



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGON**

**“APLICACIÓN EN LA INTEGRACIÓN  
DE VOZ Y DATOS”**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
**P R E S E N T A :**  
DELFINO ALBERTO MEJIA GONZALEZ

**ASESOR : ING. BENITO BARRANCO CASTELLANOS**



SAN JUAN DE ARAGON ESTADO DE MÉXICO 2005.

m346776



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCIÓN

DELFINO ALBERTO MEJIA GONZALEZ  
Presente

Con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobado su tema de tesis y asesor.

TÍTULO:

"APLICACIÓN EN LA INTEGRACIÓN DE VOZ Y DATOS"

ASESOR: Ing. BENITO BARRANCO CASTELLANOS

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 21 de junio de 2004.

LA DIRECTORA

ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ



C p Secretaria Académica  
C p Jefatura de Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
C p Asesor de Tesis

LTG/AIR/cm

## **Agradecimientos:**

Agradezco esta tesis en especial a mi tío, a mi madre, a mi hermana, a mis maestros y a mis amigos ya que gracias al apoyo de todos ellos he llegado hasta este día de mi graduación.

A mi tío le doy las gracias por su amor, apoyo incondicional, paciencia y tolerancia, gracias a tu ejemplo me formé un carácter, gracias por ese respeto que mostraste hacia mis decisiones ya fueran buenas o malas, por todo lo anterior he podido llegar hasta este día, gracias por todo.

A mi mamá agradezco todo su amor y cariño, agradezco el que me diera la vida, agradezco sus noches de desvelo al esperarme a diario, gracias por tus limitaciones al ayudarme en situaciones difíciles, gracias por todo.

A mi hermana y sobrinos les doy las gracias por la buena convivencia que han demostrado tener para conmigo ayudaron anímicamente para sobresalir de situaciones difíciles que interferían con mi meta, gracias por todo.

Agradezco a mi amiga la "flais" que me dio la mano desinteresadamente y me ayudó a salir del pozo al cual había caído, gracias tus consejos y regaños pude retomar el rumbo ya fijado, gracias por todo.

A todos mis amigos que en las buenas y en las malas estuvieron a mi lado para brindarme un consejo y levantarme el ánimo y así continuar con esta campaña que el día de hoy por fin veo culminada.

## Índice.

**Tesis.- Aplicación en la integración de voz y datos.**

**Introducción.**

<b>Capitulo 1. Fundamentos de telefonía.....</b>	<b>1</b>
<b>Capitulo 2. Interconexión de redes.....</b>	<b>48</b>
<b>Capitulo 3. Integración Telefonía - Ordenador.....</b>	<b>88</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>138</b>
<b>Glosario.....</b>	<b>140</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>145</b>

## Introducción.

En los últimos años se observa en todo el mundo una marcada tendencia hacia la creación de redes de comunicaciones en las que tanto la voz como los datos o el video puedan coexistir. Este fenómeno no se produce solamente por las ventajas propias que produce la integración de servicios sobre la misma red, sino por la propia necesidad que plantean los usuarios: tener acceso en todo momento y en todo lugar a un amplio abanico de servicios y aplicaciones, con unas condiciones de calidad y precio fijadas previamente y con independencia del terminal utilizado, la red de acceso y el operador con el que se tiene contratado el servicio.

La integración de redes no es algo totalmente nuevo, todo lo contrario, se viene produciendo desde hace tiempo, aunque eso sí, limitada a ciertos ámbitos y si bien los modelos teóricos establecidos propugnan el éxito y beneficios que se derivan de tal integración, en la práctica no siempre resulta ventajoso ya que no se parte de una situación inicial en la que hay que empezar a construir todo desde cero, sino que la más de las veces se parte de las situaciones heredadas, en estructura y terminales disponibles ya que el cambio de una a otra situación no se puede hacer de la noche a la mañana, sino que es obligado un periodo de convivencia, más o menos largo. En otras ocasiones, es simplemente una situación de costos.

Por otra parte, la amplia variedad de redes existentes, su extensión, los diferentes agentes que intervienen en su despliegue y explotación, las autoridades reguladoras, etc. Condicionan que la migración de redes separadas y autónomas hacia redes convergentes e interconectadas se tenga que realizar de una manera gradual y planificada, si se quiere tener garantía de su éxito.

La convergencia de las redes de voz y las redes de datos ha tenido como consecuencia profundos cambios en el desarrollo y la implantación de soluciones corporativas para la pequeña y mediana empresa fundamentalmente. Esta integración total persigue dos objetivos básicos, que son:

- Una única infraestructura de red que unifique y reemplace a las actuales redes de conmutación de circuitos y de paquetes existentes.
- El desarrollo de nuevos productos capaces de manejar conjuntamente voz, vídeo y datos sobre la red integrada.

En este trabajo de tesis, se tratan los aspectos relacionados con las redes de voz y datos que tienen que ver con la evolución hacia una única red integrada, multiservicios, en la que la voz y los datos puedan convivir, consiguiendo al mismo tiempo una mayor eficacia en su utilización y explotación y una mejor y más amplia, a la vez que atractiva, oferta de servicios para los usuarios finales.

---

# **Capitulo 1**

## **Fundamentos de telefonía**

## 1.1. ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES

La Comunicación es la transferencia de información con sentido desde un lugar (remitente, fuente, origen, transmisor) a otro lugar (destino, receptor). Por otra parte, la información es un patrón físico al cual se le ha asignado un significado comúnmente acordado (mensaje). El patrón debe ser único (separado y distinto), capaz de ser enviado por el transmisor, y capaz de ser detectado y entendido por el receptor. Si la comunicación se realiza a distancia, empleando medios eléctricos, ópticos o de cualquier otro tipo, utilizando para ello hilos metálicos, radio, fibra óptica, microondas, satélites, etc., entonces se denomina telecomunicación.

La red de telecomunicaciones es el «Conjunto de equipos, sistemas y medios de transmisión que posibilitan que una información circule de un punto a otro». Con independencia del tipo de información que se transfiera, la red de acceso acerca la red al hogar del usuario, mientras que la de tránsito recoge múltiples líneas y las concentra para su transmisión a distancias mayores.

Si la información se intercambia entre humanos, por lo general, se transmite en forma de sonido, luz o patrones de textura de manera tal que pueda ser detectada por los sentidos primarios del oído, vista y tacto. Si la comunicación se realiza entre máquinas se deben haber fijado, previamente, los códigos y protocolos que se van a utilizar para que el mensaje pueda ser transmitido, íntegramente y libre de errores. El receptor asumirá que no se está comunicando información si no se reciben patrones reconocibles.

En la Figura 1.1 se muestra un diagrama de bloques del modelo básico de un sistema de comunicaciones; en éste se muestran los principales componentes que permiten la comunicación (intercambio de información) entre un emisor y un receptor.

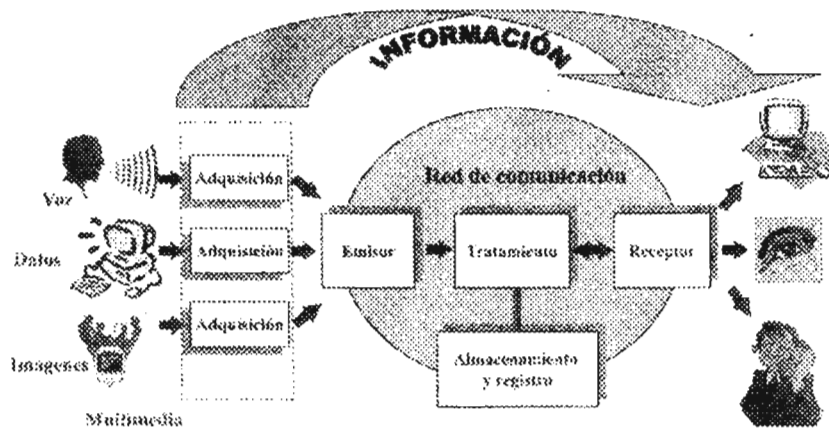


Figura 1.1. Modelo de un sistema de comunicaciones para la transferencia de información

### Elementos del Sistema

Para todo intercambio de información existen tres elementos básicos (imprescindibles uno del otro) en un sistema de comunicación, cada uno con una función característica: transmisor, canal de transmisión y receptor.

- El **Transmisor** pasa el mensaje al canal en forma de señal. Para lograr una transmisión eficiente y efectiva, se deben desarrollar varias operaciones de procesamiento de la señal. La más común e importante es la modulación, un proceso que se distingue por el



- acoplamiento de la señal transmitida a las propiedades del canal, por medio de una onda portadora.
- El **Canal de Transmisión** o medio es el enlace eléctrico entre el transmisor y el receptor, siendo el puente de unión entre la fuente y el destino. Este medio puede ser un par de hilos de cobre, un cable coaxial, una fibra óptica, el aire, etc. Pero sin importar el tipo, todos los medios de transmisión se caracterizan por la atenuación y la disminución progresiva de la potencia de la señal conforme aumenta la distancia.
  - La función del **Receptor** es extraer del canal señal deseada y entregarla al traductor " de salida, que la reproduce para que pueda ser entendida y asimilada por el usuario. Como las señales son frecuentemente muy débiles, como resultado de la atenuación, el receptor debe amplificarla. En todo caso, la operación clave que ejecuta el receptor es la demodulación, el caso inverso del proceso de modulación del transmisor, con lo cual devuelve la señal a su forma original.

## 1.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS REDES DE VOZ Y DATOS

Gracias al avance tecnológico, a finales de años sesenta del pasado siglo las comunicaciones en el entorno empresarial sufren un gran avance, aunque no es, realmente, hasta principios de los setenta cuando podemos hablar de infraestructuras corporativas de comunicaciones. Por aquel entonces, el tráfico de voz se transportaba sobre una red analógica, y la red corporativa consistía, como se puede apreciar en la Figura 1.2, en una PBX que se conectaba, por una parte, ala central de conmutación del operador a través de una interfaz analógica y, por otra, a un conjunto de teléfonos analógicos mediante unos pares trenzados convencionales.

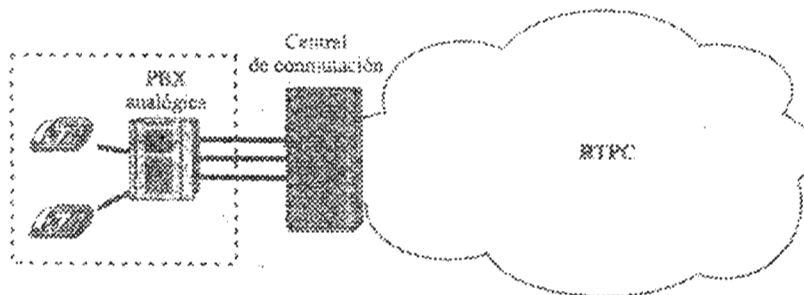


Figura 1.2. Red de voz corporativa, que muestra la PBX conectada a la red pública (RTPC).

No sería hasta principios de los años ochenta cuando, gracias a la proliferación de los PC, las redes corporativas empezaron a incluir las redes de datos, aunque sobre una infraestructura totalmente separada (Figura 1.3) de la propia de las redes de voz. En cuanto a estas últimas se refiere, la tecnología analógica comienza a reemplazarse por tecnología digital.

Es de destacar la diferencia tecnológica sobre la que se asientan ambos tipos de redes. Las primeras en aparecer (las redes de voz) trabajan gracias a la **conmutación de circuitos**: se establece un circuito virtual entre ambos extremos de la comunicación y los recursos que forman parte de dicho camino permanecen reservados durante todo el tiempo que dura la misma. Por otra parte, las redes de datos emplean una filosofía basada en la **conmutación de paquetes** en la que la información es fragmentada en el origen en paquetes independientes que atraviesan caminos distintos en su viaje hasta el destino, donde es reensamblada con el fin de recuperar la información original.

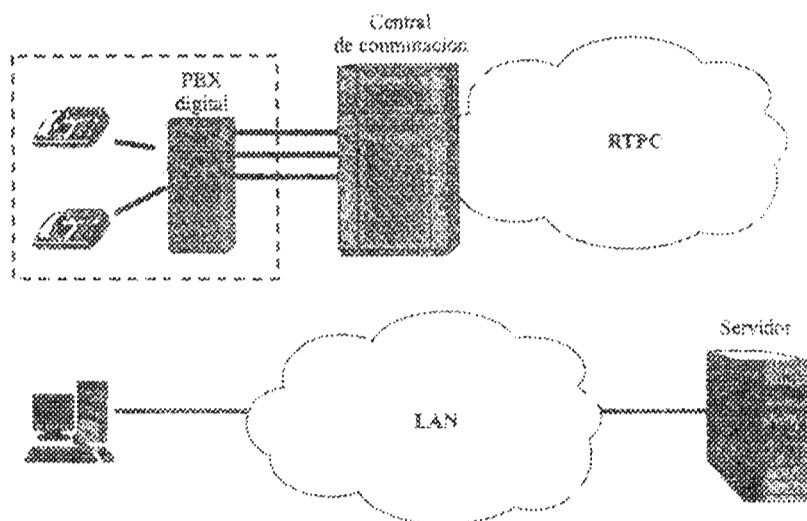


Figura 1.3. En sus comienzos, las redes de voz y datos mantienen una infraestructuras separadas

A principios de los años noventa las comunicaciones corporativas se regían por el mismo paradigma que establecía dos redes separadas, una para el tráfico de voz y otra para el tráfico de datos, respectivamente. Sin embargo, a partir de 1995 aproximadamente, con el meteórico desarrollo de Internet, el correo electrónico pasó a considerarse una herramienta de comunicación empresarial indispensable, lo que llevó a la aparición de un nuevo proveedor de comunicaciones: el ISP (*Internet Service Provider*), conectado como se muestra en la Figura 1.4.

Como consecuencia de la situación vivida durante varias décadas, aun hoy en día muchas empresas disponen de dos sistemas de comunicaciones separados. Cada una de estas redes requiere un cableado independiente, un *hardware* distinto, la PBX y el servidor LAN, dos conjuntos de líneas digitales (una para voz y otra para datos), un proveedor de servicios de voz y un ISP, así como duplicar el personal de gestión de red.

A mediados de la misma década, nacieron las tecnologías CTI (*Computer Telephony Integration*) y, con ellas, un intento de salvar la separación existente entre los dos mundos. En sus inicios, se empleaban sólo para enviar datos relacionados con los eventos de llamada (principalmente estado del terminal, estado del sistema e información de control de llamadas) desde la PBX a la red LAN empleando para ello un conjunto de estándares de comunicación (por ejemplo, CSTA). La principal consecuencia fue el surgimiento de la idea de usar el PC como un teléfono para realizar y contestar llamadas. También supuso la primera oportunidad de procesar eventos de llamadas en aplicaciones basadas en LAN, que hicieron posible mejorar la productividad y ofrecer una mejor calidad de servicio al cliente.

Sin embargo, no sería hasta finales de los años noventa cuando la voz sobre paquetes comenzó a ver la luz por primera vez. Los ejemplos más tempranos fueron la transmisión de voz por Internet entre PC o la comunicación vocal entre dos teléfonos digitales empleando pasarelas.

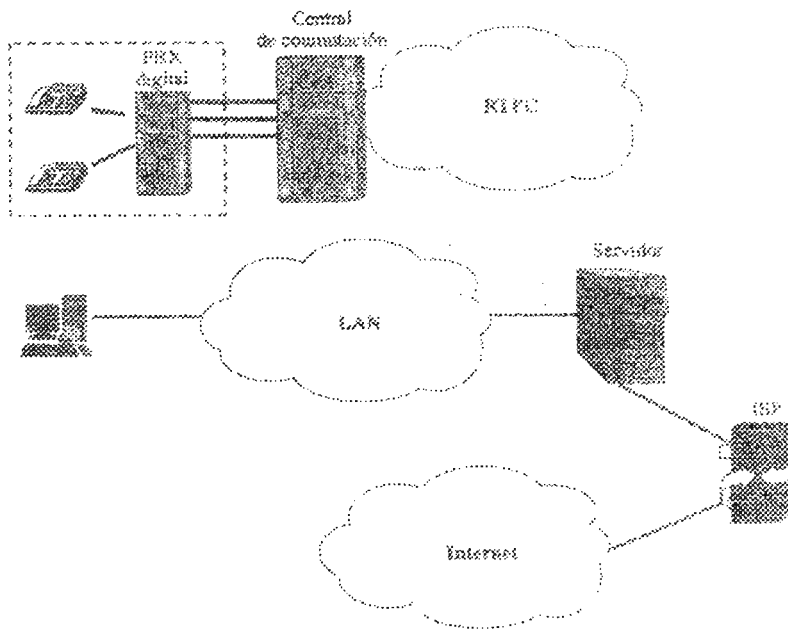


Figura 1.4. PBX y Servidor LAN, los dos elementos esenciales en las redes de voz y datos.

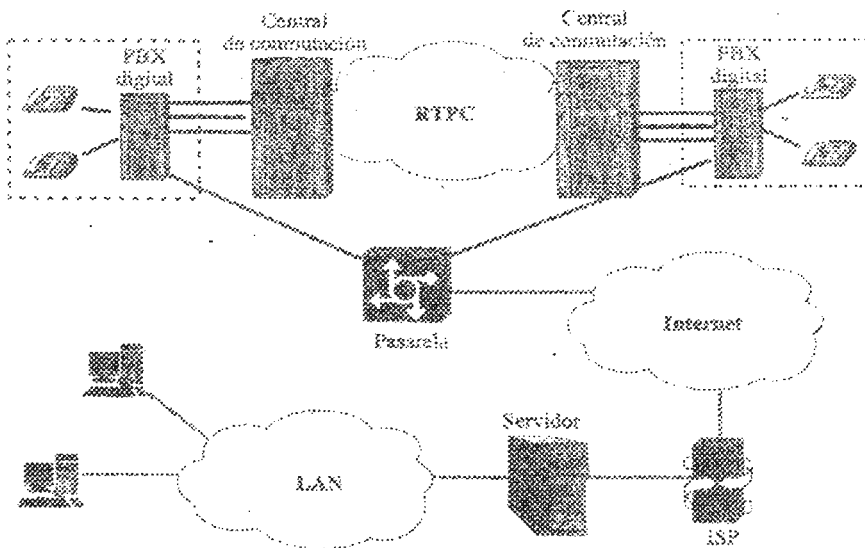


Figura 1.5. La VoIP es la primera aplicación que hace uso de redes integradas de voz y datos.

Estas primeras aplicaciones utilizaban Internet como transporte, por lo que la calidad de servicio era demasiado pobre. Por otra parte, la falta de estándares en este campo de la interconexión de redes limitaba la viabilidad de una solución de voz sobre paquetes. No obstante, cuando se empleaban en redes privadas, la calidad de la voz sobre paquetes era idéntica a la proporcionada por los tradicionales portadores de larga distancia.

Ya entrados en el siglo XXI, sobre la base de estos desarrollos aparecen los primeros sistemas integrados de voz y datos, en donde la LAN empresarial empieza a jugar un papel importante, como aglutinador de todas las comunicaciones, ya sean de voz y/o datos (Figura 1.6), por medio de servidores dedicados para ambos tipos de tráfico. Aunque de arquitectura radicalmente diferente de un vendedor a otro, todos tienen el mismo objetivo: la convergencia de redes utilizando una infraestructura basada en la conmutación de paquetes, tanto utilizando los protocolos X.25 (muy empleado hace tiempo, pero ahora en franca decadencia) como IP (o de celdas, caso de ATM, o de tramas, como es el caso de Frame Relay).

### 1.3. ESTRUCTURA DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES

Tradicionalmente, las redes de telecomunicaciones, sean públicas o privadas, se han dividido en redes de voz y redes de datos, pero, cada vez menos, este modelo sigue siendo válido ya que la digitalización hace que la información se trate igual con independencia de su origen, y así la voz y la imagen se pueden transportar por redes de datos (un ejemplo, últimamente muy tratado, es el de la Voz sobre IP) y los datos por redes diseñadas para dar servicio de voz (módems conectados por RTC con o sin ADSL para aumentar el ancho de banda utilizado). La integración de redes y la convergencia de servicios es un hecho que hace que el usuario no se tenga que preocupar de a dónde o cómo está conectado, ya que será la red, en combinación con su terminal, la que se encargue de establecer la comunicación adecuada para acceder al servicio buscado. No obstante, todavía existen ciertas limitaciones, impuestas por el propio terminal y por la infraestructura de red existente en la que conviven tecnologías ya maduras con otras de reciente creación.

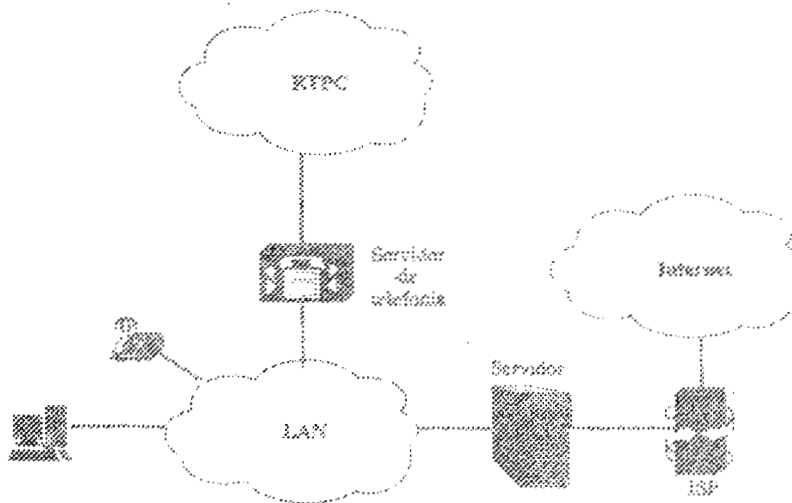


Figura 1.6. La LAN es el verdadero eje sobre el que giran las comunicaciones de empresa.

En general, la estructura de una red típica de telecomunicaciones se puede dividir (como se aprecia en la Figura 1.7) en tres partes diferenciadas claramente en la mayor parte de los casos: red de acceso, red de transporte y red de conmutación. Alrededor de éstas gira una estructura para la gestión y administración, que resulta fundamental para la provisión de servicios y el mantenimiento operativo de la red. Como resultado, el emisor se pondrá en comunicación con el receptor haciendo uso de unos medios de transmisión y conmutación adecuados.

#### Red de acceso

Si se tratase de una red pública de telecomunicaciones, al considerar la red de acceso, hay que tener en cuenta el denominado Punto de Terminación de Red (PTR), que es el conjunto de conexiones físicas o radioeléctricas y sus especificaciones técnicas de acceso que se necesita para tener acceso a la misma ya los servicios que la utilizan como soporte. En este punto es donde terminan las obligaciones de los operadores de redes y servicios y al que pueden conectarse los

equipos terminales de telecomunicaciones, actuando de alguna manera como frontera entre el lado del usuario y el lado del operador.

La red de acceso, la que conecta individualmente a los usuarios con la red de conmutación, es una red que puede ser más sencilla en cuanto a que necesita menor capacidad de ancho de banda por nodo, pero más compleja en cuanto que el número de ellos es muy superior a los de la red troncal, influyendo esto en su coste que, muchas veces, es muy superior al de la otra. Por ejemplo, el mayor capital que tienen los operadores telefónicos establecidos hace tiempo es la red de acceso, lo que es el bucle de abonado, algo muy difícil de construir en poco tiempo y, además, sumamente costoso, por lo que a los nuevos entrantes no les queda otra solución que alquilárselo al que ya lo tiene si quieren empezar a distribuir sus servicios en plan masivo y de forma inmediata, como veremos más adelante.

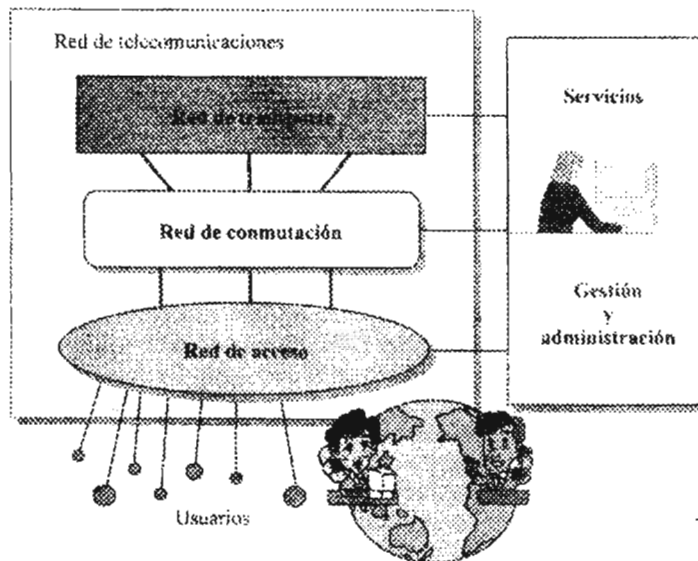


Figura 1.7. Partes en las que se puede dividir una red de telecomunicaciones.

En esta parte de la red, el acceso, son frecuentes las etapas de concentración empleando multiplexores o concentradores, con objeto de ahorrar medios de transmisión, lo que requiere de una perfecta sincronización dentro de red, un proceso delicado pero que puede conseguirse mediante el empleo de protocolos de señalización potentes, como son los actuales. El tipo de equipos que se usa es muy dependiente del servicio prestado, siendo a veces incompatibles unos con otros, por lo que la integración de diversos tráficos en una misma red que llegue hasta el usuario final no siempre es posible.

### Red de transporte

En general, la red de transporte, que contiene los sistemas de transmisión y de interconexión entre los distintos elementos de la red, puede ser válida y compartida por distintos tipos de servicios, mientras que la red de conmutación suele ser específica del servicio prestado. Así, para proporcionar el servicio telefónico fijo y/o móvil se utilizan centrales de conmutación específicas y para el de datos se hace uso de nodos X.25, ATM, Frame Relay, *routers* IP, etc., es decir o conmutación de circuitos o conmutación de paquetes, dos técnicas bastante diferentes ya que la primera se comporta de manera transparente y ofrece un grado de calidad de servicio establecido, mientras que con la segunda se tiene en cuenta el protocolo utilizado y no siempre se puede garantizar un grado de calidad de servicio pero, en cambio, se hace un uso más eficiente del espectro asignado, algo totalmente necesario cuando el número de usuarios es muy alto.

Sin embargo, se está viendo una tendencia a utilizar una red IP para soportar cualquier tipo de servicio, tanto de voz como de datos, algo que técnicamente es posible pero que requiere que

disponga del ancho de banda suficiente para evitar su colapso y dar un tiempo de respuesta adecuado, a la vez que los retardos se mantienen muy bajos.

### **Red de conmutación**

En las redes de conmutación se establece un circuito entre emisor (origen) y receptor (destino) para el intercambio de información entre ellos, bien antes del envío o en ese mismo momento, quedando establecida la ruta o camino por el que viajan los datos. Esta estructura es la típica de las redes de datos de área extensa y de la red telefónica, en las que se utilizan como medios de transmisión circuitos alquilados punto a punto o conmutados.

Los nodos de conmutación (centralitas, *routers*, *switches*, etc.) transfieren la información de sus entradas a sus salidas, comunicando unas con otras. Pueden ser de tránsito, si no tienen equipos conectados, y periféricos o de acceso, que son a los que se conectan los equipos terminales, o desempeñar ambas funciones a la vez. A su vez, la conmutación puede ser de circuitos, de mensajes y de paquetes.

Los nodos suelen ser activos, realizando funciones de control de errores y de flujo, además de las propias de encaminamiento, siendo muy importante su velocidad de procesamiento para determinar las prestaciones de la red. Por razones de seguridad se suelen establecer rutas alternativas, al menos, entre los nodos principales de la red.

### **Técnicas de conmutación**

La conmutación es el proceso por el cual se pone en comunicación un usuario con otro, a través de una infraestructura de comunicaciones común, compartida entre todos los terminales, para la transferencia de información.

Los tres servicios fundamentales que emplean técnicas de conmutación son el telefónico, el telegráfico y el de datos, pudiendo utilizar una de las tres técnicas de conmutación actuales: de circuitos, de mensajes y de paquetes, si bien los dos primeros suelen emplear las dos primeras, respectivamente, y el tercero cualquiera de las tres. Existen diferencias en el tiempo que se tarda en enviar un mensaje a través de una red compuesta de  $n$  nodos, debido fundamentalmente al establecimiento de la conexión ya las técnicas de comprobación.

#### **Conmutación de circuitos**

La técnica de conmutación de circuitos, que puede ser espacial o temporal, consiste en el establecimiento de un circuito físico previo al envío de información, que se mantiene abierto durante todo el tiempo que dura la misma. El camino físico se elige entre los disponibles, empleando diversas técnicas de señalización si viaja en el mismo canal (por canal asociado) o si la hace por otro distinto (por canal común), encargadas de establecer, mantener y liberar dicho circuito.

Esta técnica resulta adecuada cuando la conmutación se realiza entre equipos similares, sin que sea necesario realizar conversión de códigos, protocolos o velocidades, y cuando el flujo de información es más o menos constante. Es la técnica empleada en las centrales telefónicas para establecer una comunicación; en transmisión de datos, una vez establecido el circuito sería el equivalente aun enlace punto a punto, mediante un servicio de línea alquilada.

#### **Conmutación de mensajes**

La conmutación de mensajes es un método basado en el tratamiento de bloques de información, dotados de una dirección de origen y otra de destino, por lo que pueden ser tratados por los centros de conmutación de la red que los almacenan hasta verificar que han llegado correctamente a su destino procediendo, sólo entonces, a su retransmisión. Es una técnica empleada con el servicio télex y en algunas de las aplicaciones de correo electrónico.

Esta técnica requiere el establecimiento de colas de mensajes, en espera de ser transmitidos por un canal disponible, lo que puede ocasionar congestión de la red en caso de estar mal dimensionada, no resultando adecuada para una comunicación interactiva, ya que los retardos pueden resultar muy altos. Un ejemplo de red que emplea este tipo de técnica es la red Télex, de uso público.

#### Conmutación de paquetes

Esta técnica es parecida a la anterior, sólo que emplea mensajes más cortos y de longitud fija (paquetes), lo que permite el envío de los mismos sin necesidad de recibir el mensaje completo que, previamente, se ha troceado. Cada uno de estos paquetes contiene información suficiente sobre la dirección, así como para el control del mismo en caso de que suceda alguna anomalía en la red.

Los paquetes (también llamados datagramas, tramas o celdas, dependiendo de la tecnología de que se trate) permanecen muy poco tiempo en memoria, por lo que resulta muy rápida, permitiendo aplicaciones de tipo conversacional, como pueden ser las de consulta. Con la técnica de conmutación de paquetes un mismo medio de transmisión puede ser compartido entre varios usuarios, ocupando recursos solamente cuando envían o reciben datos, lo que es una manera muy eficiente de hacer uso del mismo.

Cada día la conmutación de paquetes se utiliza más y es la base, además del protocolo IP, del X.25 y de otros como Frame Relay y ATM. Tanto las redes móviles GSM/GPRS como las futuras redes de 3G contemplan esta técnica y, por ejemplo, UMTS, en sus últimas versiones, ya contempla una evolución hacia All IP (todo IP), en donde la conmutación de paquetes y el protocolo IP son unos elementos esenciales.

### **1.4. PROTOCOLO IP**

El protocolo IP (Internet Protocol), que se estudiará con detalle en un capítulo posterior, ha supuesto una auténtica revolución en el mundo de las redes y es la base sobre la que se ha construido la red de redes: Internet.

Hasta hace muy pocos años cada tipo de red ha venido utilizando protocolos específicos y, las más de las veces, propietarios, sobre todo en las redes de datos; lo que ha favorecido una cierta incompatibilidad entre ellas y una dificultad para su interconexión.

Con el uso del protocolo IP, la digitalización de la información y las técnicas de codificación, prácticamente cualquier fuente de información, sea voz, datos o imágenes, se puede convertir en un flujo de bits (ceros y unos) según el formato de paquetes que establece el protocolo IP y ser transportado sobre la red. Una vez se alcanza el extremo final, sobre ese flujo se realiza el proceso inverso y se reconstruye la señal original si, previamente, se han dispuesto los mecanismos necesarios para garantizar la entrega de los paquetes sin pérdidas, errores y en la secuencia correcta. También, las nuevas versiones del protocolo, como es IPv6, amplían el rango de direcciones disponible, mejoran la seguridad e incorporan nuevas prestaciones que lo hacen válido para aplicaciones en tiempo real y con Calidad de Servicio, como son las que contemplan la transmisión de voz y vídeo.

Por tanto, se tiende a incorporar el protocolo IP en las redes de voz, sean éstas públicas o privadas, si bien en el primer caso existen ciertas dificultades para ello, y en las redes de datos, siendo un claro ejemplo del éxito alcanzado la propia red Internet. Una vez se tiene el mismo protocolo en ambos tipos de redes, es muy fácil alcanzar la convergencia (Figura 1.8), con la integración de servicios, algo que vamos a ir viendo en la 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> parte de este libro, al hablar de VoIP, H.323, *Computer Telephony*, *Contact Centers*, Portales de voz, etc.

Realmente, el protocolo IP, sin ser el mejor de todos los protocolos, ni seguir un proceso de estandarización complejo, como el que establece el modelo OSI, ha conseguido situarse como el protocolo de base para las comunicaciones entre usuarios, con muy diversas necesidades. Este protocolo se puede transportar sobre otros más complejos, o más potentes, y sobre diversas

arquitecturas de red; así, se puede tener IP sobre ATM, sobre MPLS, sobre SDH, sobre DWDM, además de ser la base de las futuras redes móviles de Tercera Generación (UMTS, *Universal Mobile Telecommunications Services*).

### 1.5 INTEGRACIÓN TELEFONIA-ORDENADOR

El campo de las telecomunicaciones se caracteriza por la permanente evolución que experimenta en todos sus aspectos; así, el teléfono ha evolucionado en los últimos cien años, desde ser un mero instrumento de diversión en sus comienzos, hasta convertirse en la principal herramienta empleada por las empresas para la comunicación interna y para establecer el contacto con sus clientes, además de ser el medio por excelencia para la comunicación a distancia entre las personas, consiguiendo en su faceta móvil/celular el crecimiento más espectacular. Algo similar ha sucedido con los ordenadores, pero de una manera diferente: han pasado de ser complejos y exclusivos de las grandes empresas a estar, prácticamente, en la mesa de cualquier empleado, por modesta que sea su función, y en un gran número de hogares, convirtiéndose en el medio común de comunicación electrónica a través del correo electrónico (*e-mail*).

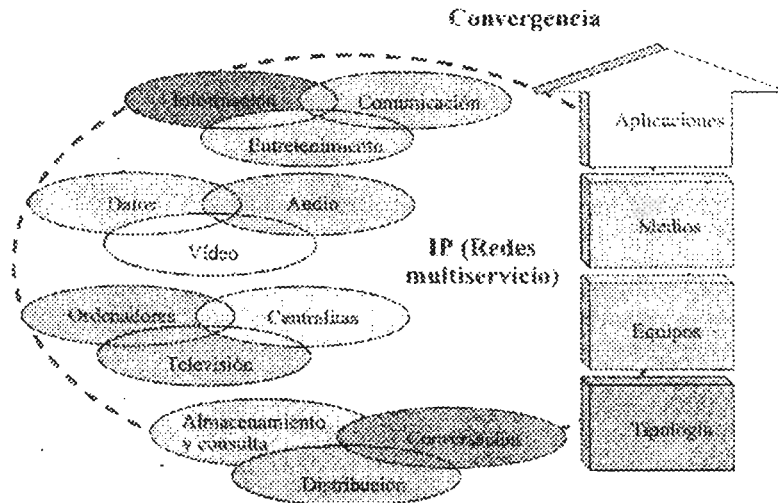


Figura 1.8. La integración sobre redes IP multifunción aporta numerosas ventajas para las empresas.

Se puede apreciar que tanto el teléfono como el PC comparten un lugar destacado en cada mesa de trabajo y, si bien hasta hace poco no existía ninguna relación entre ellos, muy pronto la convergencia hacia un único equipo integrado será una realidad, gracias a las nuevas aplicaciones que ya están comenzando a aparecer en el mercado y que las empresas utilizan para mejorar su productividad y el servicio a los clientes, sobre la base del CRM, que facilita un mejor conocimiento de sus preferencias.

El teléfono no es una herramienta que presente una interfaz amigable a los usuarios y, así, se da el caso, muy frecuente, de disponer de equipos altamente sofisticados y con multitud de teclas y funciones que nunca se utilizan porque el usuario nunca es capaz de recordar esos extraños códigos que hay que marcar para realizarla. El teléfono se sigue utilizando casi de la misma manera que hace cincuenta años; las centrales han evolucionado mucho y ahora son digitales y controladas por complejos programas, con multitud de aplicaciones de valor añadido a su alrededor, pero para el usuario apenas nada ha cambiado. La telefonía, hasta hoy enfocada al mercado de la voz, ha mostrado escaso interés en el soporte de las aplicaciones de datos pero, afortunadamente, está empezando a cambiar y este cambio mantiene un ritmo acelerado.

En cambio, no ha sucedido lo mismo en los PC, ya que si su evolución tecnológica ha sido muy importante, mucho más lo ha sido la de las aplicaciones que funcionan sobre él, todas ellas



encaminadas a facilitar el aprendizaje y uso, presentando unas interfaces muy amigables y permitiendo el intercambio de información entre varias distintas. Con ello se ha conseguido su rápida aceptación por parte de los usuarios, como por ejemplo ha sucedido con el entorno Windows o con varios de los navegadores (browsers) para Internet, como son Internet Explorer o Netscape Communicator .

Por tanto, la integración entre el teléfono y el PC, o más genéricamente entre la telefonía y la informática, se presenta como la vía para conseguir aplicar toda la potencia del último al primero y dotarle de lo que éste carece: una interfaz amigable. Pero no es sólo esto, sino que, como veremos a lo largo de los últimos capítulos, los beneficios para los usuarios y las empresas derivados de esta integración entre las redes de voz y las de datos se manifiestan en muchos otros aspectos, sobre todo al considerar el protocolo IP y la capacidad de integración de servicios, tanto de voz, como de datos e imágenes alrededor de él.

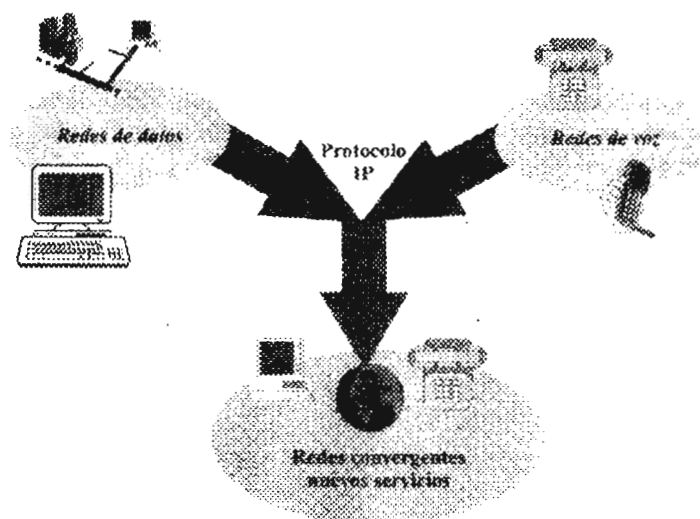


Figura 1.9. La integración entre la telefonía (voz) y la informática (datos) conduce a redes convergentes.

## 1.6. TELEFONIA SOBRE IP

Frente al constante cambio de las telecomunicaciones, la telefonía sobre IP es excepcionalmente prometedora. Ante un mercado global cada vez más competitivo, las compañías telefónicas ya existentes (*incumbents*), los proveedores de servicios de Internet (ISP), las operadoras locales emergentes (*greenfields*), así como las distintas Administraciones de Telecomunicaciones buscan, constantemente, maneras de aumentar la oferta de servicios.

La telefonía sobre IP ha captado la atención de dichos proveedores de servicios en todo el mundo, ofreciendo una amplia gama de servicios nuevos y reduciendo al mismo tiempo sus costos de infraestructura. La voz sobre IP (*Voice over IP* o VoIP) está cambiando el paradigma de acceso a la información, fusionando voz, datos, fax y funciones multimedia en una sola infraestructura de acceso convergente.

Mediante la telefonía sobre IP, los proveedores de servicios pueden ofrecer servicios de voz básicos y ampliados a través de Internet, incluyendo la llamada en espera en Internet, el comercio en la *Web* por telefonía y comunicaciones interactivas multimedia. Estos servicios se integrarán de manera ininterrumpida a las redes conmutadas existentes (RTPC) a fin de permitir que se originen o terminen llamadas en teléfonos tradicionales según sea necesario. Dado que IP es una norma abierta, VoIP brinda a los proveedores de servicios flexibilidad para personalizar sus servicios existentes e implementar nuevos servicios con mayor rapidez y eficiencia en función de los costos, incluso en áreas remotas dentro de su región.

## Cómo funciona la voz sobre IP

La voz sobre IP convierte las señales de voz estándar en paquetes de datos comprimidos que son transportados a través de redes de datos en lugar de líneas telefónicas tradicionales. La evolución de la transmisión conmutada por circuitos a la transmisión basada en paquetes toma el tráfico de la red pública telefónica y lo coloca en redes IP bien provisionadas. Las señales de voz se encapsulan en paquetes IP que pueden transportarse como IP nativo o como IP por *Ethernet*, *Frame Relay*, ATM o SONET.

Hoy, las arquitecturas inter operable de voz sobre IP se basan en la especificación H.323v2. La especificación H.323 define *gateways* (interfaces de telefonía con la red) y *gatekeepers* (componentes de conmutación inter oficina) y sugiere la manera de establecer, enrutar y terminar llamadas telefónicas a través de Internet. En la actualidad, se están proponiendo otras especificaciones en los consorcios industriales tales como SIP, SGCP e IPDC, las cuales ofrecen ampliaciones en lo que respecta al control de llamadas y señalización dentro de arquitecturas de voz sobre IP.

## 1.7. IP Y LAS COMUNICACIONES MÓVILES

Durante los últimos años el crecimiento de Internet y la aparición de los nuevos servicios del mundo IP se ha ido produciendo simultáneamente al éxito de las Comunicaciones Móviles. La red móvil de Tercera Generación (3G) proporciona la convergencia de ambos mundos y prevé una gran demanda de servicios multimedia a medio plazo. Pero los requerimientos en cuanto a Calidad de Servicio (QoS) de las aplicaciones 3G son mucho más exigentes y diferentes de aquellos sobre los cuales fueron diseñadas las redes IP actuales. Es preciso definir nuevos esquemas que permitan asegurar los niveles de calidad extremo a extremo, desde el terminal origen hasta el terminal destino o servidor de aplicaciones. Es necesario definir las correspondencias (*mapping*) de parámetros de calidad en cada una de las interfaces de una red tan compleja como es la red UMTS, donde además del terminal móvil es necesario considerar la interfaz radio, la red de acceso (UTRAN), la red de conectividad, la red de servicios y la interconexión con otras redes de paquetes, como son las GSM/GPRS y las WLAN.

Conceptos como diferenciación de tráfico (*IETF Diffserv*), reserva de ancho de banda e ingeniería de tráfico mediante MPLS (*Multiprotocol Label Switching*), control de admisión, supervisión, gestión en la interfaz radio, etc. van a proporcionar la calidad de servicio requerida por la aparición de nuevos servicios y aplicaciones de las redes 3G permitiendo, a la vez, un adecuado control y aprovechamiento de los recursos existentes.

Organismos como son el IETF, el IEEE y el 3GPP trabajan en la definición de los protocolos y arquitecturas de la red 3G. Con la introducción del Release 5 del 3GPP, que implica la implementación del dominio IP Multimedia y la transición hacia IPv6 se habilitan nuevos servicios multimedia basados en protocolo SIP (*Session Initiation Protocol*) sobre redes «All IP». Asimismo se impone una transición lenta entre IPv4 e IPv6, que significa una inevitable convivencia de ambos protocolos en una red mixta, ya que la gran cantidad de redes y equipos actuales no posibilita una transición inmediata entre uno y otro tipo.

## 1.8. RED TELEFÓNICA PÚBLICA

La Red Telefónica Pública está constituida por todos los medios de transmisión y conmutación que soportan el Servicio Público Telefónico, ofrecido por uno o más operadores en cada país. Sirve, por tanto, para establecer comunicaciones vocales entre usuarios de dicho servicio y, mediante el empleo de módems, comunicaciones de datos. Habitualmente se la conoce como RTPC (Red Telefónica Pública Conmutada) o, simplemente, por RTC, de manera abreviada.

### Necesidad de centrales

Inicialmente, los usuarios del servicio telefónico se conectaban todos entre sí, pero conforme su número aumentaba, esto se hacía impracticable por el gran número de conexiones que se requerían. Así, muy pronto, a partir de la «invención» y primera patente del teléfono por Alexander o. Bell en dura pugna con Elisha Oray, que lo hizo unas horas más tarde (aunque en el 2002 el Congreso de los Estados Unidos ha reconocido al italiano Meucci como el auténtico inventor), se empiezan a instalar centrales de conmutación, primero manuales y después automáticas, que eliminan la necesidad de tener a todos los usuarios conectados permanentemente. En 1889 Almond B. Strowger inventa el teléfono de marcación por pulsos (decádico o de disco) y el primer selector automático, que se perfeccionó en 1896, eliminando la necesidad de operadoras para establecer la comunicación. Desde entonces los sistemas de conmutación han evolucionado, desde los primeros mecánicos, hasta los últimos digitales y electrónicos, pasando por los electromecánicos, aumentando al mismo tiempo su capacidad en cuanto al número de usuarios que pueden soportar, su capacidad de proceso y las facilidades que ofrecen, reduciendo simultáneamente su tamaño, peso y consumo energético.

Uno de los motivos (aunque no el único) de la existencia de las centrales telefónicas es el de ahorrar en el número de conexiones que se deben efectuar entre los aparatos de abonado (a los que, de ahora en adelante, denominaremos abonados). En efecto, puesto que cualquier abonado debe poder hablar con cualquier otro abonado independientemente de su localización geográfica relativa, una primera aproximación podría ser conectar entre sí todos los abonados de un área determinada. En este caso, el número de conexiones necesarias para N abonados sería:

$$C = \binom{N}{2} = \frac{N \cdot (N - 1)}{2}$$

Sin embargo, este método resulta excesivamente complicado y caro para la red telefónica pública, por lo que solamente se emplea en pequeñas redes de telefonía privada. Además, no tiene sentido tener conectados siempre los abonados entre sí, ya que la mayor parte del tiempo no harán uso del servicio telefónico. Por otra parte, está el requisito de que cada abonado ha de tener acceso a todos los demás abonados de su nación y, en último término, a todos los abonados del mundo, con lo que el valor de C se haría excepcionalmente alto.

Una alternativa posible consiste en conectar todos los usuarios de una determinada área (área local o área de central) a una facilidad que se encargue de efectuar la interconexión. En este caso:

$$C = N$$

A esta facilidad se le denomina **central de conmutación** y dispone de órganos de conexión que permiten enlazar dos líneas cualesquiera y mantener el enlace mientras dura la llamada. En ella, y más concretamente en el equipo de conmutación, reside la inteligencia necesaria para encaminar correctamente la llamada desde su origen (abonado llamante) hasta su destino (abonado llamado). Con esta disposición, no hay uniones permanentes y exclusivas entre los usuarios, sino que los enlaces de la central están a disposición de todos ellos.

Cuando el número de abonados crece, resulta insuficiente utilizar una sola central, tanto por su distribución como porque la mayor dispersión geográfica de los abonados obligaría a tener que utilizar enlaces excesivamente largos. Si las centrales no estuvieran conectadas entre sí,

solamente podrían comunicarse telefónicamente aquellos abonados pertenecientes a la misma área de central, por lo que se hace necesario conectar entre sí las diferentes centrales.

### Estructura jerárquica

Al considerar la interconexión de un conjunto de centrales de abonados se vuelve a plantear el mismo problema que se daba al conectar a los abonados entre sí. Por esta razón se opta por una red en estrella, en la que varias centrales de abonado se interconectan a través de otra central de categoría superior (Figura 1.10), la cual a veces se llama central de tránsito, ya que en ella ni se inician ni se terminan llamadas.

De esta manera, las centrales van definiendo una estructura característica denominada Red Jerárquica en la que el conjunto de centrales están unidas entre sí de tal manera que cada una de ellas depende de una, y sólo una, de categoría inmediatamente superior, estando las centrales de máxima categoría unidas todas entre sí.

Las categorías de centrales establecidas en la red jerárquica, en sus diversos niveles, son las siguientes (aunque pueden recibir una denominación distinta, según los operadores):

- Central local: central a la que están conectados los abonados.
- Central tándem: central utilizada para conectar las distintas centrales locales de un área que comprenda varias. Las centrales tándem pueden, a su vez, estar interconectadas.
- Central primaria: central a la que están conectadas las centrales locales y través de la cual establecen comunicaciones interurbanas.
- Central secundaria: central a la que están conectadas las centrales primarias para establecer comunicaciones interurbanas.

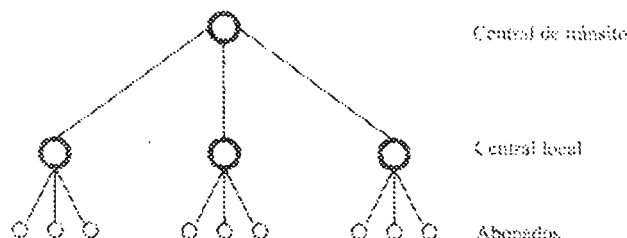


Figura 1.10. Las centrales locales se conectan entre sí por medio de las centrales de tránsito

- Central terciaria, cuaternaria, quinary, etc.: de ser necesarias, se definen de modo análogo a las centrales secundarias.

A medida que se asciende en la jerarquía, disminuye el número de centrales, por lo que la red jerárquica tiene una estructura arracimada.

Las uniones entre centrales por red jerárquica se denominan:

- **Línea de abonado:** circuito que conecta el aparato de abonado a la central local.
- **Sistema telefónico local:** conjunto formado por el aparato de abonado, la línea de abonado y el puente de alimentación.
- **Circuitos locales:** circuitos que enlazan una central local con una central primaria y pueden formar parte de comunicaciones interurbanas (incluidas las comunicaciones internacionales).
- **Circuitos interurbanos:** circuitos que enlazan centrales primarias, secundarias, etc.

Genéricamente, nos referiremos a tales uniones con el nombre de secciones finales. De esta forma, si queremos comunicar dos abonados a través de la red jerárquica, el camino para hacerlo es único y se denomina ruta final.

Sin embargo, muy a menudo podrá hacerse un encaminamiento de la llamada más corto, lo que significa más económico y con mejor grado de servicio. Por ello, en la red telefónica real existen enlaces entre centrales que no deberían estar unidos según los principios jerárquicos y que dan lugar a los que se denomina Red Complementaria. La Red Complementaria, superpuesta y conectada a la Red Jerárquica, se basa en dos conceptos:

- Sección directa: una sección directa es un conjunto de enlaces que une dos centrales a las que, desde el punto de vista jerárquico, no les correspondería estar enlazadas directamente. Tal y como muestra la Figura 1.11, el encaminamiento a través de secciones directas es más corto que el encaminamiento a través de secciones finales. Por ello, las secciones directas se toman como primeras opciones de encaminamiento y sólo cuando no se puede encaminar por ellas se hace por las secciones finales (lo cual, por otra parte, explica su nombre). Las secciones directas pueden establecerse, no sólo entre centrales locales, sino entre centrales primarias y entre centrales secundarias. Además, también está permitida la existencia de secciones directas entre centrales de distinta jerarquía, siempre y cuando no difieran entre sí en más de un nivel aunque, en estos casos, debe realizarse un estudio previo.

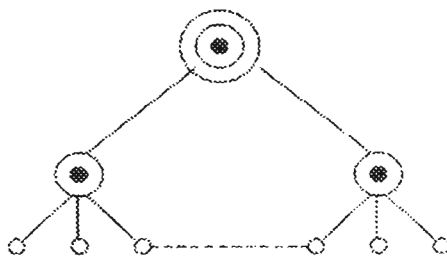


Figura 1.11 Unión directa entre dos centrales locales

- Central tándem: en las áreas urbanas muy complejas existen centrales tándem, que son centrales de tránsito (sin abonados propios) a las que se conectan otras centrales y que no pertenecen a la Red Jerárquica. Las hay de dos tipos: urbanas e interurbanas.

La existencia de la Red Complementaria supone que el camino entre dos abonados ya no es único, tal y como lo sería si sólo existiera la Red Jerárquica, sino que, en la generalidad de los casos, hay varios caminos posibles entre los que las centrales tendrán que decidir el encaminamiento. Esta red se encuentra tan extendida que para ciertos tipos de tráfico cursa la mayor parte de las llamadas (por ejemplo, las llamadas entre áreas secundarias distintas).

## **1.9.CENTRALES DE CONMUTACIÓN**

Como hemos visto, uno de los motivos de la existencia de centrales telefónicas es el ahorro en el número de conexiones. Sin embargo, no es éste el único. Durante el ciclo de vida de una llamada (descuelgue del terminal por parte del abonado llamante, envío de tonos de invitación a marcar, etc.) es necesaria la realización de una serie de funciones de señalización y conmutación y de otras que veremos más adelante, que requieren un cierto grado de inteligencia en la Red Telefónica. Dicha inteligencia, por razones de complejidad y tamaño, no está distribuida en los aparatos telefónicos, sino que está concentrada en las centrales.

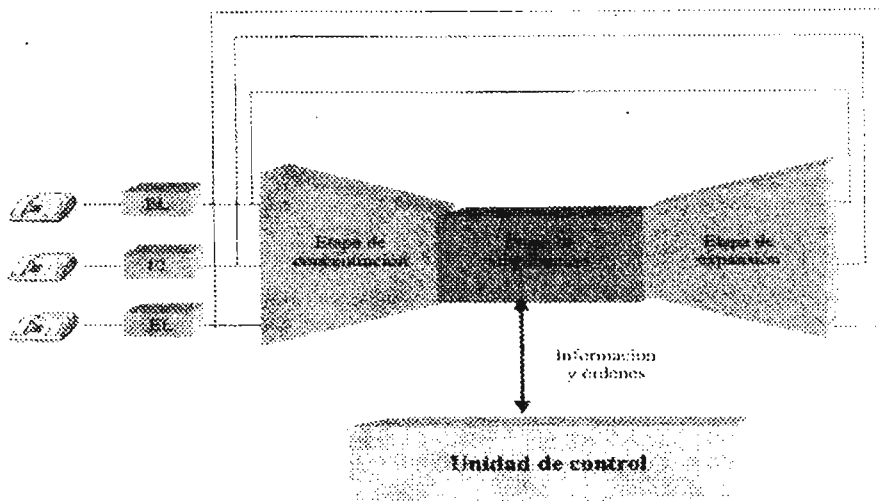
El componente fundamental de una central de conmutación es el denominado equipo de conmutación, compuesto por una serie de órganos automáticos y de circuitos. La solución que se da a la realización del equipo de conmutación no es única, sino que cada solución, suficientemente diferenciada de las demás, se conoce como sistema de conmutación. Este sistema de conmutación se divide en dos partes bien diferenciadas: red de conexión y unidad de control.

La red de conexión es el conjunto de órganos y circuitos que constituyen el soporte físico de la comunicación. Esto quiere decir que cuando a través del equipo de conmutación se establece

una llamada de cualquier tipo, se efectúa la conexión física oportuna en la red de conexión. Este camino, denominado camino de conversación (puesto que por él fluirá la conversación entre los abonados) está definido por un cierto número de puntos de cruce de la red de conexión, cada uno de los cuales constituye una conexión individual. Hay que decir que el camino de conversación no es único, en el sentido de que entre dos terminales de la red de conexión existen multitud de caminos distintos, definidos por puntos de cruce diferentes. Será la unidad de control la que determinará qué puntos de cruce se efectuarán de acuerdo con información externa a la central que recibe (fundamentalmente, de las cifras marcadas) y con información interna a la central (básicamente relativa a la ocupación de los puntos de cruce). En virtud de tales informaciones, la unidad de control elabora órdenes hacia los órganos y circuitos de la red de conexión, efectuando y/o deshaciendo puntos de cruce, lo que determina cuáles son los caminos de conversación para cada llamada.

**Red de conexión**

Independientemente de la solución de conmutación por la que se opte en la red de conexión (red mallada, con reagrupamiento, etc.), dicha red de conexión se compone de tres etapas diferentes: concentración, distribución y expansión. Estas tres etapas quedan recogidas en la Figura 1.12.



**Figura 1.12** Etapas que constituyen la red de conexión

Los abonados se conectan directamente a la entrada de la **etapa de concentración**. Sin embargo, el número de circuitos a la salida de esta etapa es muy inferior al número de abonados. El motivo es que no resulta necesario equipar un número de circuitos y de órganos de conmutación igual al de abonados, pues éstos, durante la mayor parte del tiempo, no están cursando tráfico. Así pues, cada abonado dispone de un equipo individual, único y exclusivo para él, denominado equipo de línea (EL), que será capaz de detectar el descolgado, individualmente para cada abonado. El equipo de línea se conecta a la entrada de la etapa de concentración y el conjunto de los equipos de línea tiene acceso a un número inferior de órganos y circuitos, situados al final de la etapa de concentración.

*Se define el índice de concentración o severidad de la concentración como el cociente entre el número de entradas y el número de salidas de la etapa de concentración. No es obligado que exista accesibilidad total, pudiendo existir congestión en algunos casos.*

La etapa de concentración permite economizar en el número de circuitos, pero evidentemente no permite que todos los abonados puedan comunicarse simultáneamente. El número de circuitos de que se dispone a su salida se calcula atendiendo a estudios estadísticos de

tráfico, de manera que se consiga un grado de servicio aceptable por los abonados. El tráfico se concentra en los circuitos de salida de la etapa de concentración. La intensidad de tráfico promedio, anteriormente citada, se conoce también como coeficiente de tráfico y tasa de tráfico y se suele expresar en Erlangs/línea (E/L). Valores típicos del coeficiente de tráfico son 0,03 a 0,05 E/L para los abonados y 0,6 a 0,9 E/L para los circuitos de salida de la etapa de concentración, en la hora cargada.

Los circuitos que constituyen la salida de la etapa de concentración, acceden a la **unidad de control** (constituida, a su vez, por un número inferior de órganos) y son la entrada de la etapa de distribución. Esta etapa, también conocida como etapa de grupo, tiene el mismo número de entradas que de salidas. Su existencia se justifica por razones de mejora de la accesibilidad entre los órganos y circuitos de la red de conexión. El coeficiente, o tasa de tráfico, se mantiene, pues, constante en la etapa de distribución.

La **etapa de expansión** tiene menor número de entradas que de salidas. Las entradas de la etapa de expansión son los circuitos de salida de la etapa de distribución, y las salidas de la etapa de expansión son los abonados (en igual número que las entradas de la etapa de concentración). La razón de la existencia de la etapa de expansión es que, aunque el tráfico de los abonados se haya concentrado en número inferior de circuitos, la comunicación ha de poder finalizar entre todos y cada uno de ellos. El índice de expansión es el cociente entre el número de entradas y el número de salidas de la etapa de expansión. En la etapa de expansión, el coeficiente o tasa de tráfico, pasa de 0,6 a 0,9 E/L en sus circuitos de entrada, a 0,03-0,05 E/L en los abonados.

Existen sistemas de conmutación que tienen red de conexión replegada, es decir, que las etapas de concentración y expansión están materializadas por los mismos órganos.

### Conmutación espacial y temporal

En cuanto a la naturaleza de la conmutación llevada a cabo por la red de conexión, cabe distinguir entre **conmutación espacial** y **conmutación temporal**, que pasamos a describir en los párrafos siguientes.

El origen de la conmutación espacial que, por otra parte, fue la primera en aparecer, se remonta a las redes de conexión analógicas. La señal eléctrica que el teléfono produce en el par de hilos que lo conectan a la central cuando se habla delante del micrófono, es una señal analógica (Figura 1.13).

Cuando un sistema de conmutación tiene una red de conexión analógica, conmuta la señal que recibe por el par de abonado (o por el enlace de llegada, según el caso), sin someterla previamente a ningún tipo de modulación. Se conmuta, pues, el canal telefónico vocal en baja frecuencia. Por tanto, por un mismo camino físico de la red de conexión, sólo puede establecerse una única comunicación, como se puede ver en la Figura 1.14, ya que si dos comunicaciones se establecieran por el mismo camino físico, se sumarían las dos señales analógicas correspondientes.

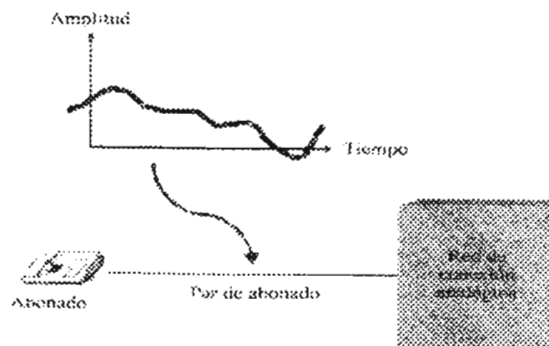


Figura 1.13 Los abonados se conectan a la central local mediante una línea analógica.

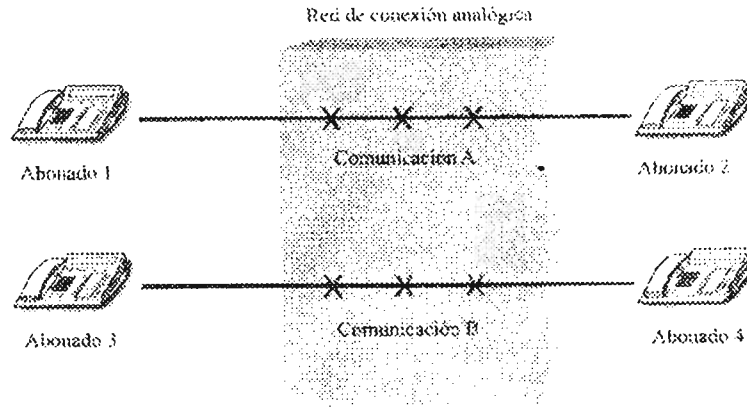


Figura 1.14 La red de conexión analógica establece un camino físico entre los abonados

Cada camino físico queda materializado por un conjunto de puntos de cruce (espaciales) que han de ser obligatoriamente distintos y en ningún caso compartido por ambos caminos. Lo que diferencia un camino de otro es su posición en el espacio y, por tanto, a este tipo de conmutación se le llama conmutación espacial. Las comunicaciones, una vez establecidas, no sufren ningún retardo inherente a la conmutación y el único retardo que sufren es el debido a la propagación de la señal, que es muy pequeño, por lo que se puede decir que la conmutación analógica es instantánea.

Sin embargo, por motivos económicos y, a veces también, por motivos de calidad de transmisión, puede someterse la señal analógica de un procesado previo a su conmutación. El objetivo que se persigue es multiplexar (combinar) sobre un mismo enlace la señal procedente de fuentes distintas, de manera que se aumente la capacidad de conmutación del equipo.

La **Teoría de la Señal** demuestra que, bajo ciertas condiciones, la información transportada por una señal puede recuperarse a partir de sus muestras tomadas con la suficiente frecuencia.

El proceso de muestreo, cuantificación y codificación de la señal de voz supone la conversión al dominio digital de dicha señal. Para ello, la señal analógica sufre un proceso de Modulación por Impulsos Codificados (MIC), una técnica digital concebida en 1937 por Alec Reeves, por lo que una red de conexión capaz de conmutar señales MIC es una red de conexión digital. En inglés, a esta técnica se la conoce como PCM, *Pulse Code Modulation*.

En el caso digital, la misión fundamental de la red de conexión consiste en trasladar un conjunto de bits (usualmente ocho, que forman un octeto) pertenecientes aun intervalo de tiempo  $i$  de un múltiplex  $n$ , aun intervalo de tiempo  $j$  de un múltiplex  $m$ . Cada múltiplex es un conjunto físicamente separado de los demás múltiplex MIC (Figura 1.15).

Por cada canal útil de cada uno de los múltiplex MIC puede enviarse información vocal referente aun abonado o aun enlace. De manera que la conexión individual es una conexión abonado-abonado, abonado-enlace, enlace-abonado o enlace-enlace, según lo que se haya conectado a los múltiplex MIC a través de las correspondientes interfaces (circuitos de adaptación). La señal MIC es unidireccional, mientras que una comunicación telefónica necesita el transporte de información bidireccional, en el sentido abonado llamante-abonado llamado y en sentido inverso. Es decir, que la conexión  $i-j$  anteriormente indicada, es sólo capaz de transmitir información en la dirección  $i-j$ , pero no en la dirección  $j-i$ , para la cual hace falta una conexión completa en sentido inverso, con sus puntos de cruce distintos de los anteriores, realizada también por la red de conexión digital.



El Teorema de Nyquist establece que si la frecuencia de muestreo es, al menos, el doble del ancho de banda de la señal que se muestrea, la información que contiene esta última podrá recuperarse fielmente a partir de las muestras de la señal original.

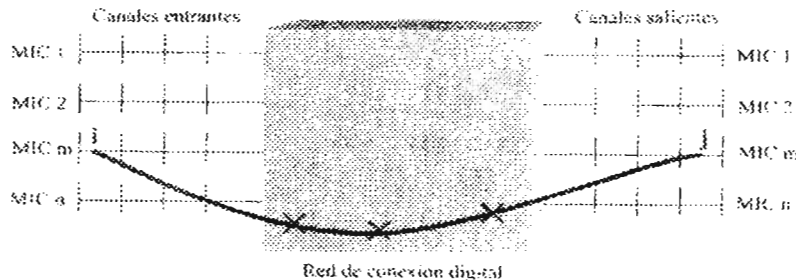


Figura 1.15 Técnica de conmutación empleada con la codificación MIC

A diferencia de lo que ocurría con las redes de conexión analógicas, en las redes digitales cualquier camino físico a través de la red de conexión puede ser compartido por varias comunicaciones simultáneamente, puesto que las muestras de cada señal se transmiten en instantes distintos. Por tanto, en una red de conexión digital, el proceso de efectuar la conmutación puede precisar, en general, dos operaciones: una transferencia física de un múltiplex a otro (conmutación espacial) y un almacenamiento de la muestra en memoria durante un tiempo menor que el tiempo de una trama (conmutación temporal). Por tanto, una red de conexión digital es una red espacio-temporal.

#### Unidad de control

La unidad de control está constituida por un conjunto de circuitos encargados de recibir informaciones y de producir las órdenes necesarias para el completo encaminamiento de las comunicaciones mediante el tratamiento de la información recibida.

#### Control en los sistemas analógicos

En los sistemas de conmutación analógicos existen dos tipos de control:

- **Control progresivo:** el establecimiento de la comunicación a través de la red de conexión de la central se realiza sin saber en cada etapa si la siguiente etapa de conmutación tendrá salidas libres en la dirección deseada. Sea cual sea el tipo de llamada, el equipo de conmutación de la central dispone, en general, de una gran variedad de caminos posibles a través de la red de conexión para que la llamada llegue a su objetivo. Por otra parte, puntos de cruce distintos determinan caminos distintos. En cada etapa de la conmutación el sistema dispone, pues, de una cierta libertad a la hora de establecer el correspondiente punto de cruce, es decir, a la hora de buscar salidas de la etapa de conmutación. La salida de la etapa de conmutación elegida ha de cumplir dos condiciones:

- Ha de ser una salida en la dirección deseada, es decir, que encamine a la comunicación a través de la red de conexión por uno de los posibles caminos que lleven la llamada a su objetivo.
- Ha de ser una salida libre, es decir, no ocupada por ninguna otra comunicación.

Si todas las salidas en la dirección deseada de la etapa de conmutación están ocupadas, la llamada fracasa por congestión, aunque hay sistemas de conmutación que intentan encontrar un nuevo camino.

- **Control común:** en cada etapa de conmutación se encamina la llamada por una salida libre en la dirección deseada pero, además, se investiga si dicha salida libre encamina hacia sucesivas etapas que tengan, a su vez, salidas libres en la dirección deseada. Al menos, se investiga la etapa siguiente a la etapa en la que se está realizando la selección. Con el empleo de control

común, la probabilidad de que la llamada fracase por congestión es menor que en el caso del control progresivo.

### Control en los sistemas digitales

En los sistemas digitales la unidad de control está materializada por uno o varios microprocesadores. Tiene las siguientes ventajas sobre la red de control de los sistemas analógicos:

- Potencia y velocidad de procesamiento de la información.
- Seguridad del servicio.
- Adaptabilidad a las necesidades del ambiente telefónico ya las peticiones de los clientes del servicio.

El control puede hacerse de tres formas:

- **Control por lógica cableada:** consiste en sustituir los dispositivos electromecánicos utilizados en las unidades de control de los sistemas analógicos por componentes electrónicos, pero realizando las mismas funciones. Representa un cambio tecnológico en la unidad de control por ser un cambio en la filosofía de la conmutación respecto de los sistemas analógicos. Simplemente se reemplaza la tecnología electromecánica por tecnología electrónica, con la ventaja de una mayor velocidad, mayor fiabilidad y menor tamaño. Tiene la desventaja de su rigidez de funcionamiento, similar ala de los sistemas analógicos.
- **Control por programa cableado:** utiliza un programa cableado en el que las instrucciones están incorporadas en un modelo de conexiones físicas fijas entre un grupo de elementos. Es, por tanto, fijo. Al igual que el anterior, este tipo de control tiene la desventaja de su rigidez.
- **Control por programa almacenado (Stored Program Control):** el funcionamiento de la unidad de control obedece a las instrucciones de los programas almacenados en las memorias de la central, con la importantísima particularidad de que tales instrucciones son fácilmente modificables por otros programas.

Existen dos tipos fundamentales de S PC:

- Control SPC centralizado: un procesador dado tiene acceso directo a todos los recursos de la central y ejecuta todas las funciones de la misma. Normalmente, esto implica que la central dispone de un único ordenador central (duplicado por seguridad). Este control se denomina también control común.
- Control s PC distribuido: un procesador, en un estado dado, no tiene acceso más que a una parte de los recursos y/o no es capaz de ejecutar más que una parte de las funciones del sistema. En la práctica esto lleva, en el sistema digital existente, a que exista un elevado número de microprocesadores que llevan, en su conjunto, el control de la central.

La gran ventaja del control s PC es la flexibilidad en los programas y, por su importancia, a continuación se le dedica un apartado específico.

### Control s PC

En una central s PC hay que distinguir entre lo que es *hardware* o soporte físico y lo que es *software* o soporte lógico. La unidad de control s PC hace uso, como se aprecia en la Figura 1.16, de los siguientes elementos:

- Procesadores: controlan la conmutación y supervisan las conexiones de la central.
- Memoria central del procesador: en la que están almacenados los programas y datos de uso más frecuente.
- Órganos de entrada/salida, que son:

- Memorias de masa: en las que se almacenan por seguridad todos los programas y datos fijos de la central.
  - Dispositivos MMC (*Man Machine Communication*): son dispositivos de comunicación hombre-máquina para el intercambio de informaciones y órdenes con el sistema.
- Circuitos de interfaz con la red de conexión de la central.

Los tiempos de respuesta exigidos por la conmutación telefónica a la unidad de control de estos sistemas son extremadamente cortos.

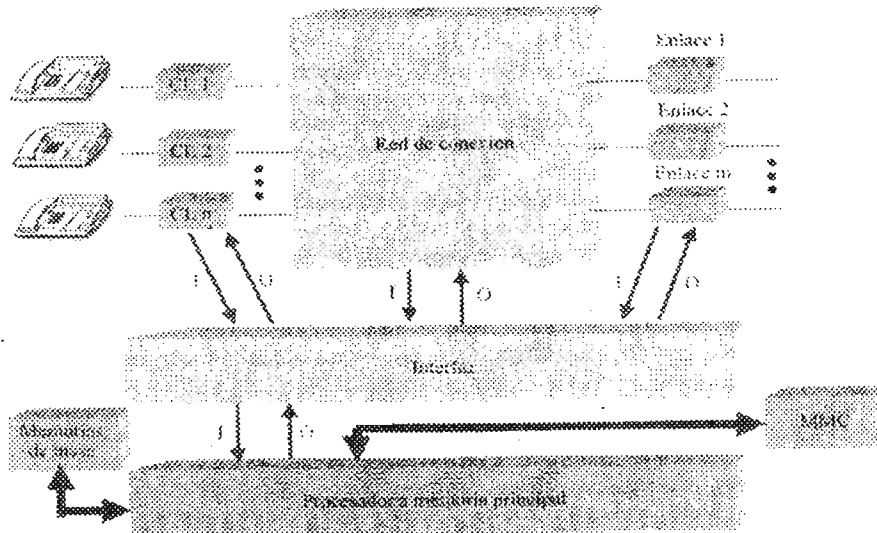


Figura 1.16 Diagrama del bloque de control por programa almacenado (SPC)

Ha sido preciso desarrollar ordenadores especializados acordes con los requerimientos impuestos por la naturaleza del servicio telefónico y la explotación de los sistemas de conmutación. Un sistema de conmutación telefónico público ha de tratar decenas de miles de líneas de entrada y procesar varios miles de llamadas en paralelo. Una llamada típica dura entre 100 y 200 segundos, pero durante este tiempo se requiere que el control efectúe unas pocas operaciones de conmutación: conectar o liberar un camino de conversación. El tiempo restante se destina a la supervisión de la llamada, consistente en observar las condiciones de la señalización que indican las peticiones de cambio del estado de una conexión. La supervisión está asociada a las unidades *hardware* por las que transcurre el tráfico telefónico y es realizada mediante la ejecución de una rutina periódica que explora el *hardware* en busca de tales cambios. Una vez se detecte un cambio válido, debe ser procesado para determinar su significado y se han de ejecutar las órdenes apropiadas para modificar el diagrama de conexión o transferir información de señalización hacia otra central.

### Software del procesador

Las peculiaridades más significativas de los sistemas telefónicos con control SPC derivan de la utilización de procesadores en la unidad de control y de la incorporación de software a las mismas. El diseño del software para los sistemas SPC utiliza muchas de las técnicas de la programación en tiempo real, pero ha introducido también gran número de técnicas de programación propias en lenguaje de alto nivel. Estas técnicas se precisan para hacer frente a las características especiales asociadas con los sistemas de conmutación SPC.

En la organización del software para un sistema de conmutación con control SPC interviene de modo crucial el hecho de que debe funcionar en tiempo real, es decir, el software debe responder rápidamente a señales y datos (informaciones), procedentes de las líneas de

abonado y de otros de sistemas, a través de los enlaces. De no hacerlo así, el tratamiento de las llamadas sería inadecuado y habría una degradación general del servicio.

El retraso en efectuar algunas funciones del software tiene más repercusiones en la calidad del servicio prestado que el de otras (ésta es una de las causas de las interrupciones). Por tanto, en la mayor parte de los diseños las funciones software se organizan con una jerarquía de ejecución, algunas funciones se efectuarán según un plan estricto y otras pueden demorarse.

El tiempo total utilizado por un procesador de una central SPC puede repartirse (Figura 1.17) entre los cuatro conceptos siguientes:

- Tiempo fijo de operación auxiliar: es el tiempo invertido por el procesador para su propia organización interna. Es independiente del tráfico, volumen del equipo y configuración de la memoria.
- Tiempo variable de operación auxiliar: tiempo invertido en funciones que son constantes en una determinada central pero que pueden variar de una central a otra, según la configuración de la central. Dicho tiempo, para una configuración dada de central, es fijo.
- Tiempo de proceso de la llamada: tiempo invertido en todas las uniones a que da lugar el tráfico en la central. Este tiempo depende del tráfico y cuando no hay tráfico es nulo.
- Tiempo de relleno: tiempo sobrante, una vez atendidas todas las condiciones anteriores. Durante el tiempo de relleno pueden realizarse las funciones demorables como son las revisiones de la memoria del sistema, diagnóstico de mantenimiento y atenciones a los diálogos con el operador.

Para disponer de un margen de explotación (D), deberá preverse que la suma del tiempo fijo de operación auxiliar, tiempo variable de operación auxiliar y tiempo de proceso de llamadas a pleno tráfico, no exceda de un determinada magnitud (por ejemplo 95 por 100 del tiempo total).

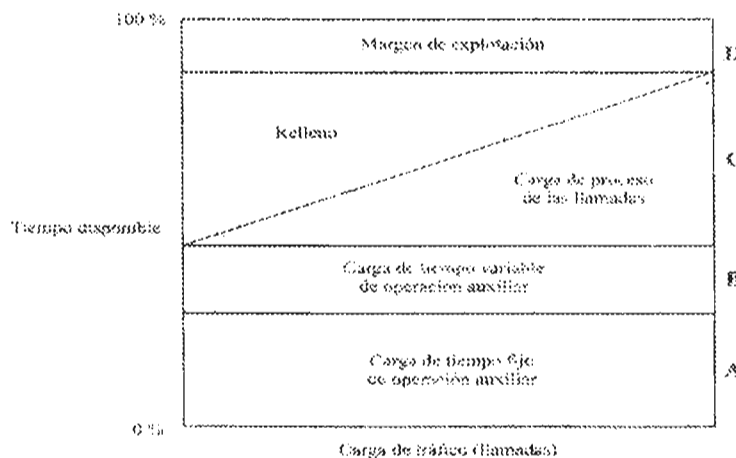


Figura 1.17 Reparto del tiempo total utilizado por un procesador de una central SPC

Las centrales controladas por programa almacenado deberán tener suficiente capacidad de proceso para satisfacer los criterios de calidad de servicio en condiciones de carga de tráfico normal y carga de tráfico elevada sin suspender la ejecución de funciones de gestión y mantenimiento. En previsión de fallos, suelen incorporar procesadores duplicados.

### Duplicación del procesador

La duplicación puede llevarse a cabo de 3 maneras:

- **Duplicación en activo-reserva:** el procesador activo se encarga de todo el tráfico (recibe informaciones y envía órdenes) y el de reserva se encarga de sustituir automáticamente al activo cuando éste falla. En la Figura 1.18a se muestra la manera de conexión entre ambos procesadores. Los programas están presentes en ambos procesadores pero el que

está en reserva no verifica todas las funciones que tendrá que realizar cuando controle el tráfico, aunque se encuentre realizando rutinas de autocomprobación. Para que no se pierdan llamadas cuando se transfiera el trabajo de un procesador a otro, es necesario enviar mensajes al que se encuentra en reserva acerca del estado de las llamadas. Los fallos pueden presentarse en los circuitos (fallo hardware) o en los programas (fallo software). Esta forma de duplicación no está preparada en sí misma para detectar los fallos, por lo que será necesario proveer de medios adicionales de detección y localización de fallos. Las ventajas de una duplicación en activo-reserva residen en la sencillez. El inconveniente más destacado es que nunca se puede asegurar en el momento de la sustitución que el procesador que pasa a activo esté en perfectas condiciones.

**Duplicación en operación síncrona:** los dos procesadores realizan simultáneamente las mismas operaciones. Con los mismos programas y las mismas informaciones, lógicamente las órdenes emitidas serían teóricamente idénticas. Sin embargo, para evitar conflictos, uno de los procesadores no transmite efectivamente las órdenes al exterior. Los resultados de ambos procesadores son continuamente comparados por un circuito independiente (unidad de comprobación), que detecta cualquier divergencia en el sincronismo, poniéndose fuera de servicio el procesador en falta. Esta duplicación tiene la ventaja de facilitar la detección de errores *hardware*, que son unilaterales (afectan aun solo procesador). Su principal inconveniente es la complejidad de la solución.

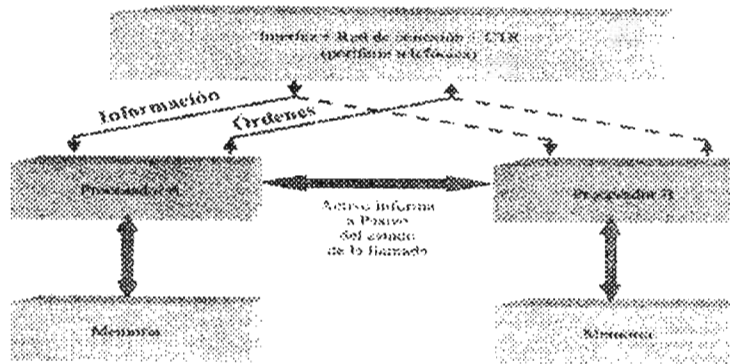


Figura 1.18a Procesadores trabajando en la modalidad activo- reserva

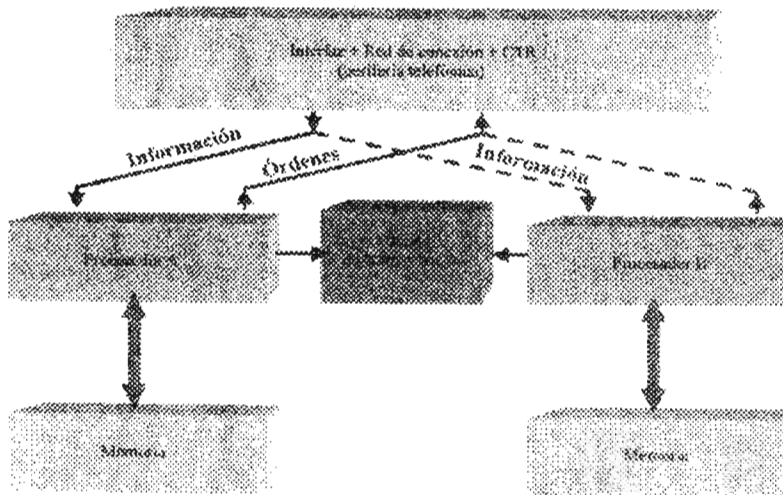


Figura 1.18b. Procesadores trabajando en la modalidad síncrona

- **Duplicación en reparto de carga:** la carga de tráfico se divide entre los dos procesadores. Sin embargo, si uno de ellos falla, el otro controlará todo el tráfico. De este modo, la capacidad del sistema es casi dos veces más alta que en los otros dos casos. No es exactamente el doble, ya que se pierde algún tiempo debido a interferencias entre los dos procesadores, que están, ambos, activos. Cada uno de los procesadores:
  - Puede cursar todo el tráfico y para ello ha de tener acceso a todos los terminales (líneas telefónicas y enlaces).
  - Informa al otro de las llamadas que cursa.
  - Se encarga de cursar las llamadas del otro procesador cuando éste falla.
  - Una nueva llamada es cursada por el procesador que primero la detecta. Los programas son ejecutados con el máximo desfase posible entre uno y otro procesador. Así, cuando un procesador está detectando llamadas, el otro está en otra fase. Puede lograrse por este sistema que se repartan las llamadas aproximadamente al 50 por 100, con lo que las informaciones y órdenes estarán también en esta proporción aproximada, en ambos procesadores.
  - Se admite que con los dos procesadores trabajando, puedan cursarse picos de tráfico del orden del 150 por 100 de la carga normal.

La detección de faltas la realiza cada procesador comprobando periódicamente el correcto funcionamiento del otro. La ventaja de este sistema reside fundamentalmente en que facilita la detección de errores de programación, aunque la detección de errores en los circuitos es difícil.

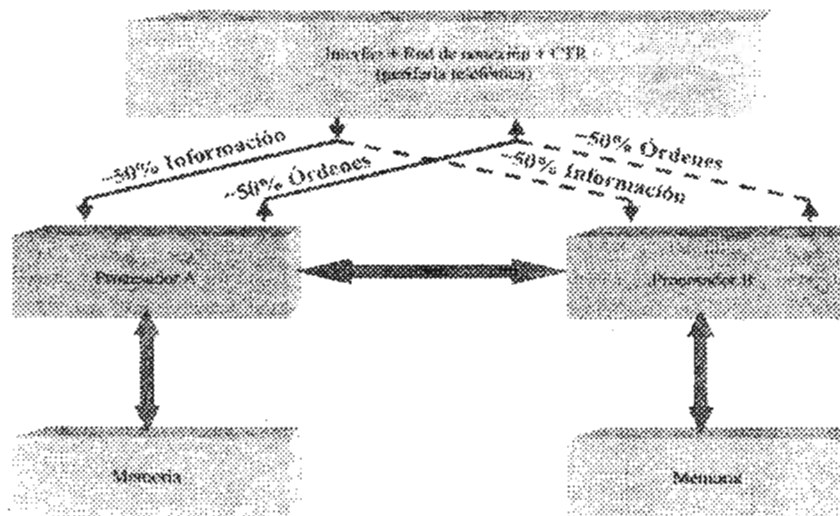


Figura 1.18c. Procesadores trabajando en la modalidad de reparto de carga

### Ventajas e inconvenientes del control SPC

Los sistemas de conmutación con control SPC ofrecen las siguientes ventajas:

- Desde el punto de vista de la explotación: el control SPC permite adaptar el funcionamiento del sistema de conmutación a las condiciones de explotación de cada momento ya que, para ello, basta con modificar el programa de control.
- Desde el punto de vista del mantenimiento: el control SPC permite automatizar gran parte de las labores de mantenimiento y la detección y localización automática de averías mediante programas con una reducción del número de personas necesarias para el mantenimiento.
- Desde el punto de vista de la gestión: el hecho de que el control se lleve a cabo vía *software* va a hacer posible, entre otras cosas, ocupar menos espacio en la planta,

localizar fácilmente datos sobre abonados, disponer de contadores en memoria y tasar detalladamente.

- Desde el punto de vista de los servicios ofrecidos a los abonados: de la flexibilidad característica de este tipo de control se deriva la disponibilidad de muchas clases de servicio así como un servicio mucho más rápido a los abonados, lo que redundará en una mayor calidad de servicio.

Sin embargo, no todo son ventajas. Los sistemas gobernados por control SPC adolecen de algunos inconvenientes que debemos tener en cuenta, como son una necesidad de personal mucho más especializado, mayor propensión a interrupciones completas del sistema, posibles costes iniciales más elevados, necesidad de previsiones de tráfico más precisas, mayor susceptibilidad ante anomalías externas, en particular ante el mal estado de la red de abonados, mayor susceptibilidad ante el fallo humano y los consecuentes gastos de actualización de *software*.

### **Funciones básicas en los equipos de conmutación**

Un equipo de conmutación, sea cual sea la tecnología con la que está realizado, ha de proporcionar un conjunto de funciones básicas imprescindibles para conseguir un adecuado servicio telefónico.

Entre estas funciones básicas, algunas son comunes a los sistemas con red de conexión analógica ya los sistemas con red de conexión digital y, otras son propias y específicas de los sistemas con red de conexión digital.

-Funciones básicas comunes a los sistemas analógicos y digitales:

- **Interconexión:** consiste en la capacidad del sistema de conmutación para suministrar vías de comunicación entre abonados de una central dada, entre estos abonados y cada uno de los enlaces que la unen con otras centrales y entre los enlaces a través de su red de conexión. La función de interconexión supone un ahorro en el número de conexiones.
- **Control:** la realizan un conjunto de órganos y circuitos que almacenan y procesan la información recibida del equipo de conmutación y controlan la red de conexión, estableciendo y liberando las conexiones (puntos de cruce) y, por tanto, estableciendo y liberando los distintos caminos de conversación. Tales órganos y circuitos constituyen la unidad de control.
- **Supervisión:** debe considerarse desde dos puntos de vista:

-El equipo de conmutación ha de someter a supervisión continua las líneas de abonado y enlaces por los que puede presentarse una llamada. Así, en los sistemas analógicos, el equipo de línea de abonado, único y exclusivo para cada abonado, es capaz de detectar el descuelgue, es decir, la llegada de una llamada a la central. En los sistemas digitales, se realizan exploraciones periódicas sobre las líneas de abonado (cada pocos milisegundos) capaces de detectar las llamadas.

-El equipo de conmutación ha de supervisar los caminos de conversación que ya están establecidos a través de su red de conexión para proceder a su liberación o retención, según proceda.

- **Señalización con los terminales de abonado:** en las centrales con abonados, es preciso que el sistema de conmutación intercambie un conjunto de señales con el abonado que permita acciones como:

-Detectar que un abonado desea establecer una llamada: esta acción pertenece a la función de supervisión pero la facultad de la central de recibir la señal de descuelgue del abonado pertenece a la función de señalización con los terminales de abonado.

-Avisar al terminal de abonado: para realizar esta acción se utilizan los tonos y señales, indicados en la Tabla 1.1, con sus cadencias correspondientes. Todos los tonos se envían al abonado llamante y la corriente de llamada se envía al abonado llamado.

-Recibir información de selección para establecer una conexión: se trata de información numérica, recibida desde una línea de abonado.

- Señalización con otras centrales: se produce a través de los enlaces y debe permitir acciones como:
  - Detectar la toma de un enlace de llegada por la central distante, es decir, detectar una llamada entrante o en tránsito.
  - Provocar la toma de un enlace de llegada de la central distante desde un enlace de salida de la propia central.
  - Recibir información de selección para establecer una conexión.
  - Transmitir información de selección para que la central distante establezca una conexión.
  - Almacenamiento y análisis de la información recibida.
- Selección y conexión: es el proceso de buscar un camino libre entre los muchos posibles que pueden unir eléctricamente a los extremos (ya sean abonados o enlaces) y elegir uno entre ellos. Una vez elegido, la función de conexión permite operar los puntos de cruce individuales que constituyen el camino de conversación seleccionado.

**Tabla 1.1** Tabla con los tonos y señales para establecimiento de la llamada y aviso al terminal llamado

Denominación	Frecuencia (Hz)	Tensión (V)	Durancias (ms)		
			Emisión	Silencio	Ciclo
Tono de marcar	400	30	Permanente		
Tono de llamada	400	30	1.500	3.000	4.500
Tono de ocupado	400	30	170	200	370
Tono de información	400	30	3 - 170	2 - 190 - 580	1.470
Tono de aviso suceso	400	40	2 - 230	3 - 170 - 500	1.130
Cerchante de llamada	25	75	150	3.000	4.500

- **Explotación y mantenimiento:** para manejar las centrales desde el punto de vista de su explotación, es preciso que los sistemas de conmutación soporten un conjunto de funciones de operación, conservación, administración y tasación que permitan una explotación racional y económica de la red. Además, el grado de fiabilidad y automatismo de las funciones de explotación debe ser muy alto.

-Funciones básicas de los sistemas digitales: un sistema digital debe realizar, además, las siguientes funciones:

- **Sincronización:** consiste en conseguir que todas las centrales digitales de la red trabajen en una señal de reloj básica idéntica, o lo más parecida posible en frecuencia y fase. Para lograr este objetivo, las centrales digitales disponen de relojes internos, referencias externas y procedimientos de selección de unos u otros en función de la situación de la red.
- **Temporización:** una vez que, mediante la función de sincronización, el sistema de conmutación posee una señal de reloj, han de generarse una gran variedad de señales de tiempos de referencia, derivadas de la señal de reloj básica, que permitirán el funcionamiento armonizado de todo el sistema de conmutación.
- **Conmutación de paquetes:** en redes que empleen la RDSI, es preciso que la central de conmutación admita la conexión de terminales de datos, que requerirán, en determinados servicios, que el sistema digital sea capaz de soportar funciones de conmutación de paquetes y no sólo funciones de conmutación de circuitos.



## **1.10. RDSI. RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS**

La RDSI permite la transmisión de información en formato digital independientemente de la codificación de dicha información. Implica la existencia de conectividad digital extremo a extremo. Un usuario RDSI utiliza un único punto para acceder a los servicios que proporciona la red. Este punto permite la conexión simultánea de terminales de todo tipo, accesibles mediante un único número identificativo.

En la RDSI la información de señalización se procesa por un canal separado, de forma independiente de la información a intercambiar por los usuarios de la red. El tratamiento separado de señalización y datos permite una flexibilidad mucho mayor en el uso de las redes.

Aunque existe una única definición conceptual de RDSI, se distinguen dos variantes de la misma en función de su capacidad:

- RDSI-BE o RDSI de banda estrecha.
- RDSI-BA o RDSI de banda ancha.

### **RDSI-Banda Estrecha**

#### *Estructura de transmisión*

El enlace entre el abonado y el conmutador RDSI (generalmente, una centralita digital) está constituido por una combinación de tres tipos de canales:

-Canal B: constituye la unidad mínima de conmutación y transporta el tráfico de abonado ya sea isócrono (voz, imágenes, etc.), datos o una combinación de ambas. También puede contener señales de menor capacidad multiplexadas (según la norma correspondiente), en cuyo caso son todas encaminadas al mismo destino. Este canal tiene una capacidad de 64 Kbps (por compatibilidad con la RDI). Sobre el canal B se pueden realizar tres tipos de comunicaciones:

- Conmutación de circuitos: se establece un canal dedicado de 64 kbps entre origen y destino mientras dure la comunicación. El establecimiento, control y liberación de la conexión se realiza a través de la señalización por canal común.
- Conmutación de paquetes: el origen es conectado a un nodo de conmutación de paquetes que se comunica con el destino siguiendo el protocolo definido para la red de paquetes al que pertenece el nodo.
- Semipermanente: equivale a disponer de una línea dedicada entre dos puntos. Se reserva parte de la capacidad de transmisión para servir los requerimientos concertados por el usuario con el operador durante un periodo de tiempo dado.

-Canal D: tiene una doble utilidad:

- Transporte de señalización asociada a los canales B (a 16 kbps o a 64 kbps, según la configuración).
- Transferencia de información en modo paquete a baja velocidad.

-Canal H: también constituye una unidad mínima de conmutación y ha sido pensado para transferencias de información que requieran una capacidad superior a 64 kbps. El usuario puede dedicarlo aun determinado servicio o multiplexar servicios de menor capacidad sobre él. El control de la comunicación se lleva a cabo a través de un canal D. Existen tres tipos de canales H:

- H<sub>0</sub> (384 kbps).
- H<sub>11</sub> (1.536 kbps, sólo en EEUU y Japón).
- H<sub>12</sub> (1.920 kbps, en Europa).

Estos canales se pueden agrupar de manera que, en principio, el usuario sólo puede optar por dos tipos de capacidades en el acceso, que son:

-Acceso básico (28 + D): compuesto por dos canales B de 64 kbps y un canal D de 16 kbps. La velocidad binaria es de 192 kbps, de los cuales 144 kbps corresponden a 28 + D y el resto se emplea para enviar información de control a nivel físico. Su aplicación principal es en las instalaciones pequeñas, de un único abonado o en centralitas y redes LAN de poca capacidad. Con único acceso (número) RDSI es posible:

- Mantener dos conversaciones telefónicas diferentes utilizando los dos canales B. .
- Utilizar el canal D para comunicaciones de datos en modo paquete atendiendo a la vez a: ordenador personal, módem, fax, videotex y otros equipos de datos.

-Acceso primario (308 + D): en este caso, la capacidad ofrecida es:

- 2,048 Mbps en Europa (308 + D).
- 1,544 Mbps en EEUU y Japón (238 + D).

Todos los canales D son de 64 kbps.

Los usuarios con mayores necesidades de capacidad deben emplear N accesos primarios, en cuyo caso es posible emplear un único canal D para soportar la señalización. Su aplicación principal es en centralitas y en redes de media y gran capacidad, siendo uno de los mayores atractivos de este acceso la posibilidad de crear redes privadas, físicas o virtuales.

### Componentes

En la Figura 1.19 puede verse la arquitectura genérica de una red RDSI. El equipamiento necesario para conectarse a la RDSI se divide en grupos funcionales separados por unas interfaces denominadas puntos de referencia:

-Grupos funcionales: las agrupaciones funcionales definidas para el acceso del usuario son:

- TE1 (*Terminal Equipment type 1*): todos aquellos dispositivos que pueden conectarse directamente a la RDSI porque cumplen con la interfaz S.
- TE2 (*Terminal Equipment type 2*): aquellos dispositivos que no permiten una conexión directa por no cumplir con la interfaz S. Necesitan, por tanto, un adaptador de terminal TA.
- TA (*Terminal Adapter*): su misión es adaptar la interfaz R a la interfaz S realizando funciones como la adaptación de la velocidad binaria a 64 kbps y la multiplexación de señales de menor velocidad. Existe un AT diferente para cada tipo de TE2.
- NT1 (*Network Termination type 1*): realiza funciones de nivel físico aislando de la instalación del cliente la parte de transmisión. En el caso de que soporte varios terminales sobre el mismo bus, es necesario implementar algún mecanismo de arbitraje.
- NT2 (*Network Termination type 2*): realiza funciones de conmutación de tráfico interno (generado por los terminales conectados al TR2) y de concentración de dicho tráfico.

-Puntos de referencia: son:

- Punto de referencia R: permite la conexión de cualquier terminal que cumpla una interfaz normalizada (terminales X.23, RS-232, etc.).

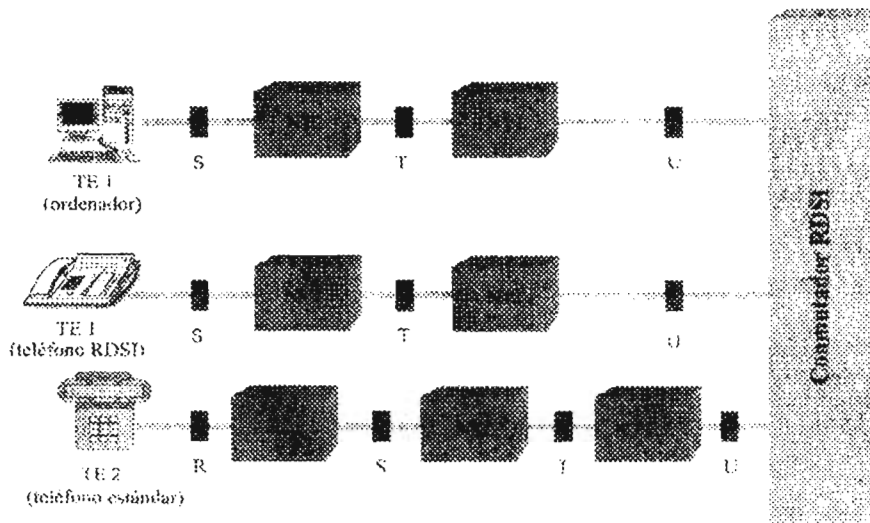


Figura 1.19 Arquitectura genérica de la red RDSI

- Punto de referencia S: punto físico en el que se conectan los terminales RDSI. Es una interfaz de 4 hilos (dos para transmisión y dos para recepción).
- Punto de referencia T: separación entre equipos de abonado y los equipos de transmisión de línea. También es una interfaz de 4 hilos.
- Punto de referencia U: define las características de la línea de transmisión que une la instalación del abonado con el conmutador RDSI (centralita digital).

### Servicios ofrecidos

Los servicios ofrecidos por la RDSI pueden agruparse en dos categorías:

-Servicios portadores: transportan información independientemente de su contenido y aplicación entre dos equipos terminales. Son accesibles a través de los puntos T y S.

-Servicios finales: resultan de la unión de los servicios portadores con las facilidades ofrecidas por el terminal concreto desde el que se accede al servicio. Son:

- Teleservicios: proporcionan la comunicación entre los usuarios de acuerdo a protocolos establecidos entre los operadores.
- Servicios suplementarios: van siempre asociados aun servicio portador o aun teleservicio y no pueden ofrecerse independientemente de éste.

Las facilidades o los servicios proporcionados por la RDSI son, entre otros: aviso de cargo, llamada completada, redireccionamiento de llamadas, interceptación de llamada, intrusión de llamada, ofrecimiento de llamada, transferencia de llamada, llamada en espera, marcación directa, no molestar, servicios de identificación, suscripción con múltiples números y rellamada.

### Utilización de la RDSI-BE

Las ventajas de la RDSI de banda estrecha para un usuario son mejores servicios, mejor calidad y menos errores, eliminación del módem, reducción en tiempos de transmisión, reducción en costes de transmisión de datos, establecimiento rápido de llamadas, menor coste en tiempos de conexión, mejora del tiempo de respuesta en servicios de consulta, acceso integrado, mejor gestión de comunicaciones internas, reducción de cableado interno, mayor facilidad en acceso a nuevos servicios, terminales integrados, estándares, redes abiertas, compatibilidad de equipos, reducción en precio de terminales, menor riesgo en la introducción de nuevos servicios, integración entre informática y comunicaciones.

## RDSI-Banda Ancha

Existen servicios que requieren de unas capacidades de transmisión mayores que las que la RDSI-BE es capaz de soportar. Para integrar este tipo de servicios son necesarios nuevos elementos de tecnología avanzada, tales como los cables de fibra óptica para el acceso de abonados y conmutadores de banda ancha. Por ello, se han venido desarrollando nuevas tecnologías de transporte y conmutación, que estudiaremos en detalle en un capítulo posterior, y entre las que se encuentran:

- Jerarquía Digital Síncrona (SDH, Synchronous Digital Hierarchy) para el transporte de datos a alta velocidad.
- ATM (Asynchronous Transfer Mode) para la conmutación de señales de banda ancha.

## 1.11. SEÑALIZACIÓN

Dentro de la información de señalización pueden distinguirse tres categorías:

- Supervisión: hace referencia a la detección de los cambios de estado en la línea telefónica. Detectados estos cambios, el circuito de supervisión generará una respuesta predeterminada.
- Direccionamiento: supone el envío de los dígitos marcados (por pulsos o por tonos) a una centralita o a la central de conmutación del operador, según el caso. Ésta, al recibir la secuencia de dígitos, realiza la conmutación y la conexión entre el abonado origen y el destino.
- Aviso: proporciona una serie de tonos y señales al usuario que indican la ocurrencia de ciertas condiciones. -

Antes de entrar a analizar los diferentes protocolos de señalización, repasaremos el progreso básico de una llamada desde que se origina hasta que se termina.

### Procesamiento de una llamada

La realización, con éxito o no, de una llamada atraviesa por una serie de fases, que son.

-Iniciar una llamada u obtención de tono: en condiciones normales, el teléfono está colgado. En este estado, el circuito existente entre dicho teléfono y la CT (Central Telefónica, o en inglés CO, *Central Office*) está abierto, por lo que no circula corriente por él. Recordemos que los aparatos telefónicos son tele alimentados desde la CT (o la PBX, en su caso), de manera que no se pierde el servicio si hay un corte de corriente en casa del usuario. Para realizar una llamada, se debe descolgar el teléfono, con lo que se completa el circuito entre éste y la central. Como consecuencia del voltaje proporcionado por la central, se crea una corriente eléctrica conocida como corriente de bucle.

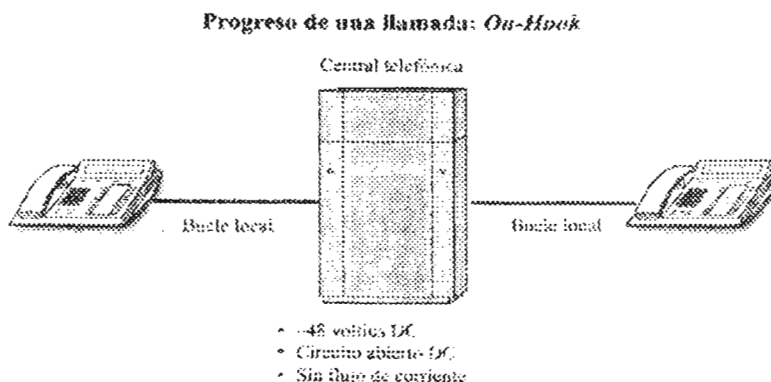
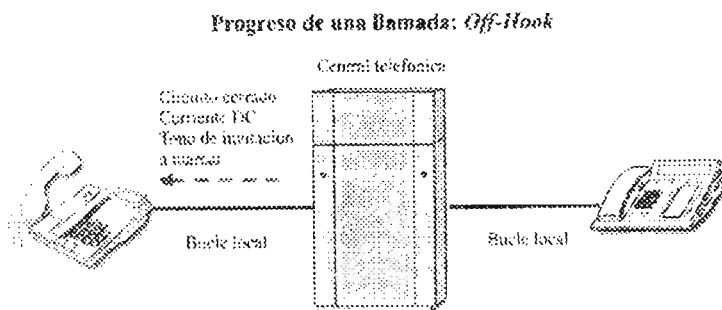


Figura 1.20 Estado inicial, previo a la llamada (On-Hook)



**Figura 1.21** Descuelgue y obtención de tono para proceder a marcar (Off-Hook)

Habitualmente, la central reacciona generando un sonido conocido como tono de invitación a marcar, indicando que se puede marcar el número deseado. No existe ninguna garantía de que el usuario recibirá el tono de invitación a marcar, puesto que puede ocurrir que todos los circuitos estén ocupados, en cuyo caso se deberá esperar hasta obtener tono. Esta espera está determinada por la capacidad de acceso de la central.

- Marcación de un número: una vez que se ha obtenido tono, se está en disposición de marcar el número de teléfono de la persona con la que se desea establecer comunicación. Básicamente, existen dos modos de marcación, que son:

- **Marcación por tonos:** utiliza distintos sonidos para representar los dígitos (del 0 al 9, más los símbolos # y \*<sup>2</sup>). A cada dígito se le asignan dos frecuencias, por lo que a este método se le denomina DTMF (*Dual Tone Multi Frequency*).

	1.209 Hz	1.336 Hz	1.477 Hz	1.633 Hz
697 Hz	1	2 ABC	3 DEF	A
770 Hz	4 GHI	5 JKL	6 MNO	B
852 Hz	7 PQRS	8 TUV	9 WXYZ	C
941 Hz	*	0 PQRS	#	D

Disposición de un teclado «DTMF»

**Figura 1.22** Disposición de las teclas en un teclado para marcación por tonos

- **Marcación por pulsos:** aprovecha la corriente de bucle para enviar los dígitos. Para poder distinguir dos dígitos seguidos, debe existir un intervalo de tiempo (el espacio entre dígitos que se muestra en la Figura 1.23) lo suficientemente grande entre ambos para determinar cuándo ha terminado el primero y empieza el segundo. La marcación por pulsos tiene dos grandes desventajas ya que es mucho más lenta que la marcación por tonos y presenta dificultad para identificar los dígitos una vez que se ha establecido la conversación (antes de que se establezca la conexión entre las dos llamadas, los dígitos son fácilmente identificables por la central debido a las interrupciones que causan en la corriente de bucle; sin embargo, una vez que se ha establecido la conexión, si uno de los teléfonos genera nuevos pulsos, éstos no provocan interrupciones en la corriente de bucle). Por tanto, si

una vez establecida la conexión se quieren identificar los dígitos, hay que analizar el sonido, siendo los tonos lo más apropiado.

-Completar una llamada: una vez que la marcación ha finalizado, la persona (o equipo) que ha marcado el número puede escuchar la línea para determinar el resultado de la llamada. La central puede generar una serie de señales (habitualmente mediante diversos tonos) que permitan al llamante conocer qué está ocurriendo con dicha llamada:

- Los tonos de vuelta (*ring back tones*) indican que el teléfono al que se ha llamado está sonando (la central le está aplicando un voltaje especial que hace que suene). Los tonos de vuelta son generados por la central y no por el teléfono al que se ha llamado.
- Si el teléfono al que se ha llamado se encuentra descolgado, en lugar de los tonos de vuelta, se genera el tono de ocupado (*busy tones*). Habitualmente, estos tonos son más cortos que los de vuelta y las pausas entre cada tono son más cortas.
- En el caso de que la central esté saturada y no sea capaz de procesar la llamada, se generan unos tonos similares a los de ocupado, pero generalmente con pausas entre tonos aún más cortas (*fast busy tones*).
- Por último, si el número marcado no es correcto, la central lo indicará con unos tonos diferentes a los anteriores, o incluso con la reproducción de mensajes tipo: «No existe ningún abonado con esa numeración».

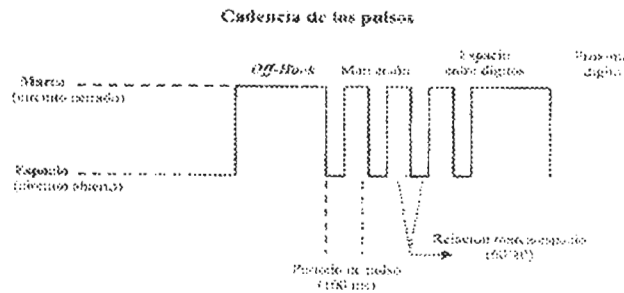


Figura 1.23 Secuencia de pulsos y temporización entre ellos (Teléfono decádico)

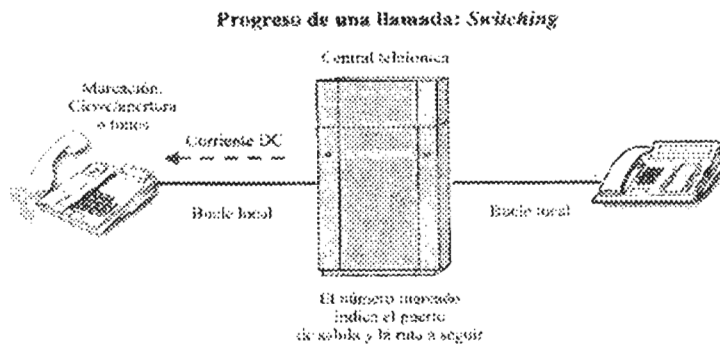


Figura 1.24 La conmutación es parte esencial del proceso de una llamada

-Recibir una llamada: se ha dicho anteriormente que, cuando el teléfono está colgado, se rompe el circuito entre éste y la central. Sin embargo, esto no es exacto: el circuito todavía existe, aunque con un condensador y una resistencia elevada al flujo de la corriente y que impide que se forme la corriente de bucle. Cuando llega una llamada, la central aplica un voltaje (A/C) lo suficientemente alto como vencer el condensador y que causa que suene el teléfono, avisando de la existencia de una nueva llamada. Una vez que se descuelga el teléfono, se completa el circuito (esta vez sin el condensador) y la central vuelve a aplicar el voltaje normal (D/C), para que se forme la corriente de bucle que permite la transmisión del sonido.

-Terminar una llamada: para dar por finalizada la llamada, cualquiera de los dos teléfonos que participan en la conexión debe colgar. Dependiendo de la central, informará de la desconexión al teléfono que permanece descolgado mediante alguno de los siguientes métodos:

- Eliminando la corriente de bucle.
- Generando el tono de invitación a marcar (*dial tone*).
- Generando un tono específico llamado tono de descolgado.

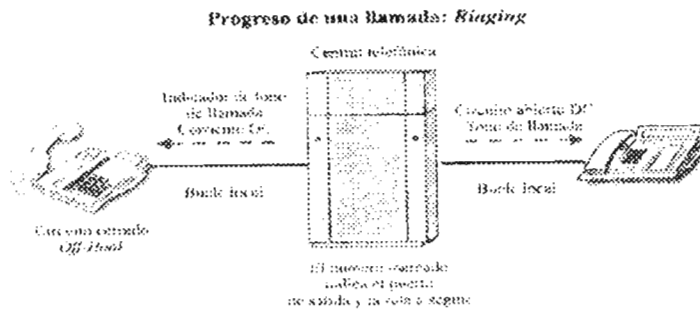


Figura 1.25 Como parte final del proceso de la llamada se produce el aviso de llamada

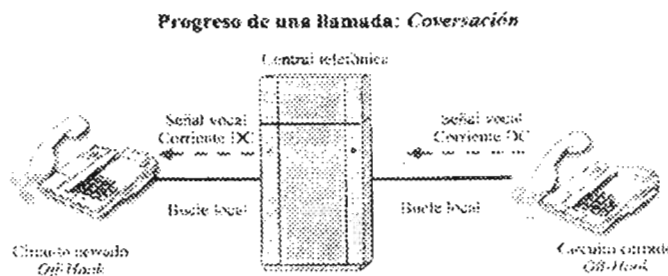


Figura 1.26 Cuando se ha establecido la comunicación, los usuarios pueden mantener una conversación

### Transferencia de una llamada

Existen dos modos de transferir una llamada: transferencia directa y transferencia comprobada. Veámoslos.

-Transferencia directa: el abonado llamado pone en espera al abonado llamante, marca el número al que desea transferir la llamada y cuelga su receptor. En ese momento, el abonado llamante es transferido al número indicado sin que el destino sea notificado de ello. En este caso, el abonado que transfiere no se preocupa de si el llamante recibirá contestación en el número destino o no.

-Transferencia comprobada: al igual que ocurre en la transferencia directa, el abonado llamado pone al abonado llamante en espera y realiza una llamada al número al que desea transferirlo pero, esta vez, comprueba el estado del número destino para:

- Verificar que el número marcado es correcto.
- Indicar al abonado propietario de dicho número la identidad del abonado llamante.
- Comprobar que el destino final de la llamada está disponible.

### Monitorización de una llamada

Todo el proceso descrito hasta ahora es realizado habitualmente por una persona que, a partir de los tonos que oye a través de su teléfono, puede averiguar en qué estado se encuentra su llamada. En un sistema CTI, sin embargo, todo esto debe realizarse de forma automática. Al proceso de monitorizar de forma automática el estado de una llamada se le conoce como Call Progress Analysis. Evidentemente, para que nuestro sistema sea capaz de realizarlo, se le debe

proporcionar información acerca de las distintas señales (tonos) que se pueden producir a lo largo de una llamada.

### **Conexión digital**

Hasta ahora, se ha estado hablando de comunicaciones telefónicas a través de líneas analógicas; sin embargo, existen también las líneas digitales, en las que tanto la voz como la señalización se transmiten en forma de bits.

Las más conocidas son las interfaces digitales EI, utilizada en Europa, y T1, de Estados Unidos. En la T1 se multiplexan 24 canales lógicos de 64 kbps permitiendo hasta 24 conversaciones simultáneas en un único par de cables. En cada uno de estos canales lógicos se transmiten tanto la voz como dos bits destinados a la señalización (conocidos como bits A y B). En la interfaz EI, en cambio, se dispone de 32 canales lógicos, pero sólo permite 30 conversaciones, debido a que las tramas de bits pertenecientes a la voz no se transmiten por los mismos canales lógicos que los bits de señalización y son los canales 0 y 16 los que se dedican a transmitir estos últimos.

Obviamente, la monitorización de una llamada es mucho más sencilla si se utiliza una interfaz digital (el sistema simplemente debe obtener e identificar los bits de señalización) que uno analógico (el sistema debe escuchar y reconocer los tonos transmitidos a través de la línea, inevitablemente con ruido).

## **1.12 PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN**

Como hemos visto, el establecimiento de una llamada telefónica requiere de diferentes tipos de señalización, por ejemplo, para informar a los equipos de la red de que un usuario ha descolgado su terminal, para la información relativa al destino de la llamada con el fin de encaminarla correctamente y para notificar al llamante y al llamado que la llamada ha sido establecida. Los protocolos de señalización tienen como misión que todo este intercambio de información se lleve a cabo de una manera fiable y eficaz.

De manera genérica, la señalización puede definirse como el conjunto de funciones que se encargan de las siguientes tareas:

- Supervisión y notificación del estado de la línea.
- Aviso a los dispositivos de que se está intentando establecer una comunicación con ellos.
- Encaminamiento.
- Información de direccionamiento.

Existen dos modos diferentes de enviar la información de señalización: por Canal Asociado y por Canal Común, que se describen seguidamente.

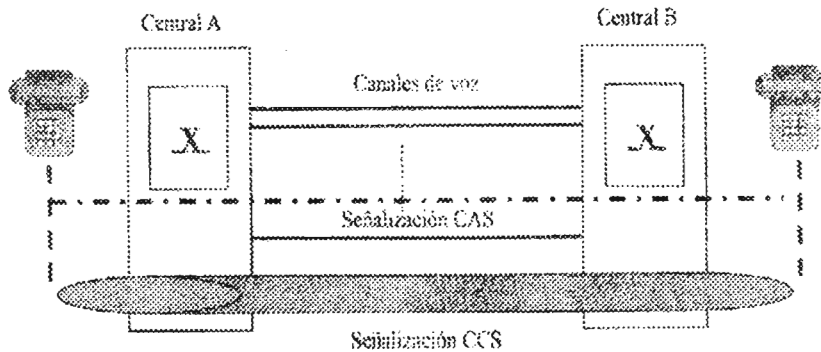
**-Señalización por canal asociado (CAS, Channel Associated Signaling):** en este caso, la información de señalización se transmite por los mismos canales que la información de usuario (señalización en banda), es decir, que la voz viaja por los mismos circuitos que las señales de control. Ejemplos de señalización de este tipo son el protocolo E&M y la recomendación G.7332 del CCITT, que veremos en los dos apartados siguientes.

En la señalización asociada al canal uno de canales que interconectan dos conmutadores se dedica exclusivamente al transporte de señalización (véase Figura 1.27).

Este esquema funciona bien siempre y cuando existan enlaces disponibles entre los conmutadores que se desea interconectar. Sin embargo, si deseamos que cualquier nodo se comunique con cualquier otro nodo de la red, con esta arquitectura la red de señalización sería muy compleja y cara, debido al gran número de enlaces que harían falta. Por esta razón se opta por desplegar una red de señalización completa separada de la red de transporte de tráfico de usuario, lo que da lugar a la señalización por canal común.



-**Señalización por canal común (CCS, Common Channel Signaling):** la información de señalización se transmite por un canal diferente al empleado por la información de usuario (señalización fuera de banda), constituyendo una red independiente denominada red de señalización. El ejemplo de sistema de señalización de este tipo más representativo es el SS7 empleado en la RDSI. Otro ejemplo es el protocolo QSIG, basado en la señalización Q.931 de la RDSI.



CAS: La voz y señalización siguen la misma ruta a lo largo de la red para cada llamada.

CCS: La señalización de todos los canales sigue una ruta separada e independiente de la voz, ofreciendo gran capacidad.

Figura 1.27 En la señalización por Canal Asociado de voz por los mismos circuitos que la señalización, mientras que por Canal Común, viaja por unos circuitos independientes.

Las principales ventajas de este tipo de señalización son las siguientes:

- Ahorro de enlaces de abonado: se consigue una reducción de los costes de los enlaces debido a que se suprimen los terminales de señalización asociados a cada abonado. Sin embargo, se incrementa el coste de la señalización por la propia estructura de la señalización por canal común y por el *software* que gestiona dicha señalización.
- Extensión del vocabulario de señalización: puesto que la señalización consiste en la transmisión de información de señalización en forma de mensajes, toda nueva aplicación se traduce en la modificación del *software* encargado de gestionar la señalización.
- Explotación bidireccional de los circuitos: puesto que no es necesario distinguir entre circuitos de llegada y de salida, tal y como ocurre en los sistemas de señalización por canal asociado.
- Fiabilidad de la señalización: al tratarse de un mecanismo basado en la transmisión de datos, es posible beneficiarse de todas las técnicas empleadas en este campo.

### Protocolo de señalización E&M

En los primeros años de la telefonía: en los que se utilizaban cables de cobre para enlazar centrales de conmutación a través de líneas troncales, se empleaba la corriente de bucle en la línea para soportar la señalización. Sin embargo, con el surgimiento de los portadores analógicos las corrientes fueron sustituidas por tonos. El protocolo E&M se diseñó como estándar de conversión entre las corrientes y los tonos. Más tarde, cuando apareció la tecnología digital se dedicaron bits específicos a la señalización.

El esquema original del protocolo E&M es el que se muestra en la Figura 1.28. En un circuito a 4 hilos, las señales T (*Tip*) y R (*Ring*) se emplean para la transmisión de voz desde la PBX ala CO, mientras que T1 y 1 están destinadas a la recepción. Además, existen dos señales adicionales llamadas E (*Bar*) y M (*Mouth*).

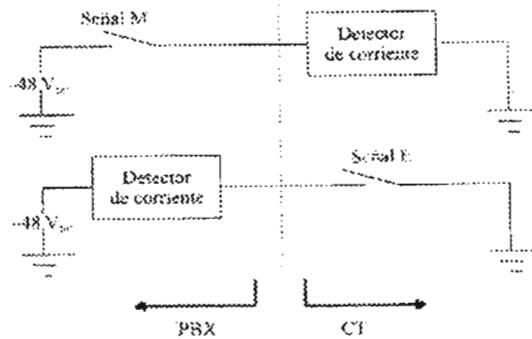


Figura 1.28 Esquema original de la señalización E&M (habla & escucha)

Por motivos de simplicidad, las fuentes de alimentación son de  $-48V_{DC}$ , tanto para la señal E como para la señal M. En la parte del operador (CT/Central Telefónica), la detección de corriente en la señal M( que, por su parte, es controlada por la PBX) consiste en el envío de un tono de 2.600 Hz para portadores analógicos y en la fijación de un valor específico en el bit A para portadores digitales. Por otro lado, en la parte de la PBX, la detección de corriente en la señal E consiste en la recepción de un tono de 2.600 Hz o de un valor concreto en el bit A.

En un circuito extremo a extremo, por tanto, en el envío de corriente en la señal M del extremo local equivale a la detección de corriente en la señal E del extremo lejano. De este modo, se produce la señalización entre PBX (Figura 1.29). Sin embargo, este esquema de señalización adolece de varios inconvenientes, por lo que como solución frente a ellos se han desarrollado cuatro variantes del esquema original, que son:

- Interfaz E&M tipo II: se diseñó con el fin de reducir el ruido debido a la conexión a tierra. La solución consiste en cerrar el circuito entre los conmutadores, tal como muestra la Figura 1.30. La señal SB (*Signal to Battery*) está conectada a la alimentación (proporcionada por la CT) mientras que la señal SG (*Signal to Ground*) constituye la tierra del circuito.

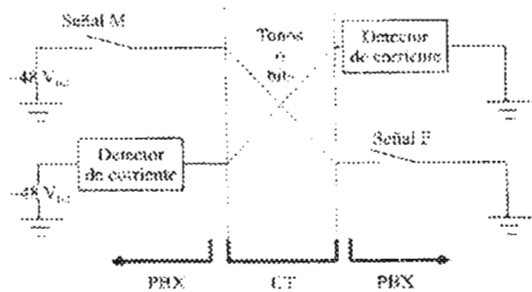


Figura 1.29 Modelo de conexión entre PBX a través de la red pública, empleando la señalización E&M

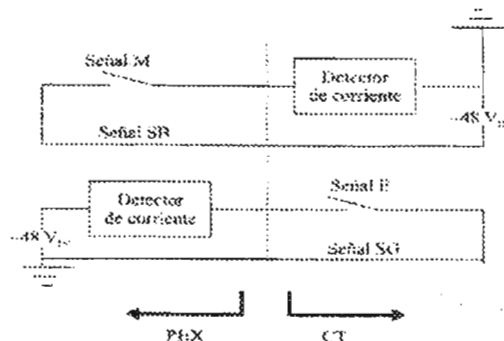


Figura 1.30 E&M tipo II. Modificación del esquema original de señalización E&M

- Interfaz E&M tipo III: en este caso, la señal SG sirve como descarga de la señal M, lo que reduce el retardo introducido por los efectos parásitos de capacidad e inductancia y por la longitud del camino que deben recorrer las señales E y M. Puesto que las corrientes de masa generan gran cantidad de ruido en la señal E, esta interfaz apenas se utiliza.
- Interfaz E&M tipo IV: se trata de un esquema simétrico, adecuado para conexiones en tándem. Este tipo de conexiones es muy usual en líneas troncales que enlazan un portador cableado con otro inalámbrico. A pesar de que la señal SB continúa manteniendo el nombre, en esta configuración se conecta a masa.
- Interfaz E&M tipo V: finalmente, en entornos en los que el ruido de masa no es importante y se desea un circuito simétrico, las señales SB y SG de la interfaz tipo IV se suprimen. Será tarea del diseñador de la red comprobar que cada unión entre PBX y CT o las conexiones entre CT y CT son las adecuadas para cada tipo de interfaz. La señalización E&M se emplea, generalmente, en líneas dedicadas entre PBX.

### Recomendación G.732 del CCITT

El primer problema que surge cuando se plantea la transmisión digital conjunta de las señales correspondientes a varios usuarios es cómo identificar el tramo de señal que corresponde a cada usuario y cuándo la información contenida en dicho tramo es válida. Para resolver este problema, se emplea la información de señalización. Es decir, que además de transmitir el tráfico de usuario es necesario enviar la señalización asociada a los enlaces que unen los nodos de comunicación. La recomendación G.732 emplea un esquema de señalización por canal asociado y se basa en la norma MIC 30+2.

### Tramas y multitramas

La trama MIC 30+2 está formada por 30 canales de información útil y 2 canales para control a nivel físico y señalización. Además, las muestras contenidas en cada canal son de 8 bits, con lo que la trama tiene una duración de 256 bits. Los dos canales de control, son:

- Canal 0, que es el canal de sincronismo. Los bits 2 a 8 de las tramas pares tienen un formato fijo que se repite periódicamente. Se emplea para indicar al receptor el comienzo de la trama.
- Canal 16, que se emplea para transmitir información de señalización asociada a cada uno de los canales que llevan tráfico de usuario. Puesto que la frecuencia de cambio de la información de señalización es bastante baja, no es preciso enviar dicha información en cada trama. En su lugar, las tramas se agrupan en multitramas de 16 tramas y la información de señalización asociada a cada canal vocal se envía, entonces, cada 16 tramas. Es, por tanto, necesario un nuevo nivel de sincronismo denominado sincronismo de multitrama. Así pues, el transmisor envía periódicamente una marca de sincronismo de multitrama por el canal 16. Esta marca identifica a la trama que lo contiene como la trama 0 de la multitrama. El método que se sigue para extraer la información de señalización asociada a un canal dado es el siguiente. Ya hemos dicho que la información de señalización asociada a un determinado canal vocal se envía cada 16 tramas. Ahora bien, en esas 16 tramas debemos incluir la información de señalización de 30 canales. Esto supone que, en el canal 16 de la trama N de la multitrama, los cuatro primeros bits corresponden a la información de señalización del canal N mientras que los cuatro últimos están asociados al canal N+ 16. Es decir, que si, por ejemplo, queremos acceder a la información de señalización asociada al canal 7, debemos examinar los 4 primeros bits del canal 16 de la séptima trama de la multitrama.

En Estados Unidos la señalización asociada al canal se ha implementado de forma diferente. La señal multiplexada consta de 24 canales. En este caso, la señalización se implementa suprimiendo el bit menos significativo en todas las muestras de la trama sexta de acuerdo a una multitrama de 12 tramas.

### Señalización CCITT N.º 7 (SS7)

El sistema de señalización número 7 del CCITT (ahora renombrado como ITU-T) es una arquitectura que lleva a cabo una señalización fuera de banda por canal común. La red de señalización SS7 está compuesta por una serie de elementos interconectados entre sí a través de enlaces de señalización, destacando los siguientes:

- Puntos de conmutación de la señalización (SSP, *Signal Switching Points*): se trata de conmutadores telefónicos equipados con *software* SS7 y enlaces de terminación de la señalización. Generalmente, originan, terminan o conmutan llamadas.
- Puntos de transferencia de la señalización (STP, *Signal Transfer Points*): son conmutadores de paquetes de la red de señalización. Reciben y encaminan los mensajes de señalización entrantes hacia el destino adecuado. También realizan funciones de encaminamiento especializado.
- Puntos de control de la señalización (SCP, *Signal Control Points*): constituyen una base de datos que proporciona la información necesaria para el procesamiento avanzado de llamadas.

Con el fin de simplificar la representación de los esquemas de la red de señalización, se ha definido un conjunto de símbolos estándar (la Figura 1.31 los recoge) para representar a los diferentes elementos que la constituyen.

Estos elementos, como veremos en otro capítulo, también forman parte de la denominada «Red Inteligente», que permite ofrecer múltiples servicios, personalizados, sobre la red telefónica pública, tanto fija como móvil, con un esquema de tasación específico.

La disponibilidad de la red de señalización SS7 es crucial para el procesamiento de las llamadas. Por esta razón, se construye utilizando una arquitectura redundante. La Figura 1.32



Figura 1.31 Símbolos utilizados para representar los elementos de la red de señalización SS7

Muestra un ejemplo de cómo los elementos básicos de una red de señalización se interconectan entre sí: En relación al diagrama anterior, debemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Los STP W y X desempeñan funciones idénticas (son redundantes) y forman lo que se denomina par acoplado de STP. De igual manera ocurre con los STP Y y Z.
- Cada SSP dispone de dos enlaces (o conjunto de ellos), uno con cada STP de un par acoplado a través de los cuales envía toda la señalización SS7. Puesto que los STP de un par acoplado son redundantes, los mensajes enviados por cualquiera de los dos enlaces serán tratados del mismo modo.
- Los STP de un par acoplado se comunican a través de un enlace (o conjunto de enlaces).
- Dos pares acoplados de STP se interconectan entre sí a través de cuatro enlaces (o conjunto de enlaces). Estos enlaces reciben el nombre de *quad*.
- Los SCP, por lo general, aunque no siempre, se distribuyen en pares. Al igual que los STP, los SCP de un par realizan funciones idénticas y forman un par acoplado de SCP. Sin embargo, los SCP de un par acoplado no están conectados directamente entre sí.

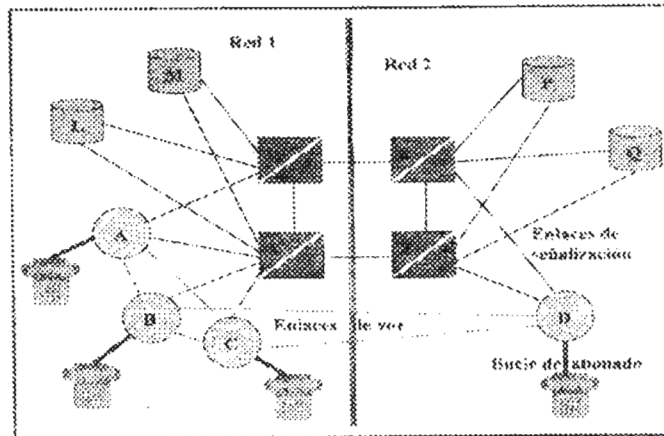


Figura 1.32 Interconexión de los elementos básicos de la red de señalización.

### Capas del protocolo SS7

La red de señalización está constituida por elementos de red interconectados entre sí cuya misión es soportar el intercambio de los mensajes necesarios para hacer posible la provisión de servicios de telecomunicación. El protocolo SS7 ha sido diseñado tanto para facilitar estos servicios como para mantener los elementos de la red sobre la que dichos servicios son ofrecidos. El SS7 está basado en el modelo de referencia OSI, por lo que se divide en una serie de capas:

- Nivel físico: define las características físicas, eléctricas y funcionales de los enlaces de señalización de la red SS7. En general, se emplean circuitos de 64 kbps.
- Parte de transferencia de mensajes (nivel 2): el nivel 2 de la parte de transferencia de mensajes (MTP 2, *Message Transfer Part Level 2*) proporciona las funcionalidades típicas del nivel de enlace de datos. Asegura el intercambio fiable de mensajes de señalización entre los dos puntos finales de un enlace de señalización. Además, realiza control de errores, control de flujo y comprobación de secuencia.
- Parte de transferencia de mensajes (nivel 3): el nivel 3 de la parte de transferencia de mensajes (MTP 3, *Message Transfer Part Level 3*) extiende las funcionalidades de la capa MTP 2, garantizando el transporte y el encaminamiento de mensajes de señalización a través de los nodos de la red. Lleva a cabo funciones de direccionamiento, encaminamiento y control de la congestión de los enlaces y junto con el nivel MTP 2, forma la parte de transferencia de mensajes (MTP, *Message Transfer Part*).
- Parte de control de la conexión de señalización: la parte de control de la conexión de señalización (SCCP, *Signaling Connection Control Part*) proporciona las dos funciones principales de las que adolece la MTP, que son la «capacidad de direccionar aplicaciones en el entorno de un mismo punto de señalización» y «encaminamiento progresivo». Hay que hacer notar que para que esto sea posible, los STP deben disponer de una base de datos que les permita conocer el resultado de una consulta; de este modo, se centraliza la información en un nodo (el STP) que ha sido diseñado específicamente para ello.
- Parte de usuario: la parte de usuario (UP, *User Part*) define los mensajes y el protocolo empleado en el establecimiento y liberación de llamadas de voz y datos sobre redes públicas conmutadas, así como la gestión de los enlaces de la red sobre los que viajan.

### Enlaces de señalización

La información que fluye a través de los enlaces de señalización recibe el nombre de unidad de señalización (SU, *Signaling Units*) y existen tres tipos, a saber:

- Unidades de señalización de mensaje (MSU, *Message Signaling Units*).

- Unidades de señalización del estado del enlace (LSSU, *Link Status Signaling Units*).
- Unidad de señalización de relleno (FISU, *Fill-In Signaling Units*).

Las SU se transmiten bidireccionalmente y de forma continua en cualquier enlace de señalización que esté activo. Si un punto de señalización no dispone de MSU o LSSU, entonces enviará FISU. La única función de estas FISU, como su nombre indica, es enviar mensajes de señalización de relleno hasta que se generen mensajes de señalización útiles; además, facilitan la monitorización del enlace de transmisión y el reconocimiento de las otras SU.

### Establecimiento de una llamada

La Figura 1.33 muestra un ejemplo del proceso básico de establecimiento de llamada, en el que un abonado del conmutador A desea comunicarse con un abonado del conmutador B:

1. El conmutador A examina los dígitos marcados y determina que la llamada debe encaminarse al conmutador B.
2. El conmutador A selecciona un enlace libre entre el conjunto de enlaces que lo unen con el conmutador B y genera un mensaje de dirección inicial IAM (*Initial Address Message*), que es el mensaje básico empleado para iniciar una llamada. El mensaje IAM es enviado al conmutador B, que identifica el conmutador origen (A), el conmutador destino (B), el enlace seleccionado, el número llamante y el número llamado, así como otra información que queda fuera del alcance de este ejemplo.
3. El conmutador A escoge uno de sus enlaces (por ejemplo, AW) y envía el mensaje sobre dicho enlace para que sea encaminado al conmutador B.
4. El STP W recibe un mensaje, inspecciona su etiqueta de encaminamiento y concluye que debe ser enviado al conmutador B. Una vez hecho esto, envía el mensaje por BW.
5. El conmutador B recibe el mensaje. Al analizarlo, extrae el número llamado y comprueba que dicho abonado está libre.
6. El conmutador B genera un mensaje de dirección completa ACM (*Address Complete Message*) que indica que el mensaje IAM ha alcanzado su destino. Este mensaje contiene el conmutador destino (A), el conmutador origen (B) y el enlace por el que se transmitirá.
7. El conmutador B escoge uno de los enlaces que lo unen con el conmutador A (por ejemplo, BX) y envía el mensaje ACM por dicho enlace. Al mismo tiempo, completa el camino de retorno de la llamada (en dirección a A), envía en tono de llamada sobre el enlace que lo une con el conmutador A y hace sonar el teléfono del abonado llamado.
8. El STP X recibe el mensaje, inspecciona su etiqueta de encaminamiento y decide que debe ser enviado al conmutador A, por lo que lo envía por el enlace AX.
9. Al recibir el ACM, el conmutador A conecta al abonado llamante al enlace seleccionado en la dirección de retorno (de modo que pueda escuchar el tono de llamada enviado por el conmutador B).

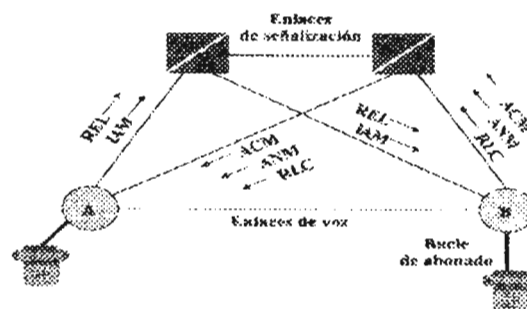


Figura 1.33 Proceso de establecimiento de una llamada mediante la señalización SS7

10. Cuando el abonado llamado descuelga su receptor, el conmutador B genera un mensaje de respuesta ANM (*Answer Message*), identificando el destino (A), el origen (B) y el enlace en cuestión.

11. El conmutador B selecciona el mismo enlace que el conmutador A empleó para transmitir el ACM (enlace BX) y envía el mensaje ANM. El enlace ya debe estar conectado a la línea llamada en ambas direcciones para permitir la conversación.
12. El STP X reconoce que se ha enviado un mensaje ANM al conmutador A y lo reenvía por el enlace AX.
13. El conmutador A asegura que el abonado llamante está conectado al enlace de salida (en ambas direcciones) y que la conversación puede tener lugar.
14. Si el abonado llamante cuelga primero, el conmutador A generará un mensaje de liberación REL (*Release Message*) con el conmutador B como destino, en el que indicara el enlace asociado a la llamada. Posteriormente, lo envía por el enlace AW.
15. El STP W recibe el mensaje REL, determina que debe enviarse al conmutador B y lo reenvía por el enlace WB.
16. El conmutador B recibe el mensaje REL, desconecta el enlace de la línea de abonado y genera un mensaje de liberación completada RLC (*Release Complete Message*) que envía al conmutador A por el enlace BX. El RLC contiene el enlace empleado para transportar llamada.
17. El STP X recibe el mensaje RLC y lo encamina al conmutador A por el enlace AX.
18. Cuando el conmutador A recibe el mensaje RLC libera el enlace.

### Señalización QSIG

Las nuevas redes corporativas (a partir de ahora, redes CTN de *Corporate Telecomunicación Networks*) están formadas por equipos de conmutación privados, llamados PINX (*Private Integrated services Network Exchange*), capaces de conmutar todo tipo de tráfico.

En este escenario, el papel que juegan los protocolos de señalización es fundamental, puesto que se encargan de supervisar que la transferencia de los diferentes tipos de tráfico entre PINX se lleve a cabo correctamente.

El protocolo QSIG asegura la compatibilidad con la RDSI y es un sistema de señalización diseñado específicamente para servicios de comunicación avanzados. Extiende el modelo de referencia de la RDSI con el fin de incluir la señalización PINX a PINX (extremo a extremo) lo que requiere la necesidad de identificar dos nuevos puntos de referencia, que son:

- Punto de referencia Q: es el punto lógico de señalización entre dos PINX. Está pensado para señalización por canal común, por lo que normalmente se trata de una interfaz G.703. Sin embargo, no se impone ningún tipo de restricción al respecto.
- Punto de referencia C: es el punto físico de señalización entre dos PINX. El protocolo empleado depende del tipo de red de intervención (IVN), no siendo necesario que dicha red sea la RDSI.



Figura 1.34 Nuevos puntos de referencia, sobre el modelo de la RDSI

Puesto que QSIG se define sobre un punto de referencia lógico (punto de referencia Q), la pila de protocolos puede soportar una amplia gama de interfaces físicas, tal como se muestra en la Figura 1.35

Nos detendremos únicamente en los protocolos de nivel 3 que, por otra parte, son los específicos de QSIG:

- Llamada básica (BC, *Basic Call*): extiende el protocolo de acceso RDSI para su empleo en redes privadas. Define un protocolo simétrico extremo a extremo con posibilidad de intervención de nodos de tránsito.
- Procedimientos funcionales genéricos (GFP, *Generic Functional Procedures*): proporciona un mecanismo estándar de intercambio de señalización para el control de servicios

suplementarios y características adicionales ANF sobre una red corporativa. Soporta mecanismos de transporte orientados a la conexión y sin conexión.

- Protocolos para servicios suplementarios y ANF: define procedimientos específicos en el punto de referencia Q destinados a servicios suplementarios individuales.

**Servicios suplementarios y características adicionales**

QSIG soporta una amplia gama de servicios básicos, procedimientos funcionales genéricos y servicios suplementarios diseñados para aumentar las prestaciones de la red. Además, las redes QSIG presentan una serie de características adicionales (denominadas ANF de Additional Network Features) que mejoran el manejo de ciertas llamadas y las prestaciones de la red en su conjunto.

Los servicios y características ANF soportadas por QSIG son las siguientes:

-Aviso de cobro (AOC, Advise of Charge). Permite recibir información acerca del cobro de la llamada. Existen versiones de este servicio que se diferencian en la información proporcionada, que puede incluir información sobre los costes en el momento de establecer la llamada y durante la llamada, información sobre los costes acumulativos automáticamente o bajo petición durante la llamada o bien información del coste total de la llamada cuando ésta ha finalizado.

-Llamada completada. Esta categoría se subdivide en dos:

- Llamada completada si el abonado está ocupado (CCBS, Completion of Calls to Busy Subscribers): un abonado llamante que encuentra un destino ocupado puede solicitar que la llamada sea completada automáticamente cuando el destino quede libre.
- Llamada completada si no hay respuesta (CCNR, Completion of Calls on No Reply): el abonado llamante, habiendo encontrado un destino que no contesta, solicita que la llamada sea completada la próxima vez que alguien se comunique con el destino y este último vuelva a estar libre.

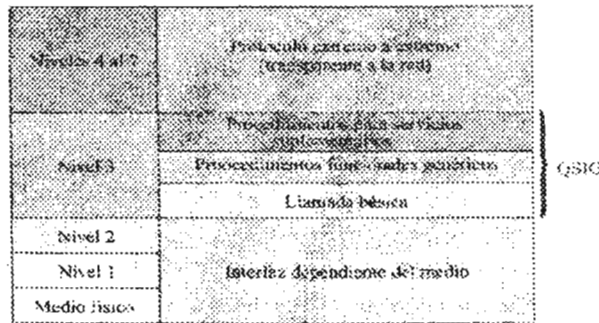


Figura 1.35 La señalización QSIG puede soportar una amplia gama de interfaces físicas

- Desvío de llamada. Las llamadas entrantes a un determinado usuario son desviadas, en función de varios criterios, a otro destino definido por el usuario del servicio. Los criterios de desvío son:

- CFB (Call Forwarding Busy): sólo se desvían las llamadas en caso de ocupado. . .
- CFNR (Call Forwarding on No Reply): desvío de llamadas en caso de que no haya respuesta en el otro extremo dentro de Un intervalo de tiempo prefijado.
- CFU (Call Forwarding Incondicional): todas las llamadas recibidas son desviadas.

- Intercepción de llamadas (CINT, Call Interception). Las llamadas no completadas debido a ciertas condiciones son desviadas a un usuario predefinido.

- Intrusión (CI, Call Intrusion). El usuario llamante solicita la conexión inmediata aun destino ocupado, lo que implica establecer una conferencia o poner la llamada en curso de dicho destino en espera.



- Ofrecimiento de llamada (CO, *Call Offer*). El usuario llamante solicita que la llamada sea ofrecida a un usuario ocupado, dándole a este último la posibilidad de aceptarla, rechazarla o ignorarla.
- Transferencia de llamadas (CT, *Call Transfer*). Permite a un usuario que tiene dos llamadas en curso, conectarlas como si se tratara de una nueva llamada entre los otros dos usuarios.
- Llamada en espera (CW, *Call Waiting*). Mientras el usuario del servicio dispone de una comunicación en curso, se le notifica que tiene otra llamada entrante en espera, pudiendo entonces aceptarla, rechazarla o ignorarla.
- Marcación directa entrante (DDI, *Direct Dialling In*). Las llamadas entrantes son encaminadas directamente a los usuarios de la red QSIG.
- No molestar (DND, *Do Not Disturb*). Todas las llamadas entrantes al usuario servido son rechazadas por la red QSIG.
- Servicios de identificación. Proporcionan información de identificación de usuarios y son:
  - Identificación de la línea llamante (CLIP, *Calling Line Identification Presentation*): es un servicio ofrecido al usuario llamado que le proporciona el número de teléfono del abonado llamante.
  - Identificación de la línea conectada (COLP, *Connected Line Identification Presentation*): es un servicio análogo al anterior pero para el usuario llamante.
  - Restricción de identificación de línea llamante o conectada (CLIR, *Calling/Connected Line Identification Presentation*): el usuario del servicio indica que no desea que su información se presente a otros usuarios.
  - Identificación del nombre del llamante (CNIP, *Calling Name Identification Presentation*): análogo al CLIP pero con el nombre del usuario en lugar de la línea.
  - Identificación del nombre del usuario conectado (CONP, *Calling Name Identification Presentation*): similar al COLP pero para el nombre del usuario.
  - Restricción de identificación del nombre de usuario (CNIR, *Calling/Connected Name Identification Presentation*): igual que CLIR, pero en relación al nombre de usuario.
- Movilidad. Permite que terminales inalámbricos se desplacen libremente dentro de la red QSIG, registrándose dicho terminal en los nodos correspondientes para realizar y recibir llamadas.
- Numeración múltiple. Permite asignar varios números a un mismo acceso a la red QSIG.
- Servicios de operadora. La operadora es un usuario especial de una CTN que se caracteriza por el tipo de tareas que realiza.
- Liberación de caminos (PR, *Path Replacement*). Las conexiones a través de una red QSIG pertenecientes a una llamada activa son sustituidas por una nueva conexión para obtener una mejor utilización de las misma (por ejemplo, después de transferir una llamada, todos los bucles innecesarios son liberados).
- Rellamada.
- Señalización usuario a usuario. Permite a un usuario enviar y recibir información de señalización junto con la llamada.

### Beneficios para el usuario

QSIG proporciona un método de interconexión extremadamente potente, lo que reporta al usuario los siguientes beneficios:

- Independencia del fabricante: se trata de un estándar internacional totalmente abierto y que es soportado por los fabricantes más importantes de PBX.
- Interoperabilidad: asegura que equipos de diferentes fabricantes puedan interoperar dentro de la misma red CTN.
- Independencia de la topología de red: QSIG soporta cualquier topología de red y no impone ninguna restricción en este sentido.

- Número ilimitado de nodos: no existe ninguna limitación en el número de nodos que constituyen la red.
- Plan de numeración flexible: tampoco se impone ningún plan de numeración, sino que es el ingeniero de la red el que debe decidir el plan de numeración que mejor se adapta a las necesidades de los usuarios a los que da servicio dicha red.
- Capacidad de interconexión: QSIG funciona sobre cualquier método de interconexión de PINX, incluyendo líneas analógicas y digitales, enlaces de radio y de satélite y redes privadas virtuales (VPN, Virtual Private Network). QSIG es compatible con todos los métodos de interconexión anteriores teniendo en cuenta, para cada uno de ellos, los retardos de transmisión asociados. Es importante hacer notar que la información de señalización de QSIG y la información de usuario no tienen que transmitirse, necesariamente, por el mismo enlace físico.
- Transparencia de características: se trata de un protocolo de señalización inteligente que ofrece una gran flexibilidad en términos de arquitectura de red.
- Dominio multiaplicación: su ámbito de utilización no queda circunscrito a la interconexión de PINX, sino que puede emplearse en una gran variedad de aplicaciones como, por ejemplo, la integración de dispositivos en la red corporativa.

### **1.13 ENCAMINAMIENTO DE LLAMADAS**

Los métodos de encaminamiento de llamadas sobre la RTPC de que se dispone, básicamente cinco, son:

- Identificación automática del número llamante o ANI (*Automatic Number Identification*).
- Identificación del abonado llamante o CID (*Caller ID*).
- Servicio de información sobre el número marcado o DNIS (*Dialed Number Information Services*).
- Marcación directa entrante o DID (*Direct inward dialing*).
- Centrex.

En los apartados siguientes analizamos cada una de ellas con más detalle.

#### **ANI (Automatic Number Identification)**

La identificación del número llamante es posible gracias a la capacidad de convertir la información digital originada en la compañía telefónica en información analógica capaz de ser transmitida hasta el equipo del abonado. La información que se envía es el número de teléfono de la persona que origina la llamada o, lo que es lo mismo, de la que soporta el coste de la comunicación.

El principio de funcionamiento es bastante simple: el operador envía el número de teléfono del abonado llamante al abonado llamado. Este envío tiene lugar justo después de la llamada, durante los tres primeros timbres o después de los tres primeros timbres. El abonado llamado puede, entonces, dependiendo de la información, decidir qué hacer con la llamada: transferirla, no contestar, etc. Generalmente, los dígitos del ANI se envían sobre el mismo canal que la llamada (señalización dentro de banda) o a través de la líneas de datos en la RDSI.

La distribución de llamadas basándose en el ANI es adecuada para aplicaciones que van destinadas al usuario final y no a las comunicaciones corporativas. Esto es así debido a que la información que proporciona el ANI es el número de teléfono desde el que se efectúa la llamada, pero esto no es suficiente para identificar al llamante. Por ejemplo, si se trata de una empresa, toda la información que obtendremos será el nombre de la empresa y su número de teléfono, no la persona que llamó. Sin embargo, si nos centramos en el mercado residencial, la situación es bien distinta, ya que podemos obtener más datos de la persona que llama. Es por ello que el empleo del ANI resulta adecuado para aplicaciones como la televenta, la «predicción» del futuro por teléfono, etc.

**Caller ID**

El *Caller ID* es muy similar al ANI (de hecho, se trata de una extensión del mismo), con la diferencia de que es capaz de proporcionar más información.

La información se envía entre el primer y segundo timbre de llamada por medio de tonos modulados en FSK (*Frequency Shift Keying*). Dependiendo de la información que se envíe, se distinguen dos tipos de formatos:

- Formato de mensaje de datos simple (SDMF, *Single Data Message Format*): contiene la fecha, la hora y el número de teléfono llamante. La Tabla 1.2 muestra el formato de un mensaje de este tipo.
- Formato de mensaje de datos múltiples (MDMF, *Multiple Data Message Format*): constituido por la fecha, la hora, el número de teléfono y el nombre del abonado asociado a dicho número. Opcionalmente, puede incluir campos que indiquen que dicha información no debe mostrarse porque el abonado así lo haya solicitado o porque no esté disponible (véase la Tabla 1.3).

**Tabla 1.2** Formato de mensaje de datos simple, utilizado en Caller ID

Campo	Valor	Codificación
Tipo de mensaje (SDMF)	4	00000100
Longitud del mensaje	18	00010010
Mes	12 (Diciembre)	00110001 00110010
Día	25	00110010 00110101
Hora	15	00110001 00110101
Minutos	30	00110011 00110000
Número de teléfono	6061234567	00110110 00110000 00110110 00110001 00110010 00110011 00110100 00110101 00110110 00110111
Checksum	79	01001111

**Identificación de la llamada en espera**

Se trata de una ampliación del *Caller ID*. Con la identificación de la llamada en espera o CIDCW (*Caller ID on Call Waiting*), el usuario llamado puede conocer la identidad de un nuevo llamante sin necesidad de poner la llamada actual en espera. CIDCW funciona del mismo modo que el *CallerID* con la excepción de que únicamente emplea MDMF.

A diferencia de *CallerID*, y puesto que el CIDCW sólo funciona si hay ya otra llamada establecida, el envío de la identificación del llamante no va precedido de ninguna señal de timbre. La central de conmutación del operador envía al terminal de usuario una señal de alerta CAS (*CPE Alerting Signal*) de dos tonos. Si éste está preparado para recibir la información del llamante (es decir, el teléfono está descolgado), responde con una señal de reconocimiento ACK. Cuando esta señal llega a la central de conmutación, silencia el receptor del terminal antes de enviar los datos FSK.

Este silencio tiene dos propósitos:

- Evita que el usuario escuche la señal FSK.
- Elimina las interferencias procedentes de la voz y otros ruidos recogidos por el micrófono del terminal.

**Tabla 1.3** Formato de mensaje de datos múltiplex, utilizado en Caller ID

Campo	Valor	Codificación
Tipo de mensaje (MDMF)	128	1 0 0 0 0 0 0 0
Longitud del mensaje	33	0 0 1 0 0 0 0 1
Tipo de parámetro	1 (Fecha/Hora)	0 0 0 0 0 0 0 1
Longitud del parámetro	8	0 0 0 0 1 0 0 0
Mes	12 (Diciembre)	0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0
Día	25	0 0 1 1 0 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 1
Hora	15	0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1
Minutos	30	0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 0
Tipo de parámetro	7 (Nombre)	0 0 0 0 0 1 1 1
Longitud del parámetro	9	0 0 0 0 1 0 0 1
Nombre	Joe Smith	0 1 0 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0
Checksum	28	0 1 0 1 1 0 0 0

La duración del silencio se extiende entre el final de la señal FSK y antes del envío del CAS. Una vez que se ha enviado la información FSK. La central de conmutación vuelve a habilitar el audio de terminal de usuario. Hecho esto, el equipo del operador envía una señal de alerta de abonado o SAS (*Subscriber Alerting Signal*), que es el tono empleado para indicar al abonado llamado que tiene otra llamada entrante. Tras la señal SAS la central de conmutación envía una señal de CAS que advierte de que se va a proceder al envío del *CallerID*. Cuando el terminal de usuario recibe el CAS, silencia el altavoz del receptor y envía un ACK a la central, la cual responde con la información del abonado.

**DNIS (Dialed Number Information Services)**

Emplea la misma tecnología que el ANI y *CallerID* para proporcionar la información necesaria para encaminar automáticamente las llamadas. La principal diferencia es que el dato obtenido del DNIS es el número marcado por el abonado llamante en lugar de su número de teléfono.

**DID (Direct Inward Dialling)**

DID (*Direct Inward Dialling*) es un servicio ofrecido por el operador que presta el servicio de telefonía que permite al llamante marcar directamente la extensión de una PBX o de un sistema de voz por paquetes sin la intervención de una operadora. Este servicio emplea haces de líneas

especiales que transmiten únicamente los dígitos de la extensión a la PBX o conmutador de paquetes. Por ejemplo, si una empresa tiene asignados los números de 555-1000 al 555-1999 y el llamante marca 555-1234, la central de conmutación del operador enviará únicamente el 234 a la centralita, la cual llamará a la extensión 234. Todo este proceso se lleva a cabo de forma totalmente transparente para el usuario.

Existen dos modalidades de DID:

- DID sobre la red telefónica convencional: se trata de la llamada telefónica establecida a través de la RTPC en la que se dispone de un circuito extremo a extremo dedicado de 64 kbps durante la vida de la llamada.
- DID sobre redes de voz en paquetes: una llamada está compuesta, en general, por varios paquetes. Cada uno de estos paquetes viaja entre equipos de datos (como un enlace entre *routers* y/o pasarelas) o entre equipos de datos y dispositivos telefónicos (como un enlace entre un *router* y una PBX). Cuando la llamada llega a un *router*, éste envía un tono de invitación a marcar al llamante y comienza a recoger los dígitos hasta que es capaz de identificar el destino. Una vez que dispone de la información necesaria, encamina la llamada adecuadamente.

### Centrex

Remitimos al apartado dedicado a este tema para un análisis más exhaustivo del mismo. Baste decir aquí que en el Centrex, el procedimiento que se emplea para el encaminamiento de las llamadas es, básicamente, un servicio similar al DID, con la diferencia de que el conmutador implicado es la central de conmutación del operador que presta el servicio de telefonía.

El servicio Centrex se puede definir como una centralita virtual creada sobre una central pública. No se requiere de equipos de conmutación (PBX) en el domicilio del cliente ya que son las propias extensiones de la central pública las que se prolongan hasta el mismo, pero por contra se hace necesario el tendido de un mayor número de cables, de tantos pares como terminales telefónicos se instalen.

# **Capítulo 2**

# **INTERCONEXION DE REDES**

## **2.1. REDES DE TELECOMUNICACIONES**

En este apartado se incluyen aspectos generales sobre las redes de telecomunicaciones que nos servirán de ayuda para entender mejor algunos puntos que se tratarán con posterioridad.

En los dos capítulos anteriores se ha visto la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) y los elementos esenciales que la integran: las centrales telefónicas que, en una versión más reducida (PBX), forman parte de las redes corporativas de voz (y datos) para las empresas. Si en lugar de estos elementos se utilizan otros específicos para la transmisión de datos, como son los nodos de conmutación, *routers*, concentradores, multiplexores, servidores, etc., y protocolos normalizados, se tienen las redes públicas de datos y, de manera equivalente, las redes de datos empresariales que, eso sí, muestran una más amplia variedad de tecnologías que las redes de voz, aunque cada vez más con las modernas técnicas digitales es muy difícil hacer la separación entre uno y otro tipo y las redes de telecomunicaciones actuales integran tráfico de todo tipo (voz, datos y vídeo) sobre una infraestructura única.

De esta manera, ya no resulta tan necesario hacer una distinción entre red de voz y red de datos, aunque por motivos tradicionales viene sucediendo así; es más, las redes de voz pueden transportar datos eficientemente, de igual manera que las redes de datos pueden transportar voz, siempre y cuando se implementen los procedimientos y protocolos adecuados.

### **Generalidades.**

La finalidad de la red de telecomunicaciones es asegurar la interconexión entre terminales, con unas características de calidad determinadas ya un coste razonable. Para conseguir estos objetivos se ponen a disposición de la red recursos de tres tipos: conmutación, señalización y transmisión (cada uno de los cuales será ampliamente estudiado a continuación). A la hora de caracterizar una red, podemos atenernos a los siguientes atributos:

- **Conectividad:** refleja la capacidad de toda red para efectuar las conexiones deseadas. Puede ser permanente (los recursos de la red están asignados de forma fija a los terminales) o temporal (se accede y utilizan los recursos previa petición para el establecimiento de las comunicaciones y mientras duran éstas).
- **Topología:** describe el despliegue físico de la red para interconectar los terminales y está muy relacionada con la conectividad.
- **Jerarquización:** hace referencia a la articulación de las redes en entidades funcionales de diversas categorías y establece que cada unidad funcional de red depende de una y sólo una categoría superior. En el nivel inferior de la jerarquía se encuentran los terminales
- **Funcionalidad:** una red genérica puede dividirse en dos subredes, a saber:
  - Red de distribución o acceso: constituida por elementos de red individuales y asignados permanentemente a cada terminal. Corresponde a los niveles jerárquicos inferiores.
  - Red de transporte o de tránsito: asociada a niveles jerárquicos superiores y cuya utilización se realiza en régimen de compartición, lo que se conjuga con su mayor complejidad.
- **Calidad:** deben distinguirse dos facetas.
  - Disponibilidad de la red, es decir, que pueda utilizarse cuando se desee, inmediatamente o con demoras reducidas.
  - Inteligibilidad de las señales recibidas a través de la red (si son analógicas) o a su tasa de error (si son digitales).
- **Naturaleza:** dependiendo de la tecnología empleada en el despliegue y explotación de la red, ésta puede ser analógica (prácticamente en desuso) o digital (la tendencia en todas las redes).

### Modelo de referencia OSI

Con el fin de estandarizar la comunicación entre equipos de diferentes fabricantes la ISO (*International Standards Organization*) ha establecido una arquitectura en niveles diferenciados

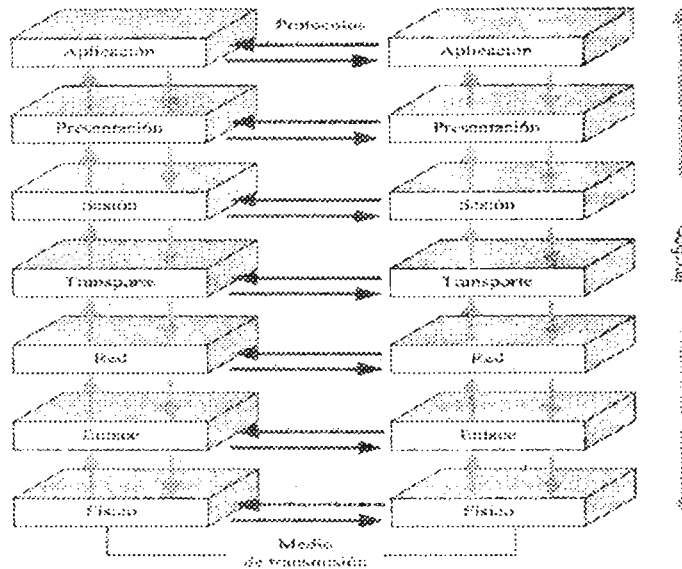


Figura 2.1 Estructura en nivel que establece el modelo OSI de ISO

por funciones específicas como referencia para la interconexión de sistemas abiertos (OSI, *Open System Interconnection*). El modelo propuesto, que ha tenido una gran trascendencia, se divide en siete niveles (según se muestra en la Figura 2.1 que son los siguientes:

- Nivel físico: define aspectos mecánicos, eléctricos y funcionales para la conexión de los equipos al medio físico empleado. Se encarga de la transmisión de una cadena continua de bits a través de un canal de comunicación entre dos extremos.
- Nivel de enlace: ofrece un control de errores (detección y corrección) y fragmenta y ordena en paquetes los datos enviados. También realiza funciones de control de flujo.
- Nivel de red: proporciona los medios adecuados para establecer, mantener y terminar conexiones entre sistemas.
- Nivel de transporte: facilita la transferencia de datos fiable entre nodos de la red, proporcionando una integridad de la información y una calidad de servicio previamente establecida.
- Nivel de sesión: establece, gestiona y termina sesiones entre aplicaciones. Realiza la gestión y recuperación de errores y, en algunos casos, proporciona múltiples transmisiones sobre el mismo canal de transporte.
- Nivel de presentación: proporciona a las aplicaciones transparencia respecto del formato de presentación, realizando conversión de caracteres, códigos y algunas funciones de seguridad.
- Nivel de aplicación: ofrece una interfaz de acceso para la utilización de los servicios de alto nivel.

## 2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS REDES



Las redes de proceso distribuido dieron paso en la década de los noventa del pasado siglo a las redes de área extensa o WAN (*Wide Area Network*) en la que se integran elementos muy diversos y de diferente naturaleza; en éstas podemos contemplar una serie de grandes ordenadores, ordenadores personales, impresoras, etc., todos ellos interconectados mediante redes de área local o LAN (*Local Area Network*), redes de conmutación de paquetes, la RDSI, etc. y empleando líneas alquiladas, RTPC, canales digitales de alta velocidad, etc. Las redes de área metropolitana o MAN son un tipo de WAN, de características especiales y alcance limitado a unos pocos kilómetros.

Las redes de comunicaciones ponen a disposición de sus usuarios unos determinados recursos localizados en distintos puntos, más o menos alejados de ellos, como pueden ser servidores de información, impresoras, servidores de correo, etc. En función del ámbito de cobertura geográfico que alcancen, las redes se clasifican en redes de área local (LAN), redes de área metropolitana (MAN) o redes de área extensa (WAN), como se aprecia en la Figura 2.2. En función de su utilización, pueden ser públicas (acceso por igual y sin restricciones para todos) o privadas (acceso limitado aun grupo de usuarios o comunidad de interés).

A continuación se hará una breve definición de cada uno de estos tipos de red, y en apartados posteriores se hará una descripción detallada de sus características y ámbito de aplicación.

### LAN (Local Area Network)

Una red de área local es un sistema de comunicaciones constituido por un hardware (cableado, terminales, servidores, etc.), y un software (acceso al medio, gestión de recursos, intercomunicación, etc.) que se distribuyen por una extensión limitada (planta, edificio, grupo de edificios) en el que existen una serie de recursos compatibles (discos, impresoras, bases de datos, etc.), a los que tienen acceso los usuarios para compartir información de trabajo.

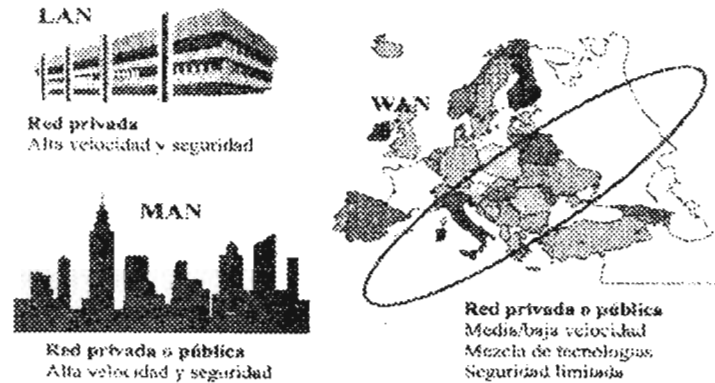


Figura 2.2 Distintos tipos de redes según su extensión y velocidad.

Según el Comité IEEE 802 (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), una LAN se distingue de otros tipos de redes de datos en que las comunicaciones se restringen a un área geográfica limitada, y en que pueden depender de un canal físico de comunicaciones con una velocidad binaria alta y que presenta una reducida tasa de errores.

### MAN (Metropolitan Area Network)

Una red de área metropolitana es una red intermedia entre una LAN y una WAN, cubriendo el entorno de lo que puede ser una gran ciudad y utilizando técnicas mixtas. Las dos tecnologías más empleadas en este tipo de redes son las denominadas DQDB (Distributed Queue Dual Bus), empleada en Estados Unidos con el servicio denominado SMDS (Switched Multi-Mega-bit Data Service) que lo utiliza como protocolo de acceso y FDDI (Fiber Distribute Data Inter- face). La

## 2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS REDES

Las redes de proceso distribuido dieron paso en la década de los noventa del pasado siglo a las redes de área extensa o WAN (*Wide Area Network*) en la que se integran elementos muy diversos y de diferente naturaleza; en éstas podemos contemplar una serie de grandes ordenadores, ordenadores personales, impresoras, etc., todos ellos interconectados mediante redes de área local o LAN (*Local Area Network*), redes de conmutación de paquetes, la RDSI, etc. y empleando líneas alquiladas, RTPC, canales digitales de alta velocidad, etc. Las redes de área metropolitana o MAN son un tipo de WAN, de características especiales y alcance limitado a unos pocos kilómetros.

Las redes de comunicaciones ponen a disposición de sus usuarios unos determinados recursos localizados en distintos puntos, más o menos alejados de ellos, como pueden ser servidores de información, impresoras, servidores de correo, etc. En función del ámbito de cobertura geográfico que alcancen, las redes se clasifican en redes de área local (LAN), redes de área metropolitana (MAN) o redes de área extensa (WAN), como se aprecia en la Figura 2.2. En función de su utilización, pueden ser públicas (acceso por igual y sin restricciones para todos) o privadas (acceso limitado a un grupo de usuarios o comunidad de interés).

A continuación se hará una breve definición de cada uno de estos tipos de red, y en apartados posteriores se hará una descripción detallada de sus características y ámbito de aplicación.

### LAN (Local Area Network)

Una red de área local es un sistema de comunicaciones constituido por un hardware (cableado, terminales, servidores, etc.), y un software (acceso al medio, gestión de recursos, intercomunicación, etc.) que se distribuyen por una extensión limitada (planta, edificio, grupo de edificios) en el que existen una serie de recursos compatibles (discos, impresoras, bases de datos, etc.), a los que tienen acceso los usuarios para compartir información de trabajo.

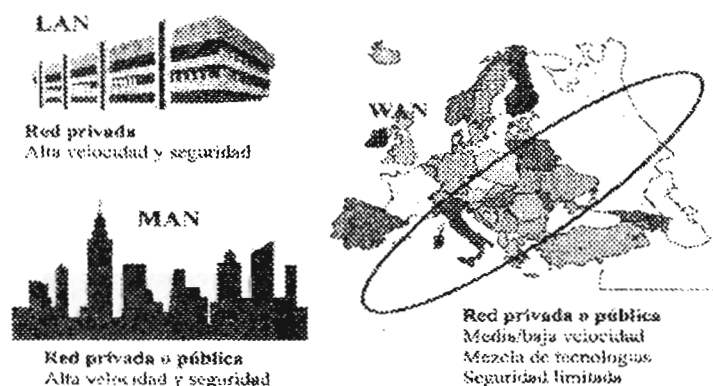


Figura 2.2 Distintos tipos de redes según su extensión y velocidad.

Según el Comité IEEE 802 (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), una LAN se distingue de otros tipos de redes de datos en que las comunicaciones se restringen a un área geográfica limitada, y en que pueden depender de un canal físico de comunicaciones con una velocidad binaria alta y que presenta una reducida tasa de errores.

### MAN (Metropolitan Area Network)

Una red de área metropolitana es una red intermedia entre una LAN y una WAN, cubriendo el entorno de lo que puede ser una gran ciudad y utilizando técnicas mixtas. Las dos tecnologías más empleadas en este tipo de redes son las denominadas DQDB (Distributed Queue Dual Bus),

empleada en Estados Unidos con el servicio denominado SMDS (Switched Multi-Mega-bit Data Service) que lo utiliza como protocolo de acceso y FDDI (Fiber Distribute Data Inter- face). La primera (estándar IEEE 802.6), nacida para la conexión de LAN a WAN mediante una MAN. La primera no se usa apenas en Europa, pero sí la segunda, por lo que la veremos con algo de detalle en un apartado posterior.

### **WAN ( Wide Area Network)**

Si la cobertura que proporciona la red de comunicaciones no tiene límite predefinido, entonces se habla de una red de área extendida o WAN, pudiendo llegar a ser tan extensa como sea necesario. Normalmente, estas redes se apoyan en las infraestructuras que proporcionan los diferentes operadores de telecomunicaciones en cada país y, cuando su extensión sobrepasa el ámbito de una nación se hace necesario contratar medios de transmisión y de conmutación proporcionados por los operadores de otros países.

La tecnología que se utiliza en este tipo de redes puede ser de cualquier tipo, pero la tendencia es a utilizar técnicas que consigan el mayor aprovechamiento de los recursos, como son las del tipo conmutación de paquetes. Así, por ejemplo, Internet es una red WAN, con cobertura mundial, que hace uso del protocolo IP. La RDSI constituye otro buen ejemplo de red de comunicaciones, en este caso para voz y datos, con una amplia cobertura, lo mismo que les pasa a las redes de datos de conmutación de paquetes X.25.

### **Redes públicas, privadas y RPV**

Las redes corporativas, entendidas como aquellas en las que se basan los servicios de telecomunicaciones propios de una empresa, han existido siempre y en muy diversas modalidades, soportando servicios de voz, datos, imágenes, etc., bien de forma individual o integrada. En este capítulo nos centraremos en lo que son las redes corporativas de datos, y siguiendo un orden cronológico para su clasificación, tenemos: red pública, red privada y red privada virtual.

#### **Red pública**

Un elemento esencial a la hora de construir cualquier tipo de red, independientemente de la tecnología que se use, son los medios de transmisión que sirven para enlazar los diversos sistemas; éstos habitualmente son proporcionados por los operadores con licencia para ello de cada país, en la forma de líneas conmutadas o punto a punto o ya de una forma más sofisticada en lo que se denomina red pública de datos, caso de las redes de conmutación de paquetes (Iberpac con X.25 o Internet con IP), de tramas (*Frame Relay*) y de celdas (ATM).

La solución de red pública consiste en ofrecer a todos los usuarios las mismas opciones, lo que en un principio no parece muy aconsejable ya que las necesidades de cada uno son distintas. Dependiendo de las tarifas que se apliquen, ésta puede ser una solución interesante desde el punto de vista económico: el usuario sólo se tiene que preocupar de pagar, pero está siempre obligado a adaptarse a los servicios que se le dan. La gestión de la red la realiza el propio operador y el usuario no tiene control alguno sobre la misma; es una situación de dependencia absoluta, afectando cualquier caída de la red a todos los usuarios conectados en ese momento.

#### **Red privada**

Por red privada se entiende aquella que, si bien puede hacer uso de ciertos elementos proporcionados por los operadores, la mayor parte de sus elementos son privados y, sobre todo, su gestión y control es realizada por el propio usuario, aunque también puede ser con personal subcontratado (*outsourcing* de servicios).

Es de resaltar el hecho de que es el usuario el que en todo momento dispone de los recursos de la red para su exclusivo uso y el encargado de todos los aspectos relacionados con su gestión y administración, por contra a como sucede en una red pública en la que se comparten los recursos y es el propio operador el encargado de su gestión.

elevadas, y aporta la disponibilidad, flexibilidad y seguridad que las redes corporativas necesitan. Como desventaja presenta que al ser el usuario el encargado de realizar su gestión, deba disponer de los recursos necesarios para poderla llevar a cabo (herramientas, personal y conocimientos), asumiendo en todo momento la responsabilidad sobre su funcionamiento.

### Red privada virtual (RPV).

Al igual que en telefonía existe el servicio denominado Centrex que es una solución basada en la compartición de recursos, para de esta forma conseguir una mayor eficacia, en cuanto a redes de datos, existe el servicio de Red Privada Virtual o RPV que pretende los mismos objetivos.

La RPV puede hacer uso sólo de los elementos de la red pública o puede incorporar otros nuevos, al objeto de dar unas mayores prestaciones y/o un mejor servicio.

La solución de RPV consiste, básicamente, en compartir los recursos de transmisión y de conmutación (enlaces y nodos) para que de esta forma y debido a la economía de escala el usuario se beneficie de un menor coste. En definitiva, parte de los recursos de la red pública se reservan para uso exclusivo de un determinado usuario, realizándose el control de la red por el operador, aunque éste puede tener un acceso limitado a la misma para la realización de ciertas funciones que sólo le afecten a él.

## 2.3. REDES DE AREA LOCAL

Una red de área local o LAN (*Local Area Network*) se define como una red de telecomunicaciones tolerante a fallos que permite el acceso a recursos compartidos a gran velocidad en un entorno geográfico restringido, como un edificio, oficina, nave o campus. Una LAN es un medio compartido entre todos los usuarios a ella conectados, y por tal razón requiere la implementación de mecanismos de acceso para que los distintos usuarios puedan tener acceso a los recursos comunes, como son el medio físico, servidores de red, impresoras, etc.

Las características básicas que definen una red LAN son las siguientes:

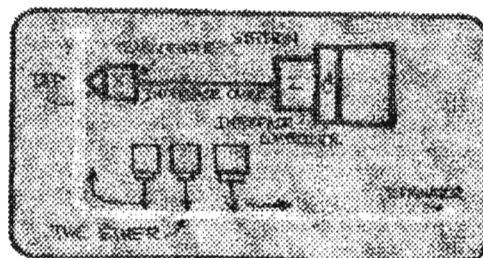
- Permite la interconexión de dispositivos.
- Aporta una velocidad de transmisión de datos elevada (desde 1 Mbps hasta 10 Gbps).
- La infraestructura de red suele ser privada.
- Fácil instalación y flexibilidad en la reubicación de equipos y terminales.

### Componentes de una red LAN

Es posible contemplar una red LAN desde dos puntos de vista diferentes:

- físico: incluye el medio físico y el método de transmisión empleado. Desde esta perspectiva, los componentes de una red LAN son:

- Servidores: encargados de proporcionar servicios de red a las demás estaciones que forman parte de la misma.
- Estaciones de red: equipos desde los que el usuario accede a las aplicaciones y servicios proporcionados por la red.



**Figura 2.3** Primer esquema de una red Ethernet, dibujado por su inventor, Robert Metcalfe

- Tarjetas de red: conectan las estaciones a la red a través del sistema de cableado.
- Sistema de cableado: constituido por el medio de transmisión (generalmente cable, aunque existen redes inalámbricas), su misión es interconectar entre sí el conjunto de servidores y estaciones que forman parte de la red.

- Lógico: permite el establecimiento de conexiones punto a punto asegurando la entrega de datos sin errores a través de la red. Observando la red desde este punto de vista, aparecen los siguientes componentes:

- Protocolos de comunicación: reglas y procedimientos empleados para establecer la comunicación entre nodos de la red.
- Sistema operativo de red: equipamiento lógico que, añadido al sistema operativo de las estaciones de red, permite a éstas acceder a los recursos de la propia red.

### Clasificación de las redes LAN

Las redes LAN pueden clasificarse atendiendo a varios criterios que en la mayoría de los casos son complementarios.

- En función del medio de transmisión utilizado: es decir, dependiendo de las características físicas del medio empleado para conectar los nodos de la red. Existen cuatro medios de transmisión básicos, que son:

- Cable coaxial.
- Par trenzado.
- Fibra óptica: se basa en la transmisión de la información en formato luminoso por uno o más hilos de fibra de vidrio. Existen dos tipos:
  - Fibra monomodo: si únicamente se propaga un modo electromagnético a través de la línea.
  - Fibra multimodo: si viajan varios modos electromagnéticos por el cable, que son los más habituales por su menor coste.
- Inalámbrico: permite mayor flexibilidad y disminuye los costes de instalación. El estándar IEEE 802.11 b (también conocido como Wi-Fi), que opera en la banda de 2,4 GHz (ISM) y no requiere licencia, está teniendo una gran aceptación en el mercado.

La selección del medio de transmisión idóneo dependerá de los requisitos funcionales del usuario y de las características del entorno de operación.

- En función del modo de transmisión: el modo de transmisión define las características de la señal utilizada y la manera en que ésta utiliza el ancho de banda disponible. Pueden ser:

- Transmisión de banda base: se dispone de un solo canal de comunicaciones por el que únicamente es posible transmitir una señal en cada momento. Para permitir el acceso al medio de varios usuarios se emplean técnicas de multiplexación por división en el tiempo. Puesto que la señal se encuentra en su formato original, no es necesario el empleo de un módem. Sin embargo, en banda base la señal es muy susceptible a ruidos e interferencias.
- Banda ancha: a través de técnicas de multiplexación por división en frecuencia es posible dividir el canal en subsanales de ancho de banda más pequeño y emplear cada uno estos subcanales para una comunicación diferente, de modo que es posible realizar varias transmisiones simultáneas. En este caso, la información está modulada; por lo que es necesario un módem para la modulación/demodulación de dicha información.

- En función de la topología de la red: la topología de una red LAN, y en general de cualquier red, determina la disposición de sus nodos y las interconexiones entre ellos. En este sentido, cabe distinguir entre:

- Topología física: define la manera en que están organizados los dispositivos que forman la red.
- Topología lógica: relacionada con el método de acceso al medio empleado.

Una misma topología física puede conjugarse con diferentes topologías lógicas. Las más comunes son:

- **Bus:** se trata de una topología lineal en la que todas las estaciones están conectadas a un único canal de comunicación común para todas ellas.
- **Anillo:** cada una de las estaciones del sistema se conecta a dos estaciones contiguas formando un bucle cerrado.
- **Estrella:** las estaciones están conectadas a un dispositivo central -como puede ser un *hub* o un *switch* - a través del cual se comunican.
- **Árbol:** se trata de una topología en bus a la que pueden conectarse estrellas.

- En función del método de acceso al medio: hace referencia al método empleado para que los elementos de la red pueden acceder al medio físico ordenadamente y sin colisiones. La Figura 2.4 muestra los protocolos de acceso a los medios empleados en la red LAN:

Sin embargo, los más empleados son:

- **Probabilísticos:** cada nodo compite con el resto por la utilización del canal sin garantía del tiempo de respuesta y teniendo que tratar con colisiones. El método más extendido es el CSMA/CD ( *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection* ), empleado en las redes con tecnología Ethernet. En este método, cada estación escucha el medio antes de transmitir para comprobar si está ocupado. En caso afirmativo, espera un tiempo aleatorio. Si el canal está libre, comienza la transmisión, pero sigue manteniéndose a la escucha de

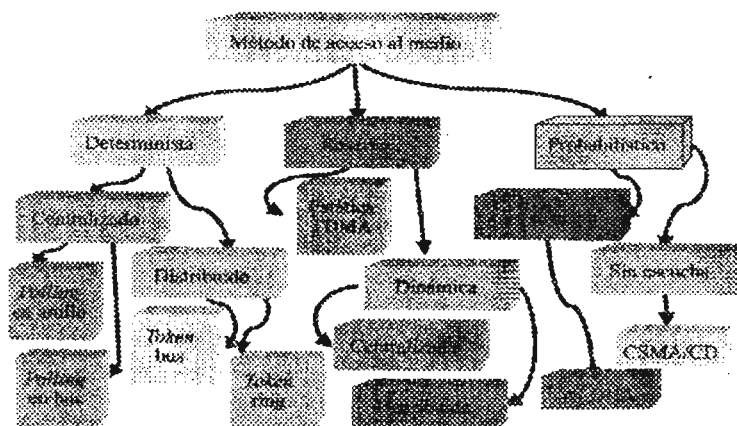


Figura 2.4 Distintos métodos de acceso al medio físico en una LAN

Colisiones (una colisión es la situación que se da cuando dos o más estaciones están transmitiendo simultáneamente). Si se detecta una colisión, cesa la transmisión de información útil y se envía una señal de *jam* cuya misión es garantizar que el resto de terminales detecta la colisión. Una vez hecho esto, se produce una espera aleatoria antes de intentar reanudar la transmisión. De este modo, se reduce al mínimo la probabilidad de una nueva colisión. Este método tiene la ventaja de ser descentralizado. Sin embargo, no puede garantizar tiempos de espera máximos, por lo que no es adecuado para sistemas de tiempo real. Suele emplearse en configuraciones en bus o en estrella.

- **Deterministas:** garantizan un tiempo máximo de espera de acceso al canal para cada nodo. Una vez que dicho nodo dispone del canal, lo hace en régimen de exclusividad. Existen dos modalidades:

- Paso de testigo (*token passing*): existe un testigo (*token*) que circula continuamente por la red y cuya posesión otorga el derecho de transmitir, de manera que únicamente puede transmitir el nodo que tiene el testigo. Al acabar éste su transmisión, pasa el testigo al siguiente. Con este método no hay posibilidad de colisión.
- Llamada selectiva (*polling*): un nodo central llama a los nodos secundarios para determinar si alguno de ellos desea transmitir. En caso afirmativo, se autoriza la transmisión al nodo correspondiente o se le asigna un tiempo para llevar a cabo la transmisión. No es un método adecuado en redes con poco tráfico porque la mayoría del tiempo el canal estaría ocupado por mensajes de control.

- En función de la filosofía de conmutación: se refiere a la existencia de algún mecanismo *hardware* por el cual se puede dedicar todo el ancho de banda de la red a las comunicaciones entre terminales (o segmentos de red) sin llevar a cabo ninguna intervención en el protocolo de acceso al medio característico de la red. Existen dos tipos de redes, que son:

- Redes conmutadas: presentan una topología física en estrella donde el elemento conmutador es un *switch* cuya función es la de comunicar únicamente aquellos puertos que mantengan en ese momento una sesión, cediéndoles todo el ancho de banda y permitiendo cualquier otra interacción entre el resto de elementos de la red.
- Redes no conmutadas: definen redes LAN para las cuales no existe ningún elemento de conmutación.

### Sistemas operativos de red

Los sistemas operativos de red (*NOS, Network Operative System*) constituyen el equipo lógico que controla las comunicaciones y los recursos compartidos de la red y proporciona la capacidad de proceso distribuido. Generalmente, el sistema operativo de red funciona junto con el sistema operativo de la estación de la red ciñéndose al siguiente algoritmo:

- Si se efectúa una solicitud local, esto es, un comando que sólo precisa los recursos/dispositivos de la estación, ésta se realiza en el puesto del usuario con el sistema operativo de la estación.
- Por el contrario, si la solicitud requiere la participación de equipamiento (lógico y/o físico) ajenos a la propia estación, es el sistema operativo de red el que procesa la petición.

Existen dos tipos de NOS:

- Servidor dedicado: existe un ordenador que centraliza el proceso de datos y aplicaciones, realizando funciones especiales tales como servicios de impresión, comunicaciones, etc.
- Igual a igual (*peer-to-peer*): todas las estaciones actúan como servidores, asumiendo la responsabilidad de cada uno de los servicios que ofrece.

En los últimos años, se ha impuesto la alternativa de disponer de varios servidores en una misma red. Las ventajas de esta solución son claras ya que permite la especialización de los servidores en aplicaciones concretas (acceso a bases de datos, impresión, fax, etc.), la escalabilidad y crecimiento gradual sin necesidad de grandes inversiones y, por último, un tiempo de respuesta adecuado.

### Redes LAN más extendidas

A continuación veremos algunos de los tipos de LAN más extendidos, destacando sobre todos ellos Ethernet, en sus distintas variantes. IEEE 802.3 Token Ring es otro, muy extendido hace algunos años en el sector financiero, pero que en la actualidad tiende a desaparecer, al no contar con el apoyo de la industria.

### Ethernet

El término Ethernet se emplea para referirse a una familia de estándares del IEEE para red LAN que incluye las siguientes tres categorías:

- Ethernet IEEE 802.3 (especificación para operación a 10 Mbps).
- Fast Ethernet (a 100 Mbps).
- Gigabit Ethernet (a 1 Gbps).

Este tipo de redes locales, que aparecieron en la década de los setenta del siglo xx, son las más amplia difusión para uso comercial, científico y educativo, con diferencia sobre los otros tipos. En sus comienzos entró en franca competencia con las del tipo Token Ring, pero éstas ya, prácticamente, no se instalan y sólo se mantienen las instalaciones existentes.

### Ethernet IEEE 802.3

Se trata de una red de transmisión en banda base con una velocidad de 10 Mbps, topología en bus de cable coaxial y sistema de acceso al medio CSMA/CD. En el estándar se ofrecen cuatro posibilidades de conexión de un equipo a la red, que son:

- 10 Base 5 (*Thick Ethernet*): es necesario un transceptor (como se puede ver en la Figura 2.5) que se encargue de la adaptación entre las interfaces del equipo y la del bus, una tarjeta de red y un cable especial (AUI, *Attachment Unit Interface*) con conectores de 15 pines llamados MAU (*Media Attachment Unit*).
- 10 Base 2 (*Thin Ethernet*): en este caso se emplea un cable coaxial fino y la tarjeta de red dispone de una conexión BNC y un conector en T (ambos de tipo coaxial RG-62).
- 10 Base T: emplea cable de pares (UTP) sin apantallar para conectar los terminales a un elemento denominado *hub* con funciones de repetidor multipuerto, que permite un alcance de hasta 100 metros.
- 10 Base F: permite implementar redes Ethernet sobre fibra óptica multimodo.

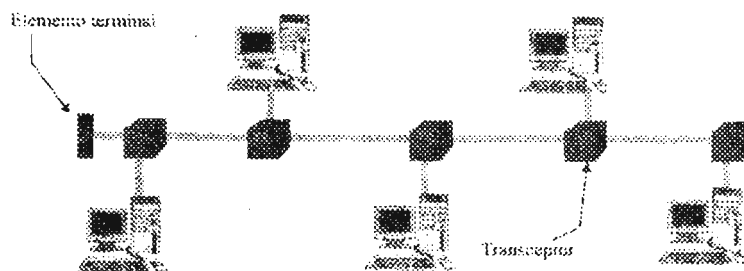


Figura 2.5 Topología típica de una red Ethernet 10 Base 5.

Existen dos normas prácticas de diseño de redes Ethernet que indican que el segmento de cable, constituido por el coaxial y sus terminadores, no debe superar los 500 metros y que no deben existir más de dos repetidores en el camino de transmisión entre dos estaciones de la red.

### Fast Ethernet

Al igual que su predecesor, Fast Ethernet o 100 Base T utiliza una topología en bus y protocolo de acceso al medio CSMA/CD. Consigue alcanzar 100 Mbps. Sin embargo, existen dos diferencias significativas: el diámetro de la red es 10 veces menor debido a la mayor velocidad de operación, y soporta la autonegociación que permite a un dispositivo y al *hub* intercambiar información sobre sus características de modo que el enlace de comunicaciones que se establece entre ambos es óptimo. Las características básicas del estándar 100 Base T son:

- Una velocidad de transferencia de 100 Mbps.
- Una subcapa (MAC) idéntica ala de 10 Base T.



- .Formato de las tramas idéntico al de 10 Base T.
- .El mismo cableado que 10 Base T (cumpliendo con EIA/TIA-568).
- .Mayor consistencia ante los errores que Ethernet al 0 Mbps.

Las tarjetas de red (NIC, *Network Interface Card*) suelen ser de tipo dual 10/100 y soportan tanto 10 Mbps como 100 Mbps, presentando una misma interfaz.

### Gigabit Ethernet

Basado en el estándar 802.3z, IGbE supone el siguiente paso en la evolución hacia las redes Ethernet de gran velocidad, alcanzando 1Gbps. También está en desarrollo 10 G Ethernet a 10 Gbps. Sus características principales son:

- Nivel físico: existen dos medios de transmisión posibles:

- Fibra óptica, que puede ser:
  - 1000 Base LX: si emplea un láser de onda larga sobre fibra monomodo y multimodo.
  - 1000 Base SX: si emplea un láser de onda corta sobre fibra multimodo.

La principal diferencia entre ambas son el coste y la atenuación de la señal.

- Cable coaxial de 150 Q: da lugar a la variante 1000 Base CX.

- Nivel de MAC: soporta transmisiones *half-duplex* y *full-duplex*:

- *Half-duplex*: se emplea CSMA/CD para asegurar que las estaciones se puedan comunicar sobre un mismo cable sin colisiones. Sin embargo, debido a que a estas velocidades algunos de los parámetros de funcionamiento del protocolo de acceso al medio de Ethernet dejan de ser válidos, Gigabit Ethernet no es eficaz en este tipo de comunicaciones.
- *Full-duplex*: permite transmitir y recibir simultáneamente sobre un mismo cable. Por lo general, los enlaces de este tipo se emplean en comunicaciones punto a punto, por lo que se elimina la existencia de colisiones y, por tanto, deja de emplear CSMA/CD.

### Redes Token Ring

Se trata de una red en banda base con topología lógica en anillo y topología física en estrella (Figura 2.6) con sistema de acceso por paso de testigo, de acuerdo con el estándar IEEE 802.5. Los elementos que forman parte de esta red son:

- Sistema de cableado: existen diversos tipos de cable normalizados de los cuales depende el número máximo de estaciones de la red.

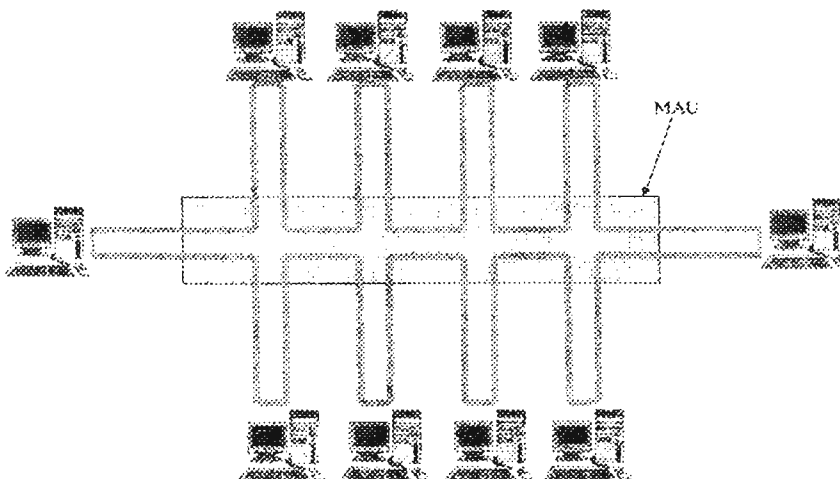


Figura 2.6. Estructura en anillo lógico de una red Token Ring

- MAU (Multistation Access Unit): es un concentrador de dispositivos en estrella. Estas unidades pueden ser pasivas o activas para par trenzado apantallado o sin apantallar.
- Adaptador para PC: es la tarjeta que permite la conexión del PC a la MAU.

### Redes Token Bus

Combina la estructura en bus típica de las redes Ethernet con el sistema de paso de testigo de Token Ring. Se transmite en banda ancha sobre cable coaxial a unas velocidades que varían entre 1 y 10 Mbps.

La red debe ser capaz de transmitir a todos los dispositivos conectados al bus. Para ello. Se divide el ancho de banda en dos canales. Uno para la señal de ida y el otro para la de vuelta. Cuando la señal llega al final de la red por un canal es remodulada (ubicada en otra frecuencia) y enviada por el canal de vuelta correspondiente. Esto permite a cualquier estación comunicarse con cualquier otra. Independientemente de su posición dentro de la red.

Todos los dispositivos tienen una dirección dentro de la red. De forma que cada dispositivo transmite a la siguiente dirección lógica del bus.

La utilización de banda ancha requiere un sistema de señalización más complicado y necesita que los dispositivos conectados al bus realicen alguna labor de modulación/demodulación. Además, se necesita que en la cabecera de la red exista un dispositivo encargado de volver a modular y regenerar las señales para ser enviadas por el canal de vuelta.

Los beneficios de este tipo de red son:

- Cableado más sencillo de instalar que las redes en anillo.
- Prestaciones superiores que CSMA/CD cuando existen condiciones de alto tráfico.

El principal inconveniente es que la sobrecarga en la red derivada del hecho de que cada dispositivo debe capturar el testigo. Regenerarlo y enviárselo al siguiente dispositivo.

### Wireless LAN

El estándar IEEE 802.11 se considera como una solución para la implantación de redes LAN sin hilos tanto en edificios como en espacios abiertos. Con amplia cobertura y rendimiento. Los tres medios físicos sobre los que. En principio. Se soporta son:

- Espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS).
- Espectro ensanchado con salto en frecuencia (FHSS).
- Infrarrojos (IrDA).

De los tres. El más empleado es el DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*). Con el que se consigue una alta velocidad y una elevada inmunidad frente a las interferencias.

Las principales ventajas de esta tecnología son la de movilidad y flexibilidad de cobertura y ubicación de usuarios. Así como un bajo coste en infraestructura al no depender por un medio guiado, mientras que sus mayores desventajas son una menor fiabilidad que otras soluciones sobre medios guiados y baja velocidad de proceso.

Las WLAN se encuadran dentro de los estándares desarrollados por el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) para redes locales inalámbricas. El origen de las LAN inalámbricas (WLAN) se remonta a la publicación en 1979 de los resultados de un experimento realizado por ingenieros de IBM en Suiza, consistente en utilizar enlaces infrarrojos para crear una red local en una fábrica.

Desde 1985 hasta 1990 se siguió trabajando en la fase de desarrollo, hasta que en mayo de 1991 se publicaron varios trabajos referentes a WLAN operativas que superaban la velocidad de 1Mbit/s, el mínimo establecido por el IEEE 802 para que la red sea considerada realmente una LAN, con aplicación empresarial. En 1989, en el seno de IEEE 802, se formó el comité IEEE 802.11, que empieza a trabajar para tratar de generar una norma para las WLAN, pero no es hasta

1994 cuando aparece el primer borrador, y habría que esperar hasta el año 1999 para dar por finalizada la norma.

La principal ventaja de este tipo de redes (WLAN), que no necesitan licencia para su instalación, es la libertad de movimientos que permite a sus usuarios, ya que la posibilidad de conexión sin hilos entre diferentes dispositivos elimina la necesidad de compartir un espacio físico común y soluciona las necesidades de los usuarios que requieren tener disponible la información en todos los lugares por donde puedan estar trabajando. Además, a esto se añade la ventaja de que son mucho más sencillas de instalar que las redes de cable y permiten la fácil reubicación de los terminales en caso necesario.

También, presentan alguna desventaja, o más bien inconveniente, que es el hecho de la «baja» velocidad, por lo que su éxito comercial es más bien escaso y, hasta que los nuevos estándares, como es Wi-Fi, no permitan un incremento significativo, no es de prever su uso masivo, ya que por ahora no pueden competir con las LAN basadas en cable.

Actualmente son cuatro los estándares reconocidos dentro de la familia IEEE 802.11; en concreto, la especificación 802.11 original; 802.11a (evolución a 802.11 e/h), que define una conexión de alta velocidad basada en ATM; 802.11b, el que goza de una más amplia aceptación y que aumenta la tasa de transmisión de datos propia de 802.11; y 802.11g, compatible con él, pero que proporciona aún mayores velocidades.

Una tecnología, que también está teniendo gran aceptación para aplicaciones inalámbricas a corta distancia, dentro de lo que se conoce como una PAN (*Personal Area Network*) es la denominada Bluetooth, que opera en la misma banda que las WLAN y alcanza una velocidad efectiva de hasta 1 Mbps. Utiliza la técnica FHSS, alcanza 10 metros y permite la transmisión de voz y datos.

### **Estándar Wi-Fi**

En 1992 se crea Winforum, consorcio liderado por Apple y formado por empresas del sector de las telecomunicaciones y de la informática para conseguir bandas de frecuencia para los sistemas PCS. En 1993 se constituye la IrDA (Infrared Data Association) para promover el desarrollo de las WLAN basadas en enlaces por infrarrojos que consiguen 1 y 2 Mbit/s respectivamente. En 1996, finalmente, un grupo de empresas del sector de informática móvil (mobile computing) y de servicios forman el Wireless LAN Interoperability Forum (WLI Forum) para potenciar este mercado mediante la creación de un amplio abanico de productos y servicios ínter operativo.

En el año 1999, se aprobó el estándar 802.11b, una extensión del 802.11 para WLAN empresariales, con una velocidad de 11 Mbit/s y un alcance de unos 100 metros, que al igual que Bluetooth y Come RF, también emplea la banda de ISM de 2,4 GHz, pero en lugar de una simple modulación de radio digital y salto de frecuencia, utiliza la modulación lineal compleja. Permite mayor velocidad, pero presenta una menor seguridad, y el alcance puede llegar casi a los 100 metros, suficientes para un entorno de oficina u hogar. Aun mismo punto de acceso se pueden conectar simultáneamente hasta 12 estaciones y tres puntos de acceso pueden coexistir en la misma área.

Este estándar se conoce también como Wi-Fi, debido a que para potenciarlo se creó la alianza denominada Wi-Fi (Wireless Fidelity), que asegura la compatibilidad de los productos a través de su certificación. Prácticamente, ha sustituido comercialmente al anterior que ya no se utiliza.

### **Interconexión de redes**

El objetivo de la Interconexión de Redes (*internetworking*) es dar un servicio de comunicación de datos que involucre diversas redes con diferentes tecnologías de forma transparente para el usuario. Este concepto hace que las cuestiones técnicas particulares de cada red puedan ser ignoradas al diseñar las aplicaciones que utilizarán los usuarios de los servicios.

Los dispositivos de interconexión de redes sirven para superar las limitaciones físicas de los elementos básicos de una red, extendiendo su ámbito de aplicación. Permiten conectar LAN con LAN, LAN con WAN, o WAN con WAN. Algunas de las ventajas que plantea la interconexión de redes de datos, son:

- Compartición de recursos dispersos.
- Coordinación de tareas de diversos grupos de trabajo.
- Reducción de costos, al utilizar recursos de otras redes.
- Aumento de la cobertura geográfica.

Los principales dispositivos para la interconexión de redes (Figura 2.7) son:

- **Concentradores:** centralizan en un punto las distintas conexión a los dispositivos de la red.
- **Repetidores:** permite la conexión de dos tramos de red regenerando la señal para permitir alcanzar distancias mayores manteniendo el mismo nivel de señal a lo largo de la red.
- **Puentes:** filtran el tráfico que pasa de una red a otra según la dirección de destino y una tabla que relaciona las direcciones y la red en que se encuentran las estaciones.
- **Routers:** envían paquetes de datos de un protocolo desde una red a otra. Son los más importantes, ya que enrutan/encaminan el tráfico en la red y realizan otras muchas funciones. Trabajan al nivel 3 de OSI, el nivel de red, y tratan el tráfico IP, propio de Internet.
- **Pasarelas:** facilitan el acceso entre sistemas o entornos con diferentes protocolos.

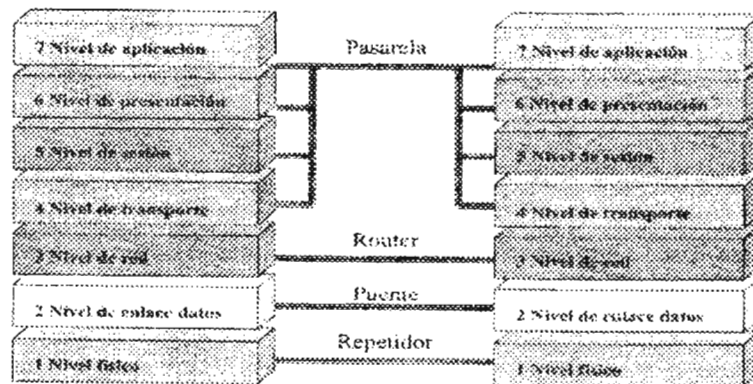


Figura 2.7 Nivel de Red en el que actúa cada uno de los elementos de interconexión.

- **Switches:** permiten la conexión de segmentos de red LAN a nivel de MAC.

### Concentradores (Hubs)

El término concentrador o *hub* describe la manera en que las conexiones de cableado de cada nodo de una red se centralizan y conectan en un único dispositivo. Se suele aplicar a nodos Ethernet, Token Ring, y FDDI soportando módulos individuales que concentran múltiples tipos de funciones en un solo dispositivo. Normalmente los concentradores incluyen ranuras (*slots*) para aceptar varios módulos y un panel trasero común para funciones de encaminamiento, filtrado y conexión a diferentes medios de transmisión (por ejemplo, Ethernet y Token Ring).

A un *hub* Ethernet se le denomina repetidor multipuerto. El dispositivo repite simultáneamente la señal a múltiples cables conectados en cada uno de los puertos del *hub*. En el otro extremo de cada cable está un nodo de la red, por ejemplo un ordenador personal. Un *hub* Ethernet se convierte en un *hub* inteligente (*smart hub*) cuando puede soportar inteligencia añadida para realizar funciones de control y supervisión.

Los *hubs* inteligentes permiten a los usuarios dividir la red en segmentos de fácil detección de errores a la vez que proporcionan una estructura de crecimiento ordenado de la red. La capacidad de gestión remota de los *hubs* inteligentes hace posible el diagnóstico remoto de un problema y aísla un punto con problemas del resto de la LAN, con lo que otros usuarios no se ven afectados.

El tipo de *hub* Ethernet más popular es el *hub* 10/100 Base T. En este sistema la señal llega a través de cables de par trenzado a una de las puertas, siendo regenerada eléctricamente y enviada a las demás salidas. Este elemento también se encarga de desconectar las salidas cuando se produce una situación de error.

A un *hub* TokenRing se le denomina Unidad de Acceso Multiestación (MAU, *Multi-station Access Unit*), Las MAU se diferencian de los *hubs* Ethernet porque las primeras repiten la señal de datos únicamente a la siguiente estación en el anillo y no a todos los nodos conectados a ella como hace un *hub* Ethernet.

### **Repetidores (Repeaters)**

El repetidor es un elemento que permite la conexión de dos tramos de red, teniendo como función principal regenerar eléctricamente la señal, para permitir alcanzar distancias mayores manteniendo el mismo nivel de la señal a lo largo de la red. Un repetidor interconecta múltiples segmentos de red en el nivel físico del modelo de referencia OSI. Por esto sólo se pueden utilizar para unir dos redes que tengan los mismos protocolos de nivel físico.

Los repetidores no discriminan entre los paquetes generados en un segmento y los que son generados en otro segmento, por lo que los paquetes llegan a todos los nodos de la red. Debido a esto existen más riesgos de colisión y más posibilidades de congestión de la red.

Se pueden clasificar en dos tipos: locales cuando enlazan redes próximas y, remotas cuando las redes están alejadas y se necesita un medio intermedio de comunicación.

Normalmente la utilización de repetidores está limitada por la distancia máxima de la red y el tamaño máximo de cada uno de los segmentos de red conectados. En las redes Ethernet, por problemas de gestión de tráfico en la red y de retardos de propagación, no deben existir más de dos repetidores entre dos equipos terminales de datos, lo que limita la distancia máxima entre los nodos más lejanos de la red a 1,500 metros (enlazando con dos repetidores tres segmentos de máxima longitud, 500 metros).

### **Puentes (Bridges)**

Son elementos inteligentes, constituidos como nodos de la red, que conectan entre sí dos subredes, transmitiendo de una a otra el tráfico generado no local. Al distinguir los tráficos locales y no locales, estos elementos disminuyen el mínimo total de paquetes circulando por la red por lo que, en general, habrá menos colisiones y resultará más difícil llegar a la congestión de la red.

Operan en el Nivel de Enlace del modelo de referencia OSI, en el nivel de trama de Control de Acceso al Medio MAC (Medium Access Control,) y se utilizan para conectar o extender redes similares, es decir redes que tienen protocolos idénticos en los dos niveles inferiores OSI, (como es Token Ring con Token Ring, Ethernet con Ethernet, etc.) y conexiones a redes de área extensa (WAN).

Se encargan de filtrar el tráfico que pasa de una a otra red según la dirección de destino y una tabla que relaciona las direcciones y la red en que se encuentran las estaciones asignadas. Las redes conectadas a través de un *bridge* aparentan ser una única red, ya que realizan su función transparentemente; es decir, las estaciones no necesitan conocer la existencia de estos dispositivos, ni siquiera si una estación pertenece a uno u otro segmento.

### **Encaminadores (Routers)**

Son dispositivos inteligentes que trabajan en el Nivel de Red del modelo de referencia OSI, por lo que son dependientes del protocolo particular de cada red. Envían paquetes de datos de un protocolo común, desde una red a otra.

Convierten los paquetes de información de la red de área local, en paquetes capaces de ser enviados mediante redes de área extensa. Durante el envío, el router examina el paquete buscando la dirección de destino y consultando su propia tabla de direcciones, la cual mantiene actualizada intercambiando direcciones con los demás routers para establecer rutas de enlace a través de las redes que los interconectan. Este intercambio de información entre routers se realiza mediante protocolos de gestión propietarios.

Por su posibilidad de segregar tráfico administrativo y determinar las rutas más eficientes para evitar congestión de red, son una excelente solución para una gran interconexión de redes con múltiples tipos de LAN, MAN, WAN y diferentes protocolos. Es una buena solución en redes de complejidad media, para separar diferentes redes lógicas, por razones de seguridad y optimización de las rutas.

En el apartado dedicado al encaminamiento en redes IP analizaremos más detalladamente estos conceptos.

### **Pasarelas (Gateways)**

Estos dispositivos están pensados para facilitar el acceso entre sistemas o entornos soportando diferentes protocolos. Operan en los niveles más altos del modelo de referencia OSI (Nivel de Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación) y realizan conversión de protocolos para la interconexión de redes con protocolos diferentes de alto nivel.

Los gateways incluyen los 7 niveles del modelo de referencia OSI, y aunque son más caros que un bridge o un router, se pueden utilizar como dispositivos universales en una red corporativa compuesta por un gran número de redes de diferentes tipos.

Los gateways tienen mayores capacidades que los routers y los bridges porque no sólo conectan redes de diferentes tipos, sino que también aseguran que los datos de una red que transportan son compatibles con los de la otra red. Conectan redes de diferente arquitectura procesando sus protocolos y permitiendo que los dispositivos de un tipo de red puedan comunicarse con otros dispositivos de otro tipo de red.

### **Conmutadores (Switches)**

Los conmutadores tienen la funcionalidad de los concentradores a los que añaden la capacidad principal de dedicar todo el ancho de banda de forma exclusiva a cualquier comunicación entre sus puertos. Esto se consigue debido a que el conmutador no actúa como repetidor multipuerto, sino que únicamente envía paquetes de datos hacia aquella puerta a la que van dirigidos. Esto es posible debido a que los equipos configuran unas tablas de encaminamiento con las direcciones MAC (nivel 2 de OSI) asociadas a cada una de sus puertas.

Esta tecnología hace posible que cada una de las puertas disponga de la totalidad del ancho de banda para su utilización. Estos equipos habitualmente trabajan con anchos de banda de 10 y 100 Mbps, pudiendo coexistir puertas con diferentes anchos de banda en el mismo equipo.

Las puertas de un conmutador pueden dar servicio tanto a puestos de trabajo personales como a segmentos de red (*hubs*), siendo por este motivo ampliamente utilizados como elementos de segmentación de redes y de encaminamiento de tráfico. De esta manera se consigue que el tráfico interno en los distintos segmentos de red conectados al conmutador afecte al resto de la red aumentando de esta manera la eficiencia de uso del ancho de banda.

Hay tres tipos de conmutadores o técnicas de conmutación:

- **Almacenar-Transmitir:** almacenan las tramas recibidas y una vez chequeadas se envían a su destinatario. La ventaja de este sistema es que previene del malgasto de ancho de banda sobre la red destinataria al no enviar tramas inválidas o incorrectas. La desventaja es que incrementa ligeramente el tiempo de respuesta del switch.

- Cortar-Continuar: en este caso, el envío de las tramas es inmediato una vez recibida la dirección de destino. Las ventajas y desventajas son cruzadas respecto a Almacenar-Transmitir. Este tipo de conmutadores es indicado para redes con poca latencia de errores.
- Híbridos: este conmutador normalmente opera como Cortar-Continuar, pero constantemente monitoriza la frecuencia a la que tramas inválidas o dañadas son enviadas. Si este valor supera un umbral prefijado, el conmutador se comporta como un Almacenar-Transmitir. Si desciende este nivel se pasa al modo inicial.

En caso de diferencia de velocidades entre las subredes interconectadas, el conmutador necesariamente ha de operar como Almacenar-Transmitir.

Esta tecnología permite una serie de facilidades, tales como:

- Filtrado inteligente: posibilidad de hacer filtrado de tráfico no sólo basándose en direcciones MAC, sino considerando parámetros adicionales, tales como el tipo de protocolo o la congestión de tráfico dentro del switch o en otros switches de la red.
- Soporte de redes virtuales: posibilidad de crear grupos cerrados de usuarios, servidos por el mismo switch o por diferentes switches de la red, que constituyan dominios diferentes a efectos de difusión. De esta forma también se simplifican los procesos de movimientos y cambios, permitiendo a los usuarios ser ubicados o re ubicados en red mediante *software*.
- Integración de routing: inclusión de módulos que realizan función de los routers (encaminamiento), de tal forma que se puede realizar la conexión entre varias redes diferentes mediante propios *switches*.

## **2.4. REDES DE ÁREA METROPOLITANA**

Una red de área metropolitana o MAN (*Metropolitan Area Network*) es una red de banda ancha que dando cobertura aun área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo sobre medios de transmisión variados a velocidades que van desde los 2 Mbps a los 155 Mbps.

Los ámbitos de aplicación más importantes de la redes MAN son, básicamente, dos:

- Interconexión de redes LAN en un área urbana: interconecta las redes LAN ubicadas en diferentes departamentos o Administraciones Públicas. Cuando las LAN a interconectar están dispersas por un área urbana, la red MAN está bajo control de un operador público mientras no se liberalicen las infraestructuras. Las redes MAN públicas de diferentes ciudades se conectan entre sí mediante elementos de conmutación formando una red WAN.
- Interconexión de redes LAN en entornos privados: se trata de interconectar las redes LAN de los distintos edificios que forman parte de las instalaciones de la empresa.

### **Componentes de una red MAN**

Los componentes de una red MAN son:

- Puestos de trabajo, que son sistemas desde los cuales el usuario demanda las aplicaciones y servicios proporcionados por la red (estaciones de trabajo, ordenadores centrales y PC).
- Nodos, que son dispositivos encargados de proporcionar servicio a los puestos de trabajo que forman parte de la red.
- Sistema de cableado, constituido por el cable utilizado para conectar entre sí los nodos de la red y los puestos de trabajo.
- Protocolos de comunicación, que son el conjunto de reglas y procedimientos para establecer la comunicación entre nodos.
- Aplicaciones.

### **Servicios de una red MAN**

Los posibles servicios que ofrecen las redes MAN se pueden clasificar en tres grupos:

- Servicios no orientados a la conexión: permiten el transporte de datos sin necesidad de establecer una conexión previa entre los extremos.

- Servicios orientados a la conexión: es imprescindible el establecimiento de una conexión previa al intercambio de información.
- Servicios isócronos: se utilizan cuando se tienen unos requisitos estrictos de ancho de banda, como ocurre en la transmisión de audio y vídeo. Este tipo de aplicaciones requieren la transferencia constante de información a intervalos definidos (isócronos).

### FDDI. Red MAN más extendida

Entre las redes MAN más extendidas destaca FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*), que es una red de fibra óptica a 100 Mbps con topología en doble anillo contrarrotatorio que emplea técnicas de conmutación de paquetes con protocolo de paso de testigo.

FDDI se basa en un doble anillo de fibra óptica. Durante el funcionamiento normal, uno de estos anillos se emplea para la transmisión de datos, mientras que el otro se utiliza para funciones de gestión de la red y como alternativa de seguridad. Sin embargo, para abaratar los costes de conexión a una red FDDI, la norma contempla la posibilidad de conectarse únicamente al anillo principal.

FDDI utiliza como método de acceso el de paso de testigo con tiempo de transmisión restringido. Los canales que forman el anillo tienen sentidos de rotación diferentes, con lo cual los datos y los testigos circulan simultáneamente en direcciones opuestas, por cada uno de los canales independientes.

FDDI define la fibra óptica como medio de transmisión primario, si bien existe una variante sobre cable de cobre (CDDI). La fibra óptica presenta una serie de ventajas frente al cable de cobre, ya que no emite señales eléctricas y es inmune a las interferencias electromagnéticas y soporta mucho más ancho de banda. Se ha escogido la fibra óptica multimodo de índice gradual como soporte físico. El ancho de banda que se especifica es de 500 MHz x km y una atenuación no mayor de 2,5 dB/km.

Para minimizar costes, la norma especifica la utilización de transmisores LED y fibra multimodo. Por ello, la distancia máxima entre enlaces es de 2 km (limitada por la dispersión modal y cromática).

Una de las principales características de FDDI es su tolerancia a fallos por rotura del enlace de fibra. En este caso, el doble anillo se dobla sobre sí mismo formando un único anillo y los datos siguen enviándose sin interrupción del servicio.

También puede ocurrir que alguno de los nodos que forman el anillo deje de funcionar, dando lugar a una discontinuidad en el camino de la señal. En este caso, el nodo es puentado y la señal deja de atravesar dicho nodo.

La tecnología FDDI permite utilizar servicios no orientados a la conexión, puesto que el método de acceso por paso de testigo temporizado posibilita el envío de datos a la red sin la necesidad de reservar previamente el medio para efectuar la transmisión. Dentro de los servicios prestados podemos distinguir entre:

- Aplicaciones de tráfico síncrono: los datos son enviados en modo paquete, indicándose las direcciones de los nodos origen y destino. El retardo máximo de los paquetes es función de los parámetros de temporización del testigo y, por tanto, se puede cuantificar.

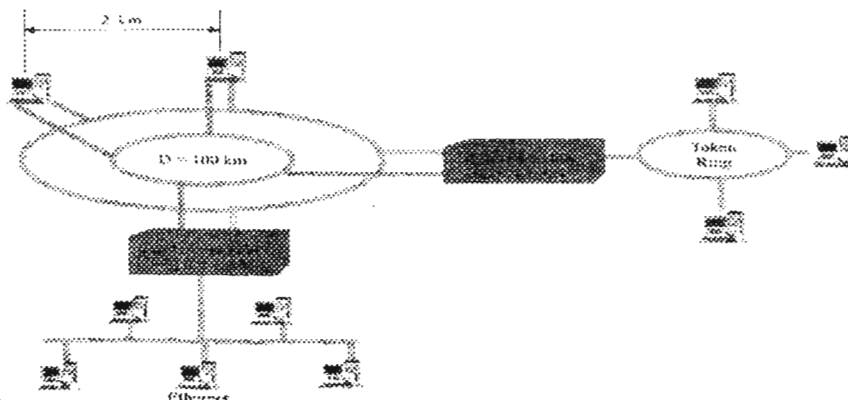




Figura 2.8 Anillo FDI, propios de una red MAN, para la conexión de LAN.

- Aplicaciones de tráfico asíncrono: permite el uso de diferentes niveles de prioridad a nivel de paquetes de datos.

Para el soporte de servicios de tráfico isócrono, tales como la transmisión de voz a 64 kpbs, se ha definido una ampliación denominada FDDI-II.

## **2.5. REDES DE ÁREA AMPLIA**

Una red de área amplia o WAN (*Wide Area Network*) es una red que ofrece servicios de transporte de información entre zonas geográficamente distantes.

### **Características de una red WAN**

Son las siguientes:

- Infraestructura de la red: la constitución de este tipo de redes se puede soportar mediante el uso de las redes públicas de datos o enlaces privados bien alquilados o en propiedad.
- Técnicas de interconexión: son las diversas tecnologías utilizadas para transportar; encaminar, controlar y gestionar la transferencia de información a través de una red WAN.
- Técnica de conmutación: una red consiste en una serie de nodos (de conmutación) conectados entre sí por circuitos. Cada nodo se puede considerar como un conmutador que traspasa información de un circuito de entrada a un circuito de salida. En función, de cómo se lleve a cabo ese traspase, es posible distinguir entre:
  - Conmutación de circuitos: en primer lugar, se establece un circuito para la comunicación entre los puntos que se desea conectar. Este canal físico existe durante el diálogo entre ambos nodos, permaneciendo después en el caso de líneas dedicadas o desapareciendo en el caso de emplear una red conmutada.
  - Conmutación de paquetes: una comunicación entre dos equipos consiste en el intercambio de paquetes, los cuales viajan por la red a través de un canal lógico, realizado utilizando medios físicos compartidos con otras comunicaciones. Una red de paquetes está constituida básicamente por un conjunto de líneas de transmisión que enlazan un conjunto de nodos de conmutación de paquetes. El nodo de interconexión recibe información a través de los caminos que a él llegan, la almacena, determina el nuevo camino que debe seguir para llegar a su destino y la retransmite.

En el funcionamiento de un nodo de interconexión se materializan dos conceptos:

- Almacenamiento y retransmisión (*store and forward*): hace referencia al sistema de establecer un camino lógico de forma indirecta haciendo saltar la información desde el origen al destino a través de elementos intermedios (nodos de la red).
  - Control de ruta (*routing*): se refiere a la selección del camino por el que debe retransmitirse una información para hacerla llegar a su destino.
- Disponibilidad de la conexión: determina la posibilidad de poder disponer de un canal de comunicación en un momento determinado. Existen dos modos, a saber:
- Comunicación a petición del usuario: se establece la conexión entre sistemas sólo cuando es necesario y es solicitada por el sistema que efectúa la llamada. La conexión está disponible durante el periodo de tiempo preciso. Al dar por finalizada la transmisión de

información se anula la conexión. Es necesario establecer la llamada, mantenerla y anularla.

- Comunicación permanente: se establece permanentemente la conexión entre los sistemas a través de la red. El canal de comunicación es permanente, sin limitación de tiempo ni utilización. Cualquiera de los sistemas puede intercambiar información en cualquier momento.

- Técnica de transmisión: hace referencia a las características de la señal utilizada y al modo en que ésta emplea el ancho de banda disponible proporcionado por el medio de transmisión. Puede ser analógica o digital.

- Velocidad de transmisión: velocidad media de transmisión de datos.

- Fiabilidad de la red: capacidad de la red para poder funcionar correctamente durante un periodo determinado.

- Dominio: ámbito de utilización, que puede ser público y/o privado.

- Público: una red de comunicaciones se denomina pública cuando se utiliza, total o parcialmente, para la prestación de servicios disponibles para el público en general. A este tipo de redes puede acceder cualquier usuario y comunicarse con cualquier otro que esté conectado a ella, sin ningún tipo de limitación.
- Privado: una red es privada cuando es ofertada únicamente para uso interno de la corporación que la posee. Estas redes sólo abarcan a los usuarios que pertenezcan a una determinada organización y sólo se pueden comunicar con miembros de la misma organización.

### Redes públicas

Como ya hemos dicho, se consideran redes públicas las que se utilizan, total o parcialmente, para la prestación de servicios de telecomunicación disponibles para el público en general. A continuación se describen las redes y tecnologías empleadas en estas situaciones.

#### *Líneas alquiladas*

El alquiler de circuitos permite la transmisión transparente entre los puntos que unen. El uso de los circuitos punto a punto resulta ventajoso frente a otras soluciones en los siguientes casos:

- Cuando se necesitan 24 horas permanentes de servicio.
- Cuando se prevea la necesidad de utilizar la líneas varias horas para una transmisión ininterrumpida.
- Cuando los puntos a unir se encuentren relativamente cerca.
- Cuando el volumen de información a transmitir es muy elevado.

Para el servicio de líneas alquiladas existen cinco variantes:

-Circuitos digitales: tres tipos:

- Baja velocidad: su velocidad de transmisión se corresponde con algunas de las siguientes: 300 bps, 1.2 kbps, 2.4 kbps, 4.8 kbps, 9.6 kbps, 19.2 kbps, 33.6 kbps o superiores. Se caracterizan por el cumplimiento de la interfaz V.24 / V.28.
- Media velocidad: ofrecen una velocidad de transmisión de  $N \times 64$  kbps ( $N = 1, 2, 3, 4, 6$  y  $8$ ). Permiten la conexión de cualquier terminal que cumpla la interfaz.
- Alta velocidad: viene definido por la recomendación G.704 de la ITU-T (trama de 32 intervalos de 64 kbps cada uno). Existen dos tipos de circuitos:

-Estructurados: permiten una velocidad de 1,984 Mbps. Se caracterizan porque parte de la trama se emplea para sincronización y control.

-No estructurados: no existe ninguna estructura de trama definida, empleando todos los intervalos de canal para información útil. Por esta razón la velocidad neta es de 2,048 Mbps.

-Circuitos analógicos:

- .Calidad ordinaria 2 o 4 hilos.
- .Calidad especial 2 o 4 hilos.

La tasación responde a la distancia entre los puntos de terminación de red y a la velocidad.

### Comunicaciones vía satélite

Se basan en el establecimiento de radioenlaces entre estaciones fijas o móviles a través de repetidores activos o pasivos situados en una órbita alrededor de la Tierra.

Entre sus ventajas, cabe destacar que el coste de la transmisión es independiente de la distancia y del número de estaciones que reciben la comunicación, además de la utilización de señales de gran ancho de banda capaces de transmitir ingentes cantidades de información.

Entre sus inconvenientes, cabe destacar el retardo en la comunicación entre estaciones terrestres, que puede ser de hasta 250 milisegundos, necesidad de sofisticados equipos de amplificación puesto que las señales recibidas del satélite son muy débiles, y sensibilidad a las interferencias por mal tiempo.

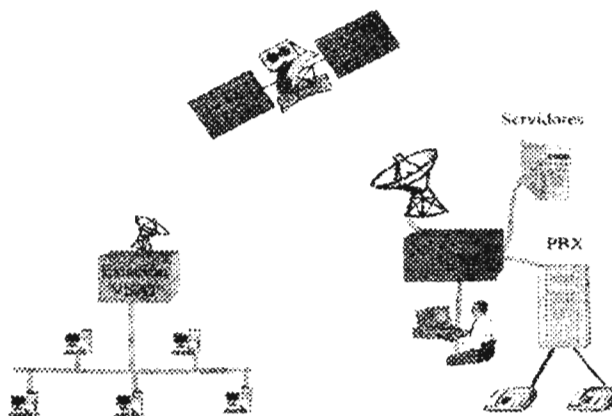
### Redes VSAT

El sistema VSAT (Very Small Aperture Terminal) surge como respuesta a la amplia difusión de las redes de comunicaciones vía satélite privadas. Está basado en reducidas estaciones terrestres que se adaptan perfectamente a los requisitos de los usuarios y que se pueden instalar incluso sobre los edificios. Una estación VSAT es una estación terrena caracterizada por:

- Antenas de diámetro menor de 2,4 metros.
- Facilidad de instalación y gran cantidad de servicios de telecomunicación.

Las redes VSAT ofrecen servicios de datos unidireccionales o bidireccionales, difusión de vídeo y/o comunicaciones de voz. Además, presentan una serie de ventajas:

- Permiten crear redes privadas con una alta rentabilidad: hacen posible un ahorro importante en equipo terreno, puesto que emplean un número elevado de estaciones VSAT de bajo precio para constituir sistemas que por medios terrestres requerirían una extensión de red muy grande, de gestión compleja y, a menudo, con dificultades de disponibilidad en parte de las ubicaciones previstas.
- Coste de las comunicaciones independientemente de la distancia.
- Flexibilidad para ubicar la estación terrena: la ampliación o modificación de las estaciones VSAT es rápida y sencilla. El número de estaciones VSAT operando en el sistema puede ascender a varios miles, junto con una o varias estaciones hubs encargadas de organizar el tráfico entre terminales y de controlar su acceso al satélite buscando optimizar el uso de la capacidad disponible.



**Figura 2.9** Configuración de una red de comunicaciones por satélite VSAT.

- Facilidad de mantenimiento: debido a que el número de componentes de la red es bien conocido, resulta sencillo llevar a cabo el mantenimiento de la red, ya que el usuario puede realizar un control centralizado de la misma.

### **Red telefