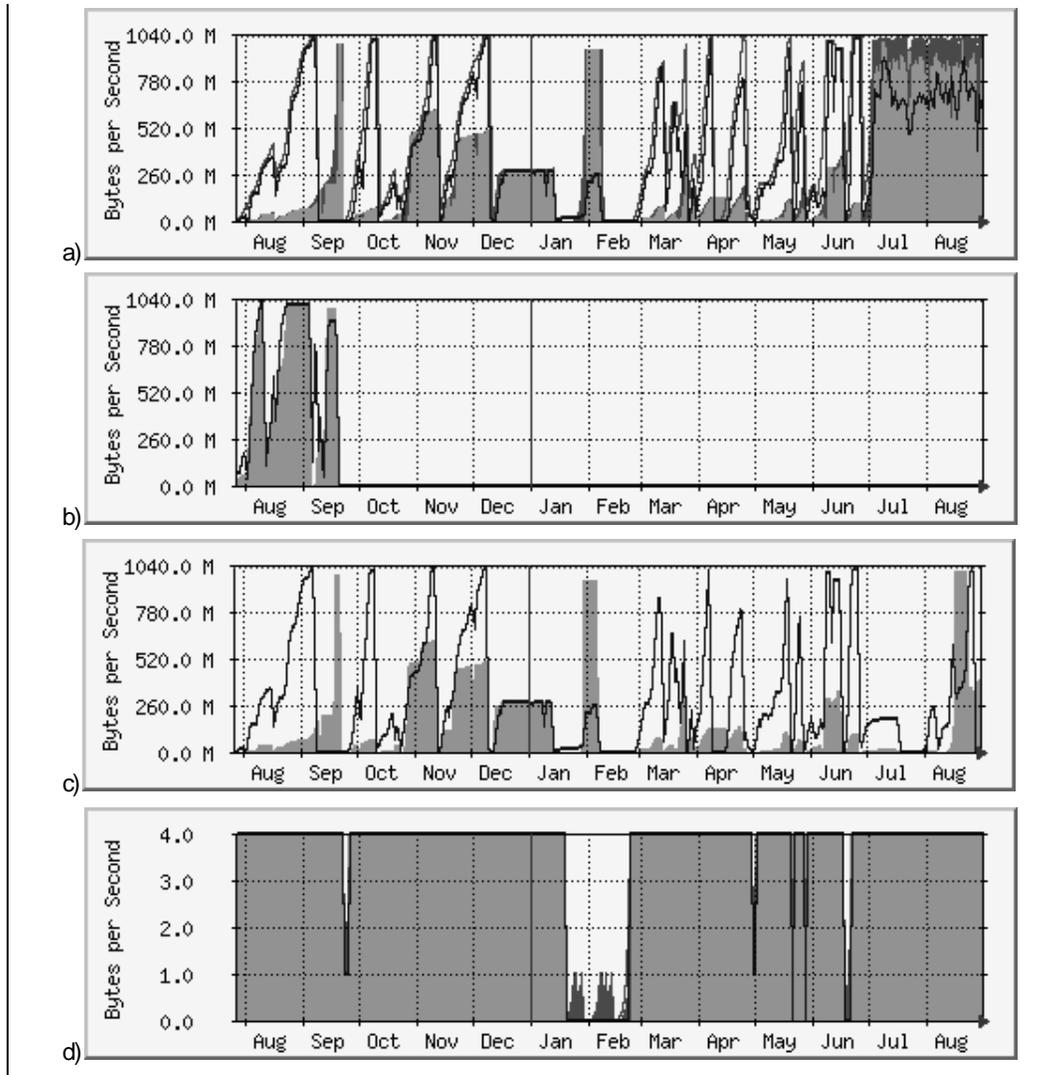


Figura 5.3 a) Tráfico anual del edificio Luis G. Valdés Vallejo. b) Tráfico anual de la planta baja. c) Tráfico anual del primer piso. d) Tráfico anual del segundo piso

5.1.3 Red Inalámbrica del Edificio Luis G. Valdés Vallejo

En la planta baja del edificio se encuentra un Punto de Acceso 3Com 8750. El AP se encuentra conectado al switch cisco de la planta baja a través del cual tiene salida a Internet. El switch soporta WiFi 802.11a,b y g, ofrece una capacidad de 54Mbps, y asignación dinámica de

canales, de tal manera que se elige el que se encuentre menos transitado. Las características técnicas del punto de acceso se muestran en la tabla 5.2.

Características técnicas del AP	
Usuarios soportados	Hasta 253 usuarios simultáneos
Estándares	IEEE 802.11a, IEEE 802.11g
Velocidades de datos	802.11a: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6Mbps 802.11g: 54, 48, 36, 24, 18, 11, 9, 5.5, 2, 1 Mbps
Banda de frecuencias	802.11a: 5GHz. 802.11g: 2.4GHz
Alcance operativo	802.11a: hasta 50 metros (164 pies) de transmisión y recepción. 802.11g: hasta 100 metros (328 pies) de transmisión y recepción
Configuraciones de potencia de transmisión	802.11a: 17 dBm en banda baja dependiendo de la velocidad en bits; 20dBm en banda media dependiendo de la velocidad en bits; 802.11g: 17 dBm dependiendo de la velocidad en bits
Consumo	2W de media, 11,2W máximo
Sensibilidad de recepción	802.11a: 6 Mbps: -84 dBm, +/- 2 dBm (dependiendo de la banda) 12 Mbps: -82 dBm 36 Mbps: -73 dBm 54 Mbps: -66 dBm 802.11g: 1 Mbps: -96 dBm 2 Mbps: -94 dBm 5.5 Mbps: -92 dBm 11 Mbps: -88 dBm 12 Mbps: -86 dBm 24 Mbps: -85 dBm 36 Mbps: -80 dBm 54 Mbps: -73 dBm
Seguridad	Encriptación WEP de 40/64 y 128/154 bits; encriptación WPA AES de 256 bits, encriptación Dynamic Security Link de 128 bits; 802.11x con autenticación de servidor RADIUS; autenticación EAP -MD5, EAP -TLS, EAP -TTLS y PEAP; ESSID broadcast control, autenticación MAC local; listas de control de acceso a servidores, administración de Sesiones Dinámicas de Claves y TKIP, asignación dinámica VLAN, filtración cliente a cliente y uplink
Rendimiento	Clear Channel Select, conexión automática a la red, cambios dinámicos de velocidad
Gestión de red	Herramienta para "Site survey", Wireless Infrastructure Device Manager, Wireless LAN Discovery Tool, 3NS, SNMP
Alcance de operación ambiental	Temperatura de operación: 0°C a 40°C (32°F a 105°F); Humedad: 5-95% no-condensación
Dimensiones	Alto: 32 cm (12.5 pulgadas) Ancho: 20 cm (8.1 pulgadas) Profundidad: 7 cm (2.8 pulgadas)

Tabla 5.2 Características técnicas del Access Point ubicado en la planta baja del edificio Luis G. Valdés Vallejo

5.2 Propuesta

El objetivo de la tesis es elaborar una propuesta de VoIP que aproveche la infraestructura inalámbrica que existe en el edificio Luis G. Valdés Vallejo para mantener comunicado al personal académico dentro de las instalaciones del edificio a través de PDA's con soporte de WiFi. Uno de los criterios fundamentales para la elaboración de este documento fue el aprovechamiento del equipo existente, tanto la infraestructura de red como los dispositivos PDA con los que se cuenta en el laboratorio Microsoft. El costo también es un factor que se considero para hacer una propuesta viable, pero aun cuando se buscaron soluciones económicas se trato de mantener un nivel aceptable de calidad en la solución propuesta .

La propuesta se divide en elementos de software y de hardware. En ambos apartados se hace un análisis de las opciones que se consideraron y se establecen los criterios por los cuales se optó por la solución presentada. En el apartado de Consideraciones de Ancho de Banda se hace un análisis de la capacidad de la propuesta y el nivel de usuarios que se espera se pueden atender simultáneamente manteniendo una calidad de servicio aceptable.

5.2.1 Elementos de Software

El softphone es el elemento de software básico dentro de la propuesta. Se analizaron tres opciones existentes en el mercado: Skype, SJphone, y AGEPhone. A continuación se hace un análisis de cada uno de estos. Los elementos a valorar para cada uno de estos programas son el sistema operativo, características de procesador y memoria que requieren, así como la infraestructura necesaria para su operación. Otro elemento que se debe considerar es el codec utilizado para la codificación de la señal de voz y el estándar de VoIP que utilizan, SIP o H.323.

5.2.1.1 Skype

Skype es una red de telefonía peer to peer sobre Internet. Los protocolos que utiliza Skype son propietarios por lo que no se tiene conocimiento del protocolo que utilizan para la codificación ni para el establecimiento y la administración de la sesión. Skype es multiplataforma y de licencia libre. Recientemente lanzaron al mercado una versión de softphone para pocket pc.

Los requerimientos que debe cumplir la PDA para soportar Skype son los siguientes:

- Windows Mobile 2003 o Windows Mobile 5.0.
- Procesador de 312 MHz o superior.
- Conexión a Internet inalámbrico de alta velocidad por WiFi o 3G.

La última versión estable de Skype para Pocket PC es la 2.0, la versión actual de prueba es la 2.1. Debido a que Skype no proporciona información sobre el codec que utiliza no se puede realizar una estimación del ancho de banda necesario ni de la capacidad de usuarios que tendría la infraestructura del edificio Luis G. Valdés Vallejo en dado caso que se utilizara Skype como softphone.

En pruebas realizadas en el edificio con equipos iPAQ de la serie 4100 y 5500 se encontró que la calidad de la señal de voz es buena en la planta baja y en el primer piso. El softphone de Skype presenta dos inconvenientes importantes. El primero es que únicamente se puede utilizar la red de Skype con el softphone. El segundo requisito tiene que ver con el primero y radica en que se requiere estar conectado a Internet para realizar llamadas mediante Skype, lo cual impide que se implante una solución que conste únicamente de una WLAN sin salida a Internet.

5.2.1.2 SJphone

SJphone es un softphone distribuido por SJLabs. El giro de esta compañía esta enfocado a la comercialización de softphones para proveedores de servicios de Voz sobre IP, por lo que permite configurar el programa para operar en redes SIP o H.323. SJLabs proporciona una versión básica gratuita multiplataforma que esta disponible para la Pocket PC. La versión estable actual para Pocket PC es la v.1.60.303c. SJphone para Pocket PC requiere PocketPC 2002/2003/2003SE, Windows CE.NET 4.0/4.2/5.0, o Windows Mobile 5.0. SJphone esta optimizado para operar sobre procesadores Intel XScale con capacidad WiFi.

La versión para Pocket PC soporta los codecs GSM 6.10, G.711 A, y G.711 U. Los tres codecs trabajan a una tasa de 64 kbps. La cantidad de bits de encabezado de los protocolos RTP, UDP, e IP es de 340 bits. Considerando el un tiempo de paquete de 20ms, la frecuencia de paquete es de 50, por lo que la tasa de transmisión requerida para el envío de la información de encabezado es de 16 kbps. Por lo que un canal de comunicación requiere 80 kbps.

SJphone permite crear perfiles para operar sobre redes SIP y H.323. Se pueden configurar perfiles de proveedores de servicios de VoIP como FWD y Vonage.

SJphone permite la comunicación entre clientes SJphone sin necesidad de estar conectados a una red SIP o H.323, de esta manera es posible establecer comunicación entre dos clientes dentro de una WLAN o una LAN sin salida a Internet. Dentro del edificio Luis G. Valdés Vallejo se pueden utilizar dos access point conectados a un switch y aislar esta red del resto de la infraestructura para evitar problemas de saturación y retrasos o pérdida de paquetes.

5.2.1.3 AGEPhone

El software de AGEPhone es un softphone que opera sobre redes SIP. Es distribuido por Ageet Technologies. Al igual que SJLabs, el giro de Ageet esta orientado al abastecimiento de softphones para proveedores de VoIP, por lo que AGEPhone puede operar en diferentes proveedores de VoIP, aunque a diferencia de SJphone, únicamente opera sobre redes SIP.

AGEPhone opera sobre dispositivos PocketPC con el sistema operativo Windows Mobile 2003 o Windows Mobile 5.0. Ageet ofrece una versión demo gratuita para probar AGEPhone. Esta versión tiene el inconveniente que las llamadas están restringidas a un minuto.

5.2.1.4 Comparación de software de VoIP

Programa	Sistemas Operativos	Programa Fuente y Licencia	Seguridad	Otras Capacidades
AGEphone	MS Windows XP/2000, Pocket PC, Win Mobile 5.0	Propietario / Cerrada	Encriptación de la contraseña	Recording, Correo de Voz, Múltiples Servicios en seguida, Soporta Outlook, Call Forwarding
SJphone	MS Windows, Mac, Linux, Pocket PC, Win Mobile 5.0	Propietario		Conferencia, Video, Presencia, Charla (Chat) y más
Skype	MS Windows XP/2000, Mac OS X, Linux, Pocket PC, Win Mobile 5.0	Propietario / Cerrada	Siempre encriptado. Vea Skype#Security para la discusión detallada.	Video, Charla (Chat), Transferencia de archivos, Correo de Voz, Skype para telefonar, telefonee a Skype

Continuación...

Protocolos / basados en / compatibles con	Mercados importantes y llaves	última versión
SIP , SDP , RTP , STUN , UPnP		- Windows 2000/XP v1.50 29/09/2006 - Pocket PC 2003 v. 1.42 18/08/2006 - Windows Mobile 5.0 Muy pronto
Ínter operable con todo software basado-estándar y servicios. Soporta: SIP/H.323 , RTP , SDP , STUN , Jabber y más.	ITSP (Internet Telephony Service Providers) y ISV	FWD version : - MS Windows XP/2000/ME/98, v.1.60.289a, 19/07/05 - Pocket PC 2003 (.exe), v.1.50.274a, 03/03/05

Protocolo P2P propietario usado en "SuperNodes" en puertos TCP 80 y 443 para engañar al cortafuegos (Firewalls).		-Windows: 2.5.0.146 -Linux: 1.3.0.53 -Mac OS X: 1.5.0.80 todas el 4/10/06 -MS Mobile 5.0 o Pocket PC ver 2.1.0.65 5/10/06
--	--	--

5.2.1.5 Comparación de software de VoIP para conferencia

Programa	Soporta Conferencia	Soporta Conferencia, iniciándola desde la Pocket PC	Soporta Conferencia, iniciándola desde la PC
<i>AGEphone</i>	No	No	No
<i>SJphone</i>	Si	Si	No
<i>Skype</i>	Si	No	Si

5.2.1.6 Características principales del SJphone

De acuerdo a las tablas anteriores, las características del programas y el perfil del proyecto. El programa que más de adecua a nuestras necesidades es el "SJphone" de la compañía SJ Labs, Inc.

El programa de Sjphone, tiene tres versiones o paquetes: La versión básica, la versión estándar y la versión rembranded.

Aunque estas dos ultimas versiones son muy parecidas.

Así que la versión básica, es la versión gratis sin caducidad. Y las otras dos versiones, tienen un costo por licencia; pero la diferencia primordial está en que contiene algunos extras.

Por lo tanto, nuestro estudio se baso en la versión básica del SJphone.

La Versión Básica, es una opción perfecta para los proveedores de servicio de tamaño pequeños y mediados. Se proporciona con su logotipo de la compañía en el arreglo superficial y solo que no requiere ninguna configuración manual del usuario final. El suscriptor apenas introduce la información de su cuenta pulsando el botón de la instalación y el softphone está listo para llamar. La versión básica también es perfecta para integradores de sistemas y VARs que distribuyen las soluciones de comunicación integral y están interesados en agregar el softphone en su oferta.

A continuación, se muestran unas tablas con la información más preponderante de SJphone.

Características Básicas	
Todos los S.O. importantes: MS Windows, Pocket PC, Mobile, Linux, MAC para PC y PDA	Si
Gateways, IP -PBX, SoftSwitch, Inter-operabilidad ATA	Vea la lista del vendedor
Control de la licencia con bloqueo de características y funciones	Si
Bloqueo a un perfil de servicio de un ITSP / a través de GUI	Si
Notificación de actualizaciones	Si
Uno-pulso al botón de instalación	Si
Piel del softphone	Si

SIP soporta el estándar de la industria	Si
H.323 soporta el estándar de la industria	Si
Telefonía básica {DND, Mute, Redial, Flash, 3-way calls}	Si
Audio Wizard	Si
Codecs libres de banda estrecha {G.711, GSM, iLBC}	Si
VAD	Si
Cancelación de Eco Acústico	Si
La detección automática de NAT por STUN	Si
Opciones DTM: in-band, out-of-band, INFO, 2833	Si
Suporta DNS	Si
Número de líneas	3
Libro De Dirección de XML	Si
Suporta conferencia de 3ra persona	Si
Integración de manos libres USB	Vea la lista del vendedor
Suporta QoS (Muy pronto)	Si

Características que usted puede comprar además:	
GUI personalizado	Logo y servicio al cliente solo información
Auto configuración para los Proveedores de Servicios	No
Exhibición del balance de la cuenta	No
Descubrimiento automático de la vecindad	No
Codecs de Video H.263/H.261 (muy pronto)	No
Codec audio de banda estrecha G.729	por licenciar de usuario
Codec audio de banda estrecha G.723.1	por licenciar de usuario
Codecs de Banda ancha (Speex, AMR -WB/722.2) (muy pronto)	No
3D audio (muy pronto)	No
Grabación audio (muy pronto)	No
Reducción del nivel de ruidos (muy pronto)	No
Secure Media (muy pronto)	no
Codecs de Video H.264/MPEG4 (muy pronto)	no
Telefonía de Negocios {Forward, Transfer, Hold, MWI, Voice Mail, Ad-Hoc conferencing}	no
Presencia SIMPLE e IM (muy pronto)	no
Presencia JABBER e IM (muy pronto)	no
Suporta ILS	no
Push-to-Talk (muy pronto)	no

5.2.1.7 Discusión

AGEPhone no se considera debido a que las llamadas que se realizan con la versión freeware están restringidas a un minuto. Las versiones libres de Skype y SJphone permiten realizar llamadas entre Pocket's con una duración ilimitada.

SJphone tienen la ventaja de que puede operar sin que el dispositivo tenga acceso a Internet. Esta es una ventaja importante sobre Skype porque únicamente genera tráfico interno. SJphone puede operar con proveedores de VoIP como FreeWorldDialup. En este modo se deben configurar los parámetros de conexión al servicio, y obviamente se requiere estar conectado a Internet. Sin embargo, dado que SJphone soporta los protocolos SIP y H.323, los dispositivos pueden operar en modo peer to peer, lo único que se requiere es conocer la cadena de marcado de los dispositivos que se encuentran en la red. Los clientes SJphone

difunden la información de usuario y su cadena de marcado a los demás clientes de la red de área local. De esta manera cualquier usuario que se encuentre dentro de las instalaciones del edificio Luis G. Valdés Vallejo puede ver que otros usuarios se encuentran dentro del edificio y ponerse en contacto con ellos. Existen dos configuraciones de SJphone en la página de SJLabs. La versión básica, la cual no tiene ningún proveedor de servicios de VoIP configurado por defecto, y la versión FWD, que tiene la configuración necesaria para operar con el servicio de FreeWorldDialup. Para la operación en modo peer to peer se puede utilizar la configuración básica de SJphone. También se puede utilizar la versión FWD para operar en modo peer to peer, aunque en este caso se genera tráfico de salida a Internet al momento de iniciar el softphone porque se trata de conectar al servicio.

La versión freeware de SJphone opera con los codec's G.711A, G.711U y GSM 4.10. Todos ellos requieren un ancho de banda de 80kbps para un canal de comunicación. Skype no proporciona información sobre los codec's utilizados, por lo que no se puede hacer un análisis objetivo de los requerimientos de ancho de banda ni la cantidad de usuarios que soportaría la infraestructura del edificio Luis G. Valdés Vallejo.

Otra ventaja de SJphone sobre Skype radica en que SJphone consume menos recursos de procesador. SJphone consume aproximadamente 40% del tiempo de cpu, mientras que Skype consume alrededor del 45%. En un dispositivo de capacidad limitada como la Pocket PC, el consumo de recursos es muy importante. Sobre todo porque si se opera simultáneamente con otras aplicaciones la calidad de la llamada se degrada y puede llegar a trabar la Pocket PC.

5.2.2 Elementos de Hardware

Actualmente se cuenta con un access point 3Com 802.11g en la planta baja del edificio. Este access point proporciona una cobertura aceptable en la planta baja y en el primer piso. Se registro el nivel de potencia de la señal en varias zonas del edificio Luis G. Valdés Vallejo.

El nivel de la señal es buena en la planta baja y en el primer piso. Los niveles de potenciaa variaban de acuerdo al tráfico de personas en cada una de las zonas. Se sugiere el uso de otro Access Point en el segundo piso para brindar cobertura en el segundo y tercer piso.

Dado que la solución propuesta no requiere el acceso a Internet, se sugiere utilizar un switch adicional al cual conectar los dos puntos de acceso. De esta manera no se genera tráfico adicional a la red del edificio. En dado caso de que los access point sean requeridos para otros servicios se tendría que crear una VLAN en la cual se agruparían las Pocket PCs con acceso al servicio de VoIP propuesto en esta tesis. De esta manera se segmenta el tráfico de broadcast generado por los clientes SJphone.

5.2.3 Esquema de la Propuesta de VoIP

En la Figura 5.5 se muestra gráficamente la propuesta de comunicación entre dispositivos Pocket PC mediante VoIP. En cuanto al hardware se cuenta con las Pocket PC proporcionadas por el laboratorio de Microsoft. Son los modelos HP iPAQ 4100 y 5550. Pueden utilizarse otras Pocket PC, el único requisito es que tengan una tarjeta de WiFi, y que operen con Windows Mobile 2003 o bien Windows Mobile 5.0. El softphone sugerido es SJphone para Windows CE 4.20, el cual está disponible como freeware en la página de SJLabs. Se menciona una PC dentro del hardware, pero ésta únicamente se requiere para la instalación del softphone. La PC debe tener instalado Microsoft ActiveSync. El softphone esta disponible como archivo con extensión .cab y .exe. Los archivos con extensión .cab son los ejecutables de Windows Mobile, por lo que estos se ejecutan en la Pocket. Los archivos .exe se ejecutan desde la PC, pero debemos tener conectada la Pocket mediante ActiveSync.

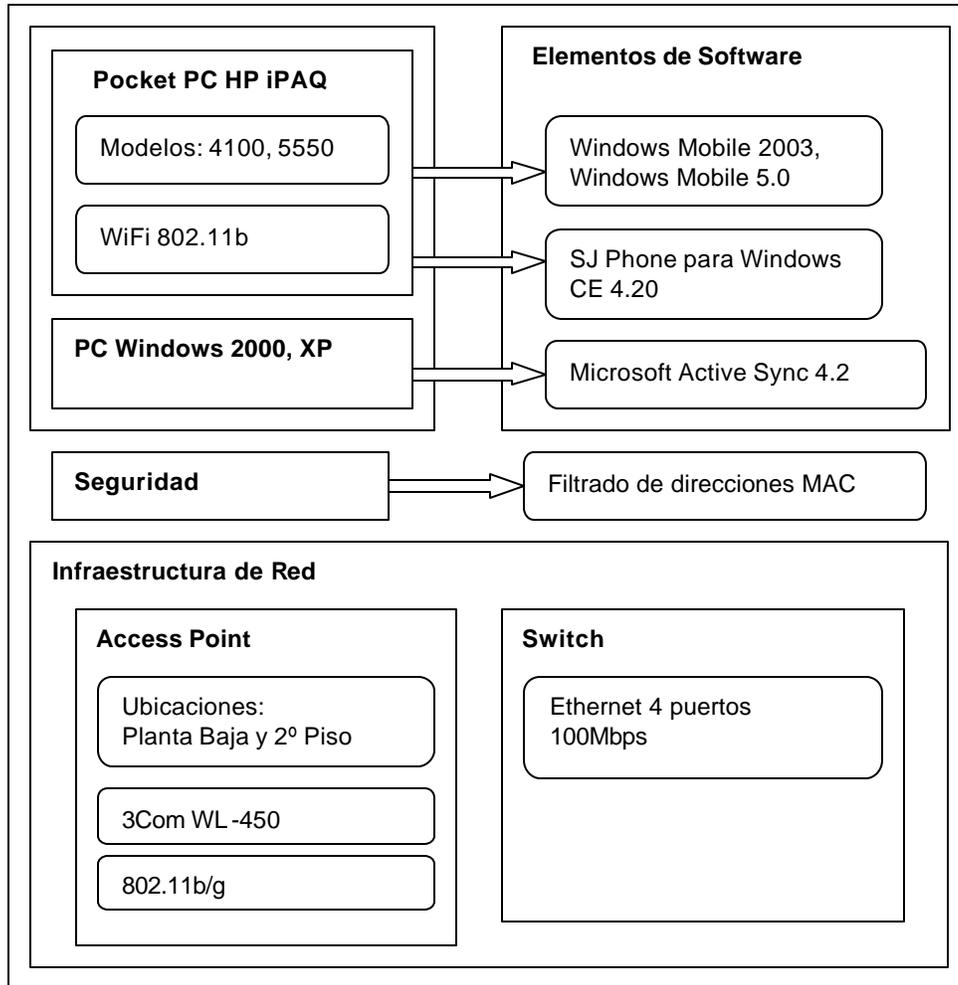


Figura 5.5 Propuesta de solución de VoIP con PocketPCs para el edificio Luis G Valdés Vallejo

Se sugiere el filtrado de direcciones MAC para seguridad. Únicamente se deben registrar las direcciones MAC para tener acceso a la Red Inalámbrica de la DIE. Este es el procedimiento que se maneja actualmente. En cuanto a la infraestructura de red, no se requiere un acceso a Internet dado que se va a utilizar la capacidad peer to peer de los protocolos SIP y H.323 y el hecho de que los clientes SJphone difunden periódicamente la información de usuario y su cadena de marcado. Se requiere instalar un access point en el segundo piso para proporcionar cobertura a los pisos 2 y 3. El switch puede utilizarse para construir una WLAN aislada o bien puede crearse una VLAN que agrupe los Pocket PC que van a utilizar el servicio de VoIP.

5.3 Relación de la propuesta de solución con el modelo OSI

La propuesta de VoIP para el edificio Luis G. Valdés Vallejo involucra diferentes protocolos y herramientas para el transporte de voz en una red de datos. Para tener una comprensión clara de la funcionalidad de los elementos involucrados se debe comprender en que capa del modelo de referencia OSI residen estas herramientas y protocolos y como interactúan con las otras capas. Cuando se encapsula la voz en paquetes IP se crean encabezados adicionales para transportar información específica de la voz. Estos encabezados pueden crear un consumo adicional significativo de ancho de banda en la LAN del edificio. Por lo que es importante realizar una consideración adecuada sobre el impacto de una solución de VoIP en la infraestructura existente.

Tradicionalmente, el tráfico de voz se realiza en un ambiente orientado a conexión. En una red IP, que es una red no orientada a conexión, se requiere un conjunto de modificaciones a la pila de protocolos para poder transportar tráfico de voz. En la figura 5.6 se mapean los diferentes componentes y protocolos de la solución de VoIP para el Valdés Vallejo con el modelo de referencia OSI.

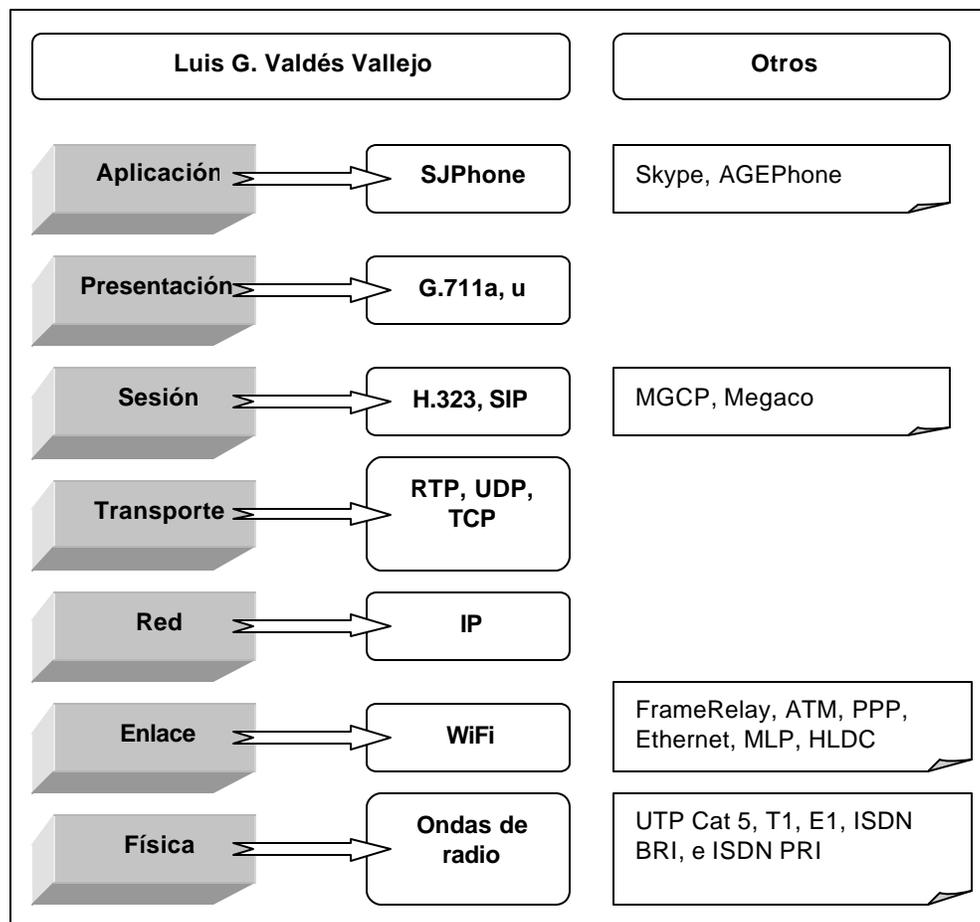


Figura 5.6 Relación del Modelo de Referencia OSI y la Propuesta de Solución para el edificio Luis G. Valdés Vallejo

SJphone proporciona la interfaz a través de la cual los usuarios envían la señal de voz. SJphone convierte y comprime la voz antes de mandarla a través de la red. Los Codecs definen como es comprimida la voz. Los usuarios pueden configurar que CODEC utilizar o negociar el CODEC de acuerdo al que esté disponible.

Los componentes VoIP que residen en la capa de sesión son los métodos de señalización. La señalización permite generar e intercambiar información de control para establecer, monitorear, y liberar conexiones entre dos puntos terminales. VoIP presenta diferentes opciones para la señalización, incluyendo H.323, el *Session Initiation Protocol* (SIP), Megaco/H.248, y *Media Gateway Control Protocol* (MGCP). Los protocolos de señalización son clasificados como arquitecturas peer-to-peer o arquitecturas cliente – servidor. SIP y H.323 son ejemplos de protocolos de señalización peer-to-peer, en los cuales los dispositivos terminales contienen la inteligencia para iniciar y terminar llamadas e interpretar mensajes de control de llamada. H.323 y SIP definen métodos de señalización extremo a extremo. Megaco/H.248 y MGCP son ejemplos de protocolos cliente – servidor en los cuales los puntos terminales o gateways no contienen inteligencia de control de llamada pero pueden enviar y recibir notificaciones de eventos al servidor.

Una constante en las implementaciones de VoIP es que la voz utiliza RTP dentro de UDP para transportar el payload de voz a través de la red. Los paquetes de voz IP pueden alcanzar su destino desordenados y sin sincronización. Los paquetes deben ser reordenados y re-sincronizados antes de reproducirlos ante el usuario. Debido a que UDP no proporciona servicios tales como números de secuencia o timestamps, RTP proporciona la funcionalidad de secuenciación.

Una vez que los paquetes de voz han sido encapsulados en la capa de transporte, están listas para su transmisión a través de una red IP. Este tráfico IP de capa de red puede ser transmitido a través de casi cualquier tecnología de enlace de datos y capa física que sean capaces de transmitir datos.

5.4 Consideraciones de Ancho de Banda

El método estándar para la transmisión de muestras de voz a través de una red IP requiere la adición de tres encabezados; uno para cada capa en el modelo de referencia OSI. Los encabezados son IP, UDP, y RTP. Un encabezado IPv4 es de 20 octetos; un encabezado UDP es de 8 octetos, y un encabezado RTP es de 12 octetos. La longitud total de la información de encabezado es de 40 octetos, o 320 bits, y estos encabezados son enviados cada vez que un paquete que contiene muestras de voz es transmitido. El ancho de banda adicional ocupado por esta información de encabezado es determinada por el número de paquetes que son mandados cada segundo.

La frecuencia de paquetes es el número de paquetes que contienen muestras de voz que son enviados cada segundo. La frecuencia de paquete es el inverso de la duración en segundos de cada muestra de voz. Por ejemplo, si las muestras de voz en un paquete representan una duración de 50 milisegundos, entonces 20 de estas muestras son requeridas cada segundo. La frecuencia de paquetes en este caso es de 20.

La selección de duración del payload es un compromiso entre los requerimientos de ancho de banda y la calidad. Los menores payloads requieren el mayor ancho de banda por canal, debido a que la longitud del encabezado permanece fija en 40 octetos. Sin embargo, si se incrementa el payload, el retraso total del sistema se incrementa, y el sistema se vuelve más sensible a la pérdida de paquetes individuales por la red.

Si un paquete transporta muestras que representan 20 milisegundos, 50 de tales muestras se requieren para transmitir cada segundo. Cada muestra transporta 320 bits de información de encabezado IP/UDP/RTP. Por ello, en cada segundo, se envían 16,000 bits de encabezado.

Como regla práctica general, se puede asumir que la información de encabezado añade 16kbps a los requerimientos de ancho de banda para voz sobre IP. Por ejemplo, si se utiliza un algoritmo de 8kbps como el G.729, el ancho de banda total requerido para transmitir cada canal de voz es de 24kbps.

Los codecs llevan a cabo la conversión de la señal digital a un flujo digital de información. Los codecs muestrean la señal analógica a intervalos regulares (125 microsegundos es un valor típico), y convierten el valor análogo medido en una representación numérica. La salida resultante comprende bloques discretos de información enviados a intervalos regulares de tiempo. Para la mayoría de los algoritmos es una suposición válida que las muestras de voz son transmitidas dentro de datagramas de 20 ms. En el caso de algoritmos que emplean periodos de muestreo mas pequeños, se pueden enviar múltiples muestras dentro de cada paquete, y las muestras pueden ser almacenadas en buffer hasta por 20ms. Sin embargo, algunos algoritmos no producen muestras que puedan ajustarse exactamente dentro de los datagramas de 20ms, y para estos algoritmos la regla práctica de los 16kbps no es válida.

La tabla 5.4 muestra las características más relevantes de algunos de los algoritmos de codificación más comunes.

Algoritmo de codificación		Ancho de banda	Muestra	Ancho de banda IP
G.711	PCM	64kbps	0.125ms	80kbps
G.723.1	ACELP	5.6kbps	30ms	16.27kbps
	MP-MLQ	6.4kbps		17.07kbps
G.726	ADPCM	32kbps	0.125ms	48kbps
G.728	LD-CELP	16kbps	0.625ms	32kbps
G.729(A)	CS-ACELP	8kbps	10ms	24kbps

Tabla 5.4 Características de los algoritmos de codificación más comunes

En la figura 5.7 se muestra la cantidad de octetos de cada protocolo involucrado en la transmisión de voz sobre IP. Se puede observar que de acuerdo con la tabla 5.5 el ancho de banda para el codec G.711 es de 64 kbps, por lo que aunado a la información de encabezado el ancho de banda IP es de 80kbps.

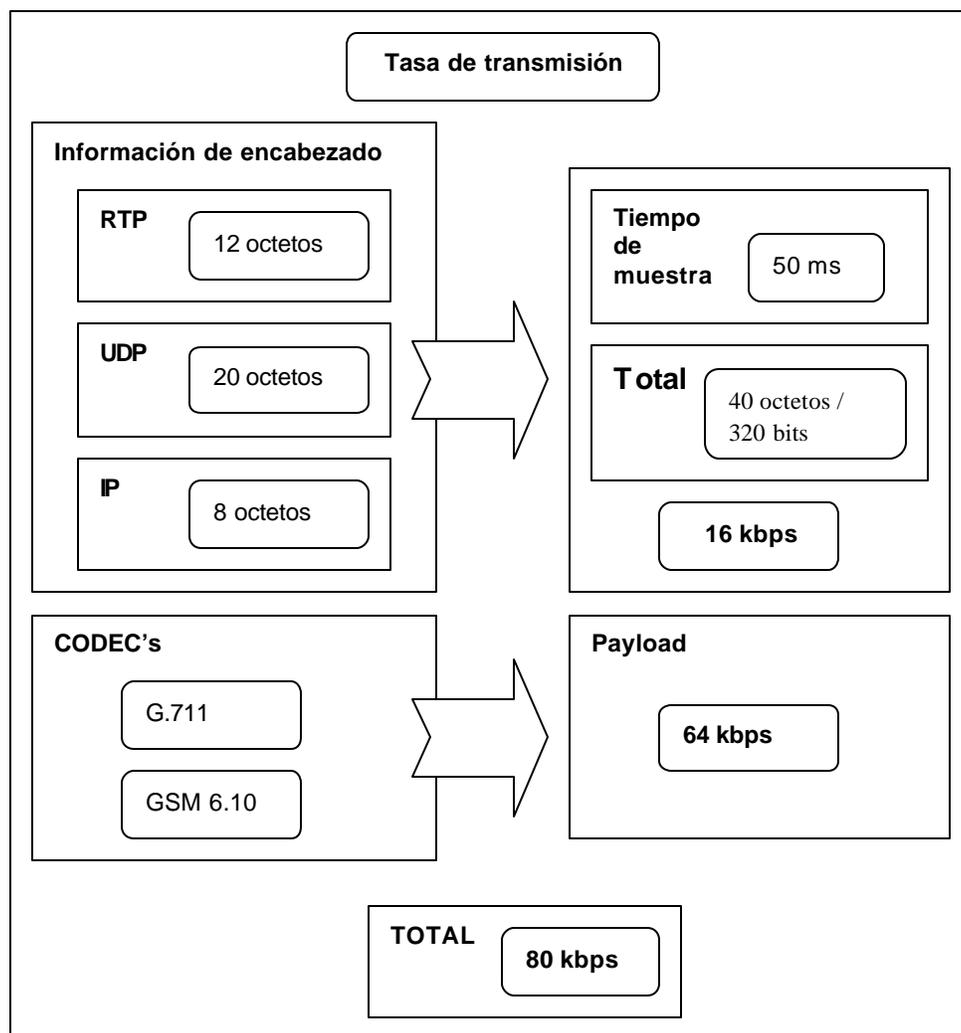


Figura 5.7 Análisis del ancho de banda requerido para un canal de comunicación en propuesta de VoIP para el edificio Luis G. Valdés Vallejo.

5.5 Procedimiento de instalación

Si no se cuenta con ActiveSync descargarlo del sitio de Microsoft de la página <http://www.microsoft.com/windowsmobile/downloads/activesync42.mspx>.

Descargar el archivo de instalación de SJphone para Windows CE 4.20 de la página <http://www.sjlab.com/sjp.html>.

Conectar la base de sincronización de la Pocket PC a la computadora. Encender la Pocket PC y colocarla en la base.

En caso de que no se haya configurado una relación de sincronización entre ActiveSync y el dispositivo aparece una pantalla como la mostrada en la figura 5.8:



Figura 5.8 Configuración del ActiveSync (paso 1).

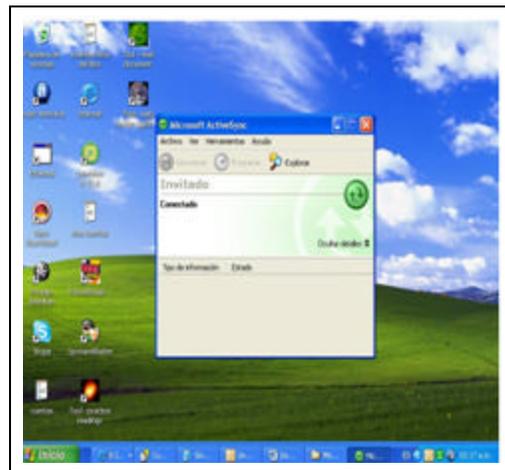


Figura 5.9 Configuración del ActiveSync (Paso 2).

Elegir Asociación como invitado y pulsar siguiente. Aparece la ventana de ActiveSync con una pantalla como la mostrada en la figura 5.9.

Ejecutar el archivo de instalación de SJphone desde la PC. El asistente de configuración pregunta la ruta en la que deseamos instalar SJphone, escribir la ruta y pulsar OK.

A continuación el asistente de instalación establece la conexión con el dispositivo y pregunta la ruta en que deseamos instalar SJphone en la PocketPC. Elegimos el directorio predeterminado.

Aparece un mensaje de comprobación. Pulsar OK para finalizar la instalación de SJphone.

5.5.1 Configuración de los contactos

SJphone permite establecer comunicación con otros clientes SJphone que se encuentren en la misma red local. Para ello cada cliente SJphone difunde periódicamente mensajes para notificar su presencia.

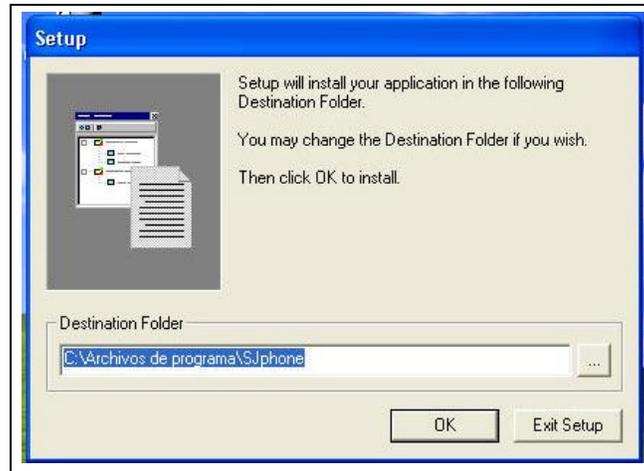


Figura 5.10 Instalación y configuración de SJphone.

Una vez instalado SJphone es necesario añadir la información de usuario para poder ser identificados por los demás usuarios de la WLAN. Para editar la información de usuario pulsar el botón de opciones en la ventana principal de SJphone como se muestra en la figura 5.11. Se abre la ventana mostrada en la figura 5.12. En la pestaña de información de usuario introducir el nombre que deseamos aparezca en los demás clientes SJphone dentro del área local.

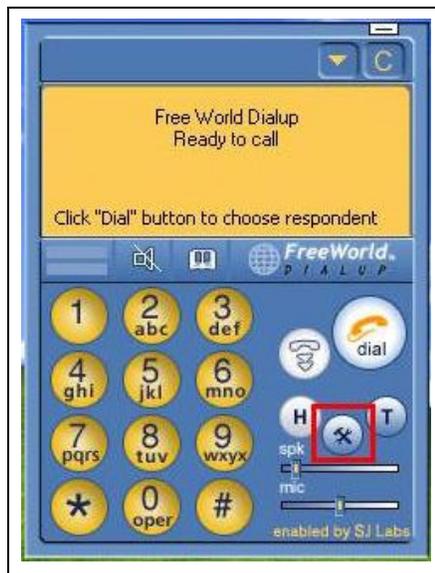


Figura 5.11 Pantalla principal de SJphone.

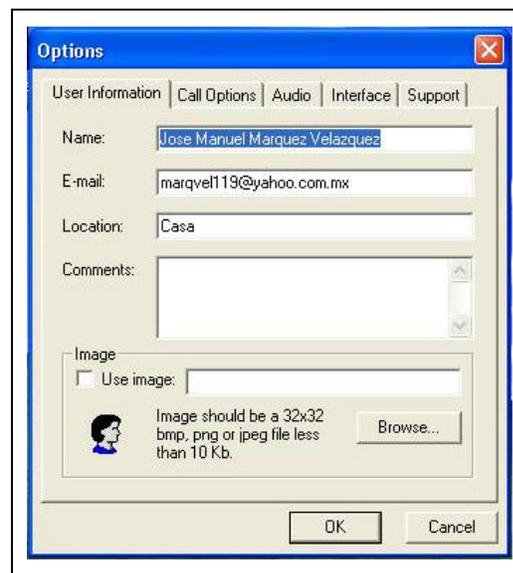


Figura 5.12 Opciones e información del usuario.

Para ver los usuarios que se encuentran disponibles dentro de la red local presionar el botón Address Book en la pantalla principal de SJphone como se muestra en la figura 5.13. Aparece la ventana que se muestra en la figura 5.14. Elegir la pestaña *Neighbors*. En esta pestaña aparece una lista con todos los usuarios que se encuentran en línea dentro de la red de área local.

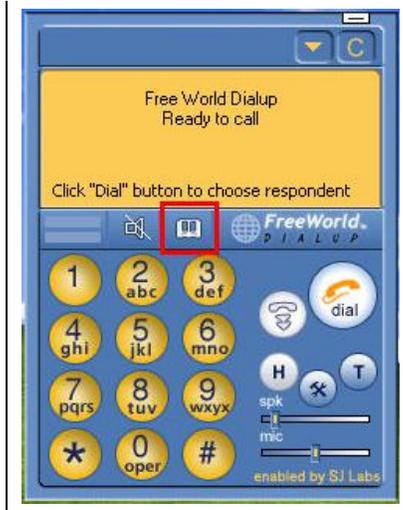


Figura 5.13 Pantalla principal de SJphone (Contactos).



Figura 5.14 La opción de Neighbors o vecinos.

Para realizar una llamada simplemente se requiere seleccionar el contacto y presionar el botón *Call*.

5.5.2 Recomendaciones de rendimiento para la IPAQ 4100 y la IPAQ 5550.

La iPAQ 4100 y la 5550 cuentan con micrófono y bocinas. Se recomienda utilizar audífonos de buena calidad para evitar la retroalimentación de la señal debido a que esta puede generar la distorsión de la señal transmitida.

También es recomendable realizar ajustes en el sistema de audio de la PocketPC con el fin de minimizar el ruido ambiental. El procedimiento es el siguiente:

- Clic en el menú *Inicio*.
- Clic en *Configuración*. En la ventana de *Configuración*, elegimos la pestaña *Sistema*. Clic en el botón de *Audio*.
- En la ventana de *Audio*, en la sección *Ambiente de micrófono* seleccionamos la opción *Grabación de corto alcance*.

Las características de ahorro de energía de la PocketPC deben configurarse para que la tarjeta WiFi siga funcionando después de un período de inactividad. Para ello es importante configurar el control de energía. El procedimiento es el siguiente:

- Clic en el menú *Inicio*.
- Clic en *Configuración*. En la ventana *Configuración*, elegimos la pestaña *Sistema*. Clic en el botón *Energía*.
- En la ventana de *Energía*, seleccionamos la pestaña *Control*. Las opciones de *Batería en uso* y *Alimentación externa en uso* deben permanecer sin seleccionar.
- En la sección *Modo de ahorro de energía WLAN*, seleccionar la opción *Extendida* para que la tarjeta permanezca funcionando después de un período de inactividad.

Es conveniente mantener el firmware de las iPAQs actualizado con el fin de obtener un buen rendimiento. Se pueden descargar las actualizaciones de las Pocket's de HP de la página <http://welcome.hp.com/country/us/en/support.html?pageDisplay=drivers>. Esto es especialmente cierto para la 5550, debido a que requiere actualizaciones para regular el consumo de energía y lograr un período de actividad de varias horas cuando se utiliza la tarjeta WiFi.

5.6 Sección de Pruebas

Se realizaron enumerables pruebas dentro y fuera de las instalaciones del Edificio Valdez Vallejo; además de un análisis de la potencia de la señal WiFi en cada uno de los pisos del mismo edificio. Otras dentro y fuera de la UNAM; así como también en diferentes redes y con diferentes proveedores de Internet a diferentes velocidades también.

Los dispositivos utilizados fueron primordialmente PDA's y una computadora. Los modelos de PDA's que utilizamos para las pruebas son: IPAQ's, marca HP-COMPAQ, modelo: h1450 y h5550. Con Sistema Operativo: Pocket PC 2003; todas las pruebas fueron inalámbricas usando tecnología WiFi.

Las pruebas más relevantes son las presentadas en este trabajo como son: Las pruebas realizadas en las instalaciones del edificio Luís G. Valdez Vallejo. Y en diferentes áreas de la UNAM para analizar la Red Inalámbrica Universitaria (RIU). Como a continuación se mencionan:

Prueba 1

SJphone: Esta es la prueba más sencilla y simple donde sólo se utilizó la red WLAN del edificio Luís G. Valdez Vallejo. En un principio, queríamos verificar si el poco tráfico que teníamos en ese segmento de la red para ver que no ocasionaría retardos y colisiones con nuestro servicio de VoIP.

Para esta prueba utilizamos el programa de la compañía SJLabs, Inc. llamado SJphone; ya que el mencionado programa, es el único de los Softphones de los cuales utilizamos capaz de tener comunicación entre dispositivos que usen el mismo softphone. Esta característica específica es el llamado Neighbors, donde como su nombre lo indica. Podemos localizar a todos los clientes que usen el mismo programa dentro de nuestra red. O sea, estén en nuestro vecindario.

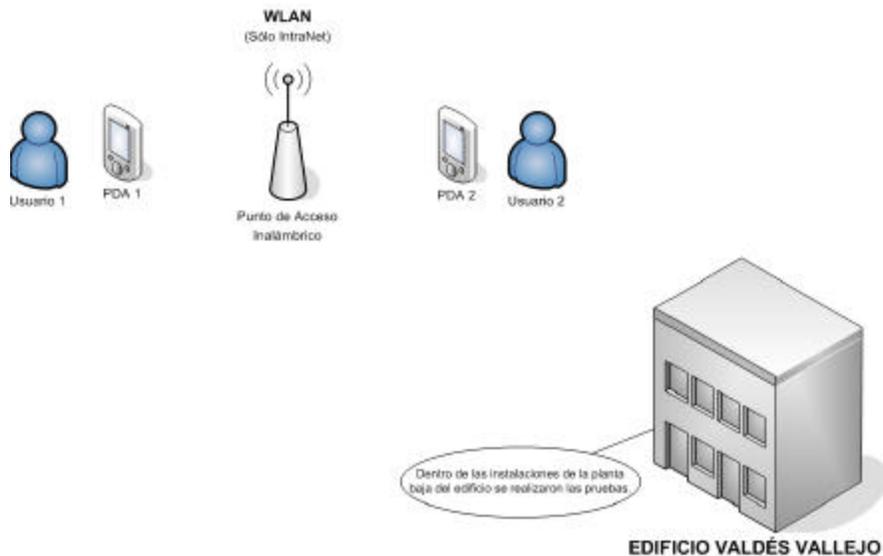


Figura 5.15 Prueba con 2 usuarios de la WLAN del Edif. Luís Valdez Vallejo.
(Prueba de Vecindario)

Los resultados fueron muy satisfactorios y con una calidad de la voz excelente. Principalmente por el codec utilizado en este tipo de prueba. Que es el Codec Microsoft CCITT G.711 A-Law, ideal para pruebas locales dentro de una red. Que por las características de compresión y el ancho de banda que utiliza; obtuvimos tan buenos resultados.

Prueba 2

SJphone: La prueba fue exactamente la misma. Pero ahora se incorporado un tercer usuario con las mismas características en su PDA. Y además de verificar la interacción entre una y otra PDA. Ahora probamos la parte de la Conferencia.

NOTA: Es importante mencionar que el programa de SJphone, menciona en sus especificaciones que se puede hacer un conferencia con 3 o más usuarios.

El único inconveniente aquí, es que al utilizar la función de conferencia la demanda de recursos y procesamiento es muy alta para un dispositivo como la PDA. Sin embargo, funciona aunque es mucho procesamiento para la iPAQ que realiza la conferencia.

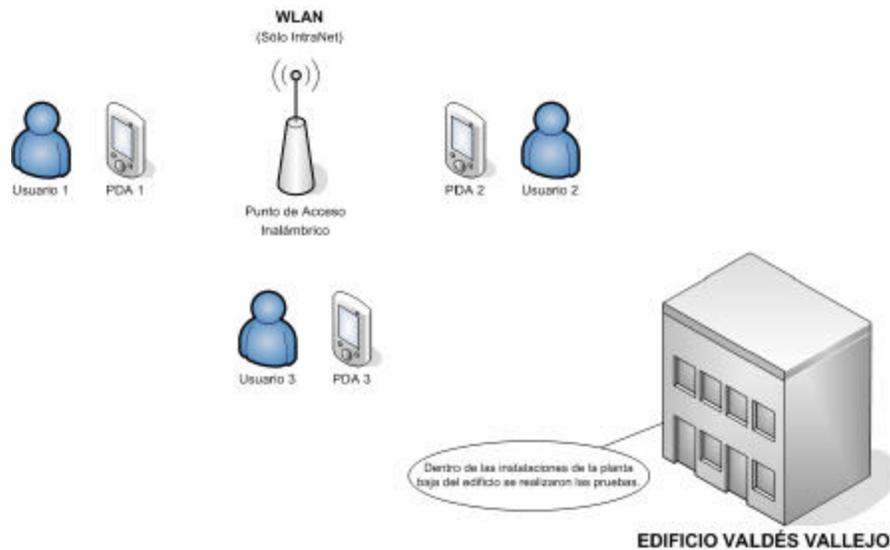


Fig. 5.16 Prueba con 3 usuarios conectados a la WLAN del Edif. Luís Valdez Vallejo.
(Prueba de Vecindario y Conferencia)

Prueba 3

SJphone: La prueba ahora fue con 4 usuarios y uno de ellos usando un Laptop. Pudimos comprobar que entre mas dispositivos se conecten a la conferencia mas carga de procesamiento demanda la PDA. Y en ocasiones hasta se cae la conexión por la carga de trabajo tan fuerte para la PDA.

Los resultados fueron relativos, y en ocasiones no muy satisfactorios debido a que el dispositivo que realiza el enlace o conferencia. No puede ejecutar ninguna otra acción que sea la misma conferencia o esta se cae y a veces se bloquea el dispositivo que hace el enlace.

NOTA: El programa de SJphone, en su versión para PDA tiene funciones avanzadas. Las cuales no cuentan la versión para PC. Sin embargo, podemos incluir a la PC en nuestra conferencia; pero no podemos hacer la conferencia a través de la PC.

Este punto es muy importante notarlo; ya esa es la principal diferencia en comparación con el programa de Skype.

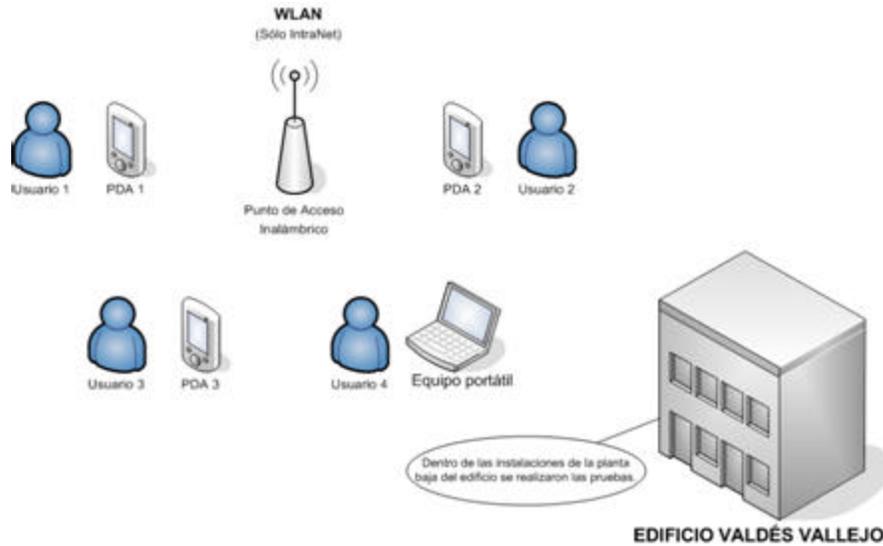


Fig. 5.17 Prueba con 4 usuarios conectados a la WLAN del Edif. Luís Valdez Vallejo. (Prueba de Vecindario y Conferencia)

Prueba 4:

SJphone & Skype: Ahora utilizamos y comparamos 2 versiones de Softphone: Skype, y la versión de SJphone para FWD. Cabe mencionar que se está utilizando y se utilizó la misma versión de SJphone; la diferencia radica primordialmente que ahora como usamos el programa a través de la Internet necesitamos usar al proveedor de servicios como en este caso Free World Dialup (FWD). Presentaron características muy similares en muchos aspectos. Y en ocasiones fueron mejores los resultados con las versiones de Skype; pero la diferencia radica en que el ISP de Skype es mucho más grande, estable, y fuerte. En comparación con el servicio de FWD.

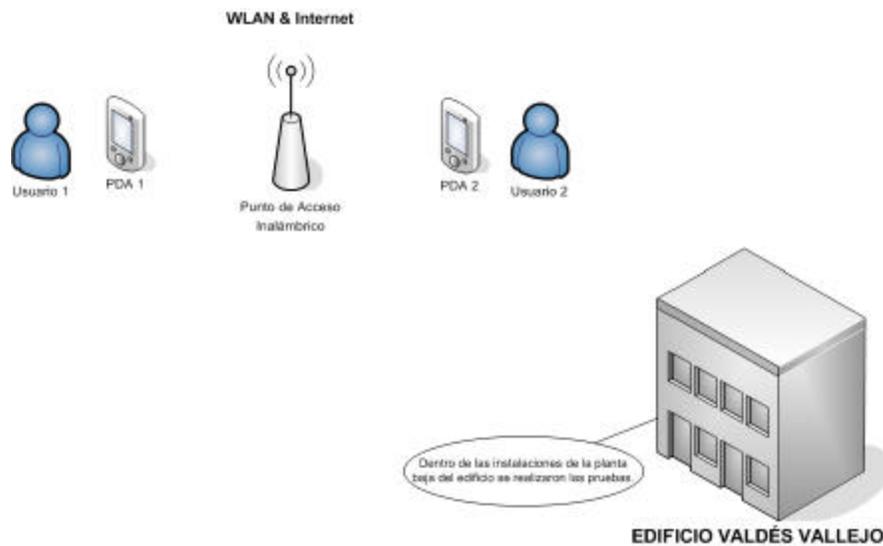


Fig. 5.18 Prueba con 2 usuarios conectados a la WLAN del Edif. Luís Valdez Vallejo con conexión de Internet.

Prueba 5:

SJphone & Skype: Ahora utilizamos y comparamos 2 versiones de Softphone: Skype, y la versión de SJphone para FWD. Cabe mencionar que se esta utilizando y se utilizo la misma versión de SJphone; la diferencia radica primordialmente que ahora como usamos el programa a través de la Internet necesitamos usar al proveedor de servicios Free World Dialup (FWD).

La diferencia primordial radica en la conferencia. Con resultados similares a otras conferencias al usar SJphone. Pero la diferencia principal es, que Skype no soporta conferencia para su versión del programa en PDA. Así, que no se puede realizar conferencia usando Skype entre PDA's.

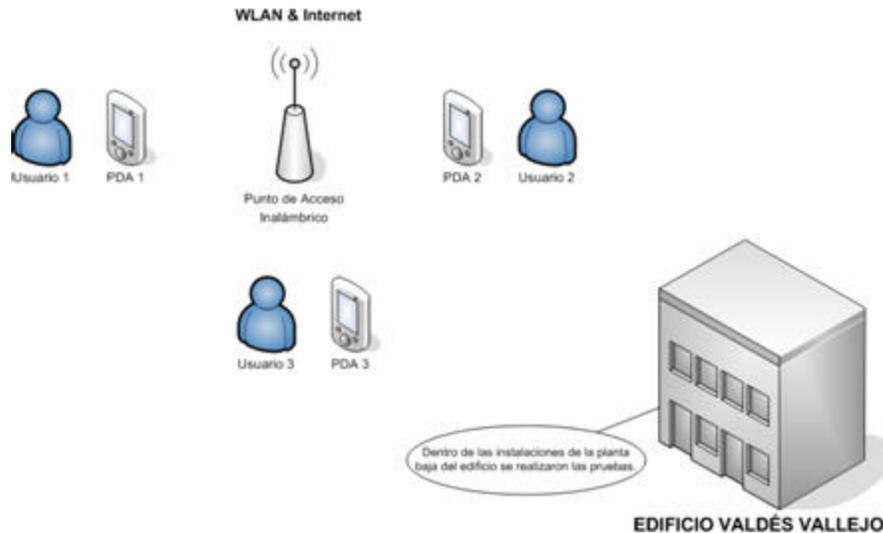


Fig. 5.19 Prueba con 3 usuarios conectados a la WLAN del Edif. Luís Valdez Vallejo con conexión a Internet.

Prueba 6:

SJphone & Skype: Ahora utilizamos y comparamos 2 versiones de Softphone: Skype, y la versión de SJphone para FWD. Cabe mencionar que se esta utilizando y se utilizo la misma versión de SJphone; la diferencia radica primordialmente que ahora como usamos el programa a través de la Internet necesitamos usar al proveedor de servicios Free World Dial up (FWD).

Ahora si se puede hacer un comparativo real entre los softphone SJphone y Skype. Ya que al incluir una PC podemos realizar la conferencia en Skype con cualquier otro dispositivo. Y con resultados muy buenos en lo que respecta a la conferencia; ya que al usar a la PC como enlace para la conferencia por su misma capacidad de hardware realiza esto sin problemas. NOTA: La computadora realiza la conferencia en skype sin problemas siempre y cuando cumpla con los requerimientos mínimos que especifica el programa.

SJphone, mantiene los mismo problemas de las conferencia anteriores por el hardware y la capacidad de procesamiento que exige esta aplicación en las PDA's.

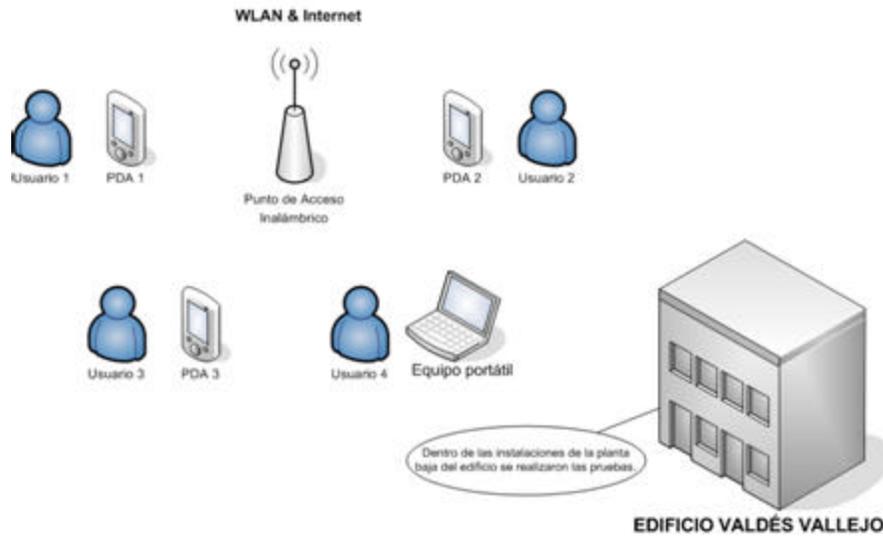


Fig. 5.20 Prueba con 4 usuarios conectados a la WLAN del Edif. Luís Valdez Vallejo con conexión a Internet.

Prueba 7:

SJphone & Skype:

Las pruebas realizadas a través de la Red Inalámbrica Universitaria (RIU). Fueron buena en los que respecta a los 2 programas utilizados.

Y en ocasiones con mejores resultados al utilizar Skype, pero eso se debe a la infraestructura (ISP) de Skype.

Y en lo referente a SJphone, fue bueno el resultado a pesar de que en ocasiones tiene algo de problemas el (ISP) de FWD. Y la calidad de la voz en ocasiones no tan aceptable por el codec que se utiliza al conectarse a través de FWD.

NOTA: El codec utilizado es, SJ Labs GSM.



Fig. 5.21 Prueba con 2 usuarios conectados a la RIU.

Prueba 8:

SJphone & Skype: Las pruebas realizadas a través de la Red Inalámbrica Universitaria (RIU). Fue buena en los que respecta a los 2 programas utilizados. Y en ocasiones con mejores resultados en Skype, pero eso se debe a la infraestructura (ISP) de Skype.

Sin embargo, como se menciona anteriormente sin hacer conferencia entre dispositivos PDA por las razones antes mencionadas. SJphone, soporta perfectamente la conferencia a pesar que en ocasiones dependemos por completo del ISP de FWD. Con resultados relativamente buenos.

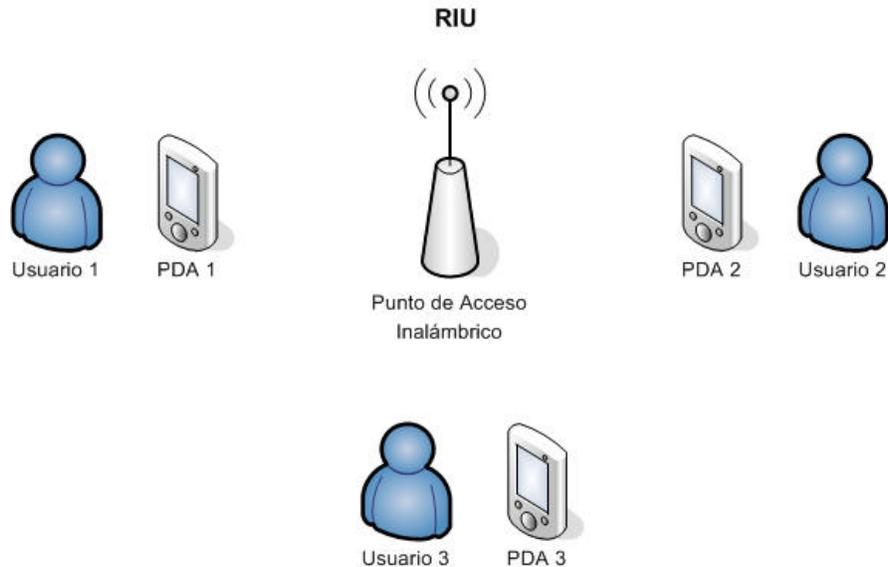


Fig. 5.22 Prueba con 3 usuarios conectados a la RIU.

Prueba 9:

SJphone & Skype: Las pruebas realizadas a través de la Red Inalámbrica Universitaria (RIU). Fueron buenas en lo que respecta a los 2 programas utilizados.

Y en ocasiones con mejores resultados en Skype, pero eso se debe a la infraestructura (ISP) de Skype.

Y ahora se realizó la conferencia sin ningún problema en Skype. Gracias a que el enlace o conferencia la hacemos a través de una PC.

SJphone, soporta conferencia pero entre los dispositivos conectados mas carga de trabajo adicionamos al procesador de PDA. Y como resultado la calidad no es tan buena como la de Skype.

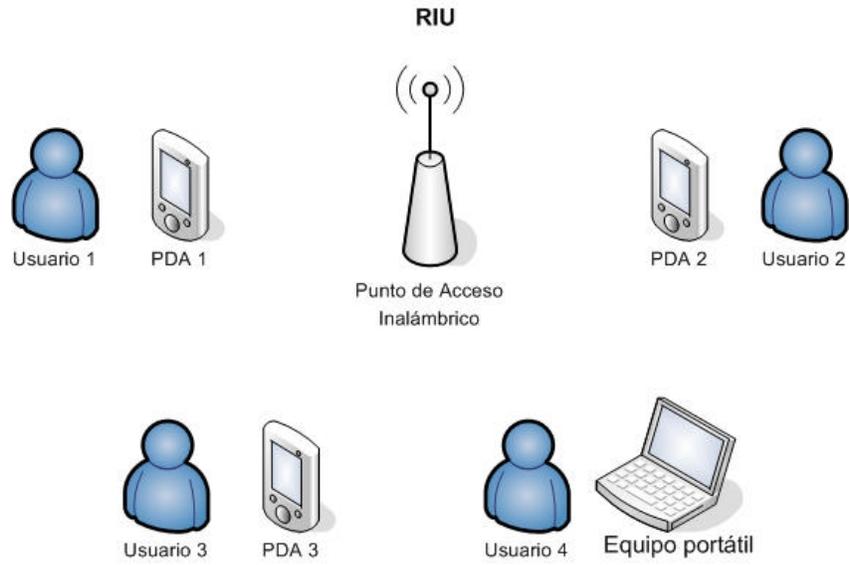


Fig. 5.22 Prueba con 4 usuarios conectados a la RIU.

CONCLUSIONES

El objetivo de esta tesis consistió en ofrecer una propuesta de comunicación VoIP entre dispositivos Pocket PC's que opere sobre la infraestructura de red inalámbrica existente en el edificio Luis G. Valdés Vallejo. En principio, los usuarios de este servicio son los profesores y en general el personal que labora en el edificio. La propuesta presentada incluye elementos de software y de hardware.

El elemento básico de la propuesta lo constituye el softphone. El software sugerido es SJPhone de SJLabs, que está disponible como freeware en la página de la compañía. Este softphone opera con los protocolos SIP y H.323 por lo que puede operar en modo peer-to-peer de tal manera que los clientes SJPhone contienen la capacidad de establecer comunicación con los demás clientes dentro de la WLAN sin necesidad de operar con algún proveedor de VoIP, o la necesidad de instalar algún servidor o Proxy. Se requiere ActiveSync para la instalación del softphone en los dispositivos Pocket PC's.

Los elementos de hardware necesarios son un Access Point y un switch. Mediante el Access Point se pretende brindar cobertura en el segundo y tercer piso. Los dos access points estarán conectados al switch. Esta WLAN estará aislada del resto de la LAN del edificio Luis G Valdés Vallejo y no tendrá salida a Internet. Esta solución supone el uso exclusivo de la WLAN del edificio para el servicio de VoIP. Ante el escenario de que se quiera brindar un uso adicional a la WLAN del edificio, se propone trabajar con una VLAN y mantener conectada la WLAN a la LAN. Con esta alternativa se elimina la necesidad de la compra del switch. Dentro de la VLAN estarían registradas todas las Pocket PC's a las cuales se les proporcionaría el servicio. Aunque la propuesta se realizó considerando como clientes las Pocket PC's, existen versiones de escritorio del software utilizado, por lo que también se pueden utilizar PC's y Laptops que cuenten con una tarjeta WiFi, y que tengan como sistema operativo Windows, MacOS o Linux.

La propuesta realizada es económicamente viable dado que los gastos incurridos provienen básicamente del switch y el access point que se proponen para la WLAN. Si se opta por la alternativa de la VLAN, el único gasto sería el segundo Access Point. Tanto ActiveSync como SJPhone están disponibles en versiones freeware en las páginas de Microsoft y SJLabs respectivamente, por lo que los componentes de software del proyecto no implican ningún costo. El gasto más fuerte en cuanto a hardware es el de las Pocket PC's, de las cuales se tienen modelos HP iPAQ 4100 y 5550 en el laboratorio Microsoft que tienen un desempeño aceptable.

En general se puede utilizar cualquier Pocket PC que tenga instalado Windows Mobile 2003 o Windows Mobile 5.0. Técnicamente la implementación de la propuesta requiere poco trabajo. Únicamente se requiere instalar un segundo Access Point y el Switch. La administración del servicio se reduce a realizar el registro de las direcciones MAC de los dispositivos móviles que van a tener acceso al servicio dado que se utiliza el filtrado de direcciones MAC para la seguridad. La configuración del softphone en el dispositivo es bastante sencilla, únicamente requiere configurar adecuadamente la información de usuario con el fin de que esta información sea difundida a todos los clientes dentro de la WLAN. Se propone proporcionar a los usuarios del servicio el capítulo 5.5 de la tesis que se refiere al procedimiento de instalación con el fin de instalar y configurar adecuadamente el SJPhone.

En cuanto a las recomendaciones de rendimiento para las iPAQ incluidas en el apartado 5.5.2, los usuarios de otras Pocket PC's tendrán que referirse al manual de su dispositivo para configurar las opciones de audio y de modo de ahorro energía. La actualización del firmware se sugiere para cualquier fabricante.

La propuesta realizada en esta tesis puede servir de base a proyectos posteriores en los cuales se brinde un servicio más completo y que aproveche al máximo la infraestructura existente en la

Facultad y en CU. En este sentido, el siguiente paso podría ser el uso de la Red Inalámbrica Universitaria con el fin de proporcionar el servicio de VoIP sobre Pocket PC's en todas las áreas de CU en las cuales tiene cobertura la RIU. Dentro de los ciclos de pruebas realizados para la propuesta presentada en esta tesis se realizaron pruebas utilizando RIU y un proveedor de servicios de VoIP. La calidad obtenida fue buena. El principal problema con el uso de RIU es que se requiere utilizar un proveedor de servicios de VoIP y para ello necesariamente se requiere salida a Internet.

El conjunto de pruebas realizado para esta tesis incluyó pruebas con Skype y FreeWorldDialup. FreeWorldDialup utiliza SIP y H.323 y puede interactuar con otros proveedores que operen con estos estándares. Skype tiene una infraestructura más consolidada y robusta que FWD, esto se refleja en la experiencia de usuario porque algunas veces el servicio de FWD no esta disponible y no se puede inicializar. Skype tiene el inconveniente de que no sabemos con que protocolos trabaja, por lo que no se puede llevar a cabo un análisis completo de sus requerimientos de ancho de banda. Sin embargo en un ambiente de un campus universitario como es el de la RIU, se requiere un proveedor de VoIP con una infraestructura sólida y confiable. En este sentido la opción de Skype es más conveniente, aún cuando requiera más recursos de procesador y por tanto sea recomendable el uso de Pocket PC's más potentes. En general se recomienda no utilizar otro programa simultáneamente con Skype. Otro aspecto que tendría que considerarse en el caso de VoIP sobre RIU sería la calidad de servicio. En el caso del edificio Luis G. Valdés Vallejo, el único tráfico dentro de la WLAN o la VLAN sería el tráfico de voz, sin embargo en el caso de la RIU se tiene que analizar el impacto del tráfico de datos y la calidad de servicio que se quiera ofrecer.

Con base en las pruebas realizadas con SJPhone en el modo peer-to-peer, se puede establecer que se tiene una buena calidad en la señal de voz. Con la infraestructura actual no se tiene buena cobertura en los pisos 2 y 3, por lo que no se puede establecer una llamada entre un cliente que se encuentra en la planta baja y otro que se encuentra en el segundo piso. En el caso de que el usuario se desplaza a zonas de escasa cobertura o puntos muertos, la señal empieza a experimentar desvanecimientos hasta que finalmente se pierde la señal. SJPhone permite establecer conferencias entre más de dos personas, sin embargo, no se recomienda debido a que demanda un alto consumo de recursos para el cliente que la establece y esto se refleja en una distorsión de la señal de voz percibida por todos los participantes de la conferencia. Dado que únicamente se trabaja con dos access point y en general se presenta tráfico de personas y los obstáculos físicos como paredes y techos, existen zonas donde la señal es muy débil. En general las zonas donde se tiene una buena cobertura son los pasillos principales, las escaleras, y aquellos laboratorios y cubículos que no se encuentran muy alejados con respecto a los Puntos de Acceso.

Como propuesta se sugiere evaluar las ventajas de implementar una solución de VoIP en el edificio Luis G. Valdés Vallejo que utilice la infraestructura alámbrica del edificio y que complemente o sustituya en su caso el sistema telefónico actual. Otra propuesta consiste en un análisis más profundo de la calidad de servicio. Analizar el impacto del tráfico de datos en la calidad de la señal de voz experimentada por los usuarios y evaluar el uso de esquemas de QoS tradicionales o bien MPLS.

GLOSARIO

3GPP	Third Generation Partnership Project
AAA	authentication, authorization and accounting
ACD	automatic call distributor
ACF	admission confirm
ACK	acknowledgement
ACM	address complete message
ADPCM	adaptive differential PCM
ADSL	asymmetric digital subscriber line
API	application programming interface
ASN.1	abstract syntax notation number 1
ASP	application server process
ATM	asynchronous transfer mode
AVT	Audio/Video Transport (IETF)
AXE	automatic exchange equipment
BRAIN	broadband radio access for IP-based networks
CA	certificate authority
CAC	connection admission control
CBR	constant bit rate
CGI	common gateway interface
CIC	circuit identification code
CLI	calling line identity
CMN	call mediation node
CMN	configuration management network
CMSS	call management server signalling
CoS	class of service
CPE	customer premises equipment
CPL	call processing language
CPU	central processing unit
CS	call server
CTI	computer/telephony integration
DARPAnet	Defense Advanced Research Projects Agency Network
DHCP	dynamic host configuration protocol
DNS	domain name server
DoD	Department of Defense (USA)
DPNSS	digital private network signalling system
DSL	digital subscriber line
DTMF	dual tone multifrequency
DTX	discontinuous transmission

ECMA	European Computer Manufacturers Association
EDS	ETSI Documentation Service
EFR	enhanced full rate
EIR	equipment information register
ENUM	E.164 number mapping
EoIP	everything over IP
EP	end-point
EP	ETSI Project
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FDDI	fibre distributed data interface
FDM	frequency division multiplex
FRF	Frame Relay Forum
GCF	gateway confirm
GCP	gateway control protocol
GK	gatekeeper
GMSC	gateway MSC
GSM	global system for mobile communications
GSM-EFR	GSM enhanced full rate
GSN	gateway serving node
GSTN	global switched telephone network
GUI	graphical user interface
GW	gateway
HTML	hypertext mark-up language
HTTP	hypertext transfer protocol
ICANN	Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
ICW	Internet call waiting
ID	identity
IDD	international direct dialling
IETF	Internet Engineering Task Force
IESG	Internet Engineering Steering Group
IGMP	Internet group membership protocol
ILS	Internet locator service
IM	instant messaging
IMPP	instant messaging and presence protocol
IMS	intelligent media server
IMTC	International Multimedia Teleconferencing Consortium
IN	intelligent network
INAP	intelligent network application part
IP	Internet protocol
IPDC	IP device control
IPDR	IP Detail Record

IP-PBX	IP-based PBX
IPS	narrowband switch
IPST	Internet protocol signalling system no 7
IPsec	Internet protocol security
IPSP	IP signalling point
IPTel	IP Telephony (IETF)
IPTN	international public telecommunications number
ISC	International SoftSwitch Consortium integrated
ISDN	services digital network
ISN	interface serving node
ISOC	Internet Society
ISP	Internet service provider
ISSP	inter-softswitch signalling protocol
ISUP	integrated services user part
IT	information technology
ITSP	Internet telephony service provider
ITT	invitation to tender
ITU	International Telecommunication Union
IVR	interactive voice response
IWF	interworking function
IWU	interworking unit
LAN	local area network
LCD	liquid crystal display
LCF	location confirm
LCR	least-cost routing
LDP	label distribution protocol
MAC	media access control
MAE	metropolitan area exchange
MAP	Membership Approval Procedure (ETSI)
MAP	mobile application part
MB	middlebox
MC	media control (layer)
MCU	media control unit
Megaco	media gateway control
MEGACOP	media gateway control protocol
MEM	mediation element manager
MG	media gateway
MGC	media gateway controller
MGCF	media gateway control function
MGCP	media gateway control protocol
MIB	management information base

MIME	multipurpose Internet mail extension
MMUSIC	multiparty multimedia session control
MoIP	multimedia over IP
MOS	mean opinion score
MPEG	Moving Picture Experts Group
MPLS	multi-protocol label switching
MP-MLQ	multi-pulse max likelihood quantization
MS	master socket
MSF	Multiservice Switching Forum multiple subscriber
MSN	multiple subscriber number
MTP	message transfer part
MTU	maximum transmission unit
MWIF	Mobile Wireless Internet Forum
NAPTR	naming authority pointer
NAS	network access server
NAT	network address translation
NIF	nodal interworking function
NNI	network-to-network interface
NSN	national significant number
ODBC	open database connectivity
OSI	open systems interconnection
OSP	open settlement protocol
P(A)B X	private (automatic) branch exchange
PAMS	perceptual analysis measurement system
PAS	publicly available specification (ETSI)
PAT	port address translation
PC	personal computer
PCI	peripheral component interconnect
PCM	pulse code modulation
PIG	PSTN-to-IP gateway
PIN	personal identification number
PINT	PSTN and Internet Internetworking (IETF)
PNO	public network operator
PPP	point-to-point protocol
PSTN	public switched telephone network
PSU	power supply unit
PUA	personal user agent
PVC	permanent virtual circuit
QoS	quality of service
RADIUS	remote authentication dial-in user service
RAID	redundant array of inexpensive disks

RAM	random access memory
RAS	registration admission and status
RIDE	Recorded Information Distribution Equipment
RNC	radio network controller
ROSE	remote operations service
RSVP	resource reservation protocol
RTCP	real time control protocol
RTP	real time protocol
RTSP	real time streaming protocol
SAP	service access point
SC	service control (layer)
SCCP	signalling connection control part
SCN	switched-circuit network
SCP	service control point
SCTP	stream control transmission protocol
SCU	service/system control unit
SDP	session description protocol
SEP	signalling end-point
SET	simple end-point type
SG	signalling gateway
SG	Study Group (ITU-T)
SGCP	simple gateway control protocol
SGSN	serving GPRS support node
SIP	session initiation protocol
S/MIME	secure MIME
SMS	service management system
SMS	short message service
SMTP	simple mail transfer protocol
SMU	service management unit
SN	serving node
SNMP	simple network management protocol
SNR	signal-to-noise ratio
SOHO	small office, home office
SP	service provider
SPAN	Services and Protocols for Advanced Networks (ETSI)
SPIRITS	Services in the PSTN/IN Requesting Internet Services (ETSI)
SS	signalling system
SSCOP	service-specific connection-oriented protocol
SSL	secure sockets layer
SSN	SCCP subsystem number
SSP	service switch point

STC	signalling transport converter
STF	Specialist Task Force (ETSI)
SUA	SCCP user adaptation layer
TC	transaction capabilities
TCP	transmission control protocol
TDM	time division multiplex
THD	total harmonic distortion
TIA	Telecommunications Industry Association (USA)
TIPHON	Telecommunications and Internet Protocol Harmonisation Over Networks (ETSI Project)
TLS	transport layer security
TMN	Telecommunications Management Network
TRIP	telephony routing over IP
TSAP	transport layer service access point
TSN	transit serving node
TUP	telephone user part
TXE	telephone exchange equipment
UA	user agent
UCI	universal communications identifier
UDP	user datagram protocol
UNI	user network interface
URL	uniform resource locator
URQ	unregister request
USB	universal serial bus
VAD	voice activity detector
VHE	virtual home environment
VLAN	virtual LAN
VLR	visitor location register
VoD	voice over data
VoIP	voice over IP
VPN	virtual private network
VXML	voice extensible mark-up language
WAN	wide area network
WAP	wireless application protocol
WG	working group
WWW	World Wide Web
XML	extensible markup language

ÍNDICE DE FIGURAS

A continuación, se enumeran y mencionan la referencia de donde se obtuvieron las imágenes, graficas y figuras presentadas en la tesis:

Capítulo 1:

- Figura 1.1: <http://en.wikipedia.org/wiki/ARPANET>
- Figura 1.2: <http://en.wikipedia.org/wiki/LAN>
- Figura 1.3: http://en.wikipedia.org/wiki/Token_ring
- Figura 1.4: <http://en.wikipedia.org/wiki/FDDI>
- Figura 1.5: <http://en.wikipedia.org/wiki/DQDB>
- Figura 1.6 : Redes de Computadoras. Autor: Andrew S. Tanenbaum. Editorial: Prentice Hall. Capítulo1, página: 29

Capítulo 2:

- Figura 2.1: Redes: Gestión y Soluciones. Autor: Mike Meyers. Editorial: Anaya. Capítulo 9, página 276.
- Figura 2.2: Ibidem. Capítulo 9, página 277.

Capítulo 3:

- Fig. 3.1: Voice over IP: Systems and Solutions. Autor: Richard Swale. Editorial: BT Exact Technologies (IEEE). Capítulo 1, Pagina 3
- Fig. 3.2: Ibidem. Capítulo 1, Pagina 5
- Fig. 3.5: Ibidem. Capítulo 1, Pagina 11
- Fig. 3.6: Ibidem. Capítulo 1, Pagina 13
- Fig. 3.9: Ibidem. Capítulo 1, Pagina 18
- Fig. 3.10: Ibidem. Capítulo 1, Pagina 19
- Fig. 3.11: Ibidem. Capítulo 1, Pagina 19
- Fig. 3.12: Ibidem. Capítulo 1, Pagina 20
- Fig. 3.23:
http://products.nortel.com/go/product_content.jsp?segId=0&parId=0&prod_id=34881&locale=en-US

- Fig. 3.25: Ibidem.
- Fig. 3.24:
[http://www.3com.com/products/en_US/prodlist.jsp?tab=cat&pathype=purchase&cat=23&se
lcat=Convergence%2FIP+Telephony&family=194723](http://www.3com.com/products/en_US/prodlist.jsp?tab=cat&pathype=purchase&cat=23&se
lcat=Convergence%2FIP+Telephony&family=194723)

Capítulo 4:

- Figura 4.1: <http://electronics.howstuffworks.com/pda2.htm>
- Figura 4.2: <http://es.wikipedia.org/wiki/.NET>
- Figura 4.3: <http://es.wikipedia.org/wiki/.NET>
- Figura 4.4: [http://msdn2.microsoft.com/es-es/library/ms172548\(VS.80\).aspx](http://msdn2.microsoft.com/es-es/library/ms172548(VS.80).aspx)
- Figura 4.5: [http://msdn2.microsoft.com/es-es/library/ws1c3xeh\(VS.80\).aspx](http://msdn2.microsoft.com/es-es/library/ws1c3xeh(VS.80).aspx)

Capítulo 5:

- Figura 5.1
- Figura 5.2
- Figura 5.3

Los diagramas y esquemas anteriores. Fueron creados a partir de información y otros esquemas obtenidos en la división correspondiente.

- Figura 5.8
- Figura 5.9

Las anteriores figuras o imágenes fueron tomadas del programa de Active Sync.

- Figura 5.10
- Figura 5.11
- Figura 5.12
- Figura 5.13

Las anteriores imágenes fueron tomadas del programa de SJphone, de la compañía SJ Labs Inc.

Índice de Tablas

A continuación, se enumeran y mencionan la referencia de donde se obtuvieron las siguientes tablas:

Capítulo 2:

- Tabla 2.1: Cisco Enterprise Distributed Wireless Solutions Reference Network Design. Cisco Systems. Capítulo 2, página 2-2.
- Tabla 2.2: Ibidem. Capítulo 2, página 2-3.
- Tabla 2.3: Redes. Gestión y Soluciones. Autor: Mike Meyers. Editorial: Anaya. Capítulo 9, página 287.
- Tabla 2.4: www.bizrate.com, www.eopinions.com
- Tabla 2.5: www.bizrate.com, www.eopinions.com
- Tabla 2.6: www.bizrate.com, www.eopinions.com
- Tabla 2.7: Cisco... Ibidem. Capítulo 3, página 3-9.
- Tabla 2.11: Redes... Ibidem. Capítulo 9, página 288.
- Tabla 2.12: Redes... Ibidem. Capítulo 9, página 293.

Capítulo 3:

- Tabla 3.1: Voice over IP: Systems and Solutions. Autor: Richard Swale. Editorial: BT Exact Technologies (IEEE). Capítulo 2, Pagina 30
- Tabla 3.2: Ibidem. Capítulo 2, página 37.
- Tabla 3.3: Ibidem. Capítulo 2, Pagina 37
- Tabla 3.4: Ibidem. Capítulo 2, Pagina 41

Capítulo 4:

- Tabla 4.1: http://en.wikipedia.org/wiki/ARM_architecture
- Tabla 4.2: <http://www.palmsource.com/developers/>

Capítulo 5:

- Tabla 5.2: <http://www.3com.com/>

BIBLIOGRAFÍA

- Redes de Computadoras
Autor: Andrew S. Tanenbaum
Editorial: Prentice Hall
*[1.1] Paginas:7-16 *[1.2] Paginas: 28 y 29 *[1.3] Paginas:35, 36, 37 y 38.
- Internetworking With TCP/IP, Vol. I
Autor: Douglas E. Comer
Editorial: Prentice Hall
*[1.4] Paginas:17-20
- IP Routing Fundamentales
Autor: Mark A. Sportack
Editorial: Cisco Press
- Voice over IP: systems and solutions
Autor: Richard Swale
Editorial: BT Exact Technologies (IEE)
*[3.1] Paginas: 1,2 y 3. *[3.2] Paginas: 29 *[3.3] Paginas: 62 *[3.4] Paginas: 73, 74 y 75.
- Internetworking Technologies Handbook
Autor: Ford Merilee, H. Kim Lew, Steve Spanier y Tim
Editorial: Indianapolis, New Riders Publishing,1997, 717 p.
- Teleinformática para ingenieros en Sistemas de Información
Autor: Casto Lechtaler Antonio Ricardo y Fusario Rubén Jorge,
Editorial: Segunda edición, Barcelona, Volumen 2, 1999.
- Integrating Voice and Data Networks
Autor: Keagy Scout
Editorial: Indianapolis, Cisco Press, 2000, 779 p.
- Designing VOIP Networks: Lessons From The Edge
Autor: Business Communications Review
Editorial: Matthew F. Michels, 42-48 p., 2003.

- Fundamentos de Voz sobre IP
Autor: Davison Jonathan,
Editorial: Madrid, Cisco Press, 2000, 347 p
- Cisco Enterprise Distributed Wireless Solutions Reference Network Design.
Editorial: Cisco Systems, Inc. 2005, 187 p.

- Redes. Gestión y Soluciones.
Autor: Mike Meyers,
Editorial: Anaya, 2004, 832 p.

- Redes Wireless 802.11. Configuración y Administración de Redes Inalámbricas.
Autor: Matthew S Gast.
Editorial: Anaya Multimedia, 2006, 768 p.

- Internet 2006. La Biblia.
Autor: Rodríguez Fernández, Óscar, Troncoso Egea, Roberto, et al.
Editorial: Anaya Multimedia, 2006, 1055 p.

- VoIP for dummies.
Autor: Kelly, Timothy V.
Editorial: Wiley Publishing, Inc. 2005, 313 p.

- ShoreTel. IP Telephony Pocket Guide.
Autor: Castle, Barry.
Editorial: ShoreTel, Inc, 2004, 89 p.

- Voice over packet. An assestment of voice performance on packet networks.
Editorial: Nortel Networks, 2006, 13 p.

- Authorized Self-Study Guide Cisco Voice over IP (CVoice.)
Autor: Wallace, Kevin.
Editorial: Cisco Press, 2006, 504 p.

- Cisco Voice Gateways and Gatekeepers.
Autor: Denise Donohue, David Mallory, Ken Salhorff
Editorial: Cisco Press, 2006, 648 p.

- Cut the Cord! The Consumer's Guide to VoIP
Autor: Jerry L. Ledford.
Editorial: Course Technology, 2006, 304 p.

SITIOS DE INTERNET

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

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

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

<http://www.wikipedia.org/>

<http://www.voip.org/>

<http://www.voip-info.org/>

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

<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisint/wk/intsolns/qosol/qosvoip.pdf>

<http://www.recursosvoip.com/intro/index.php>

<http://www.cisco.com>

http://www.palmos.com/dev/support/docs/dev_suite/PalmOSDevSuite/Tools_Overview.html#99793

[0](#)

<http://www.palmsource.com/developers/>

<http://www.palmsource.com/es/palmos/cobalt.html>

<http://www.palmsource.com/palmos/garnet.html>

[http://msdn2.microsoft.com/es-es/library/f44bbwa1\(VS.80\).aspx](http://msdn2.microsoft.com/es-es/library/f44bbwa1(VS.80).aspx)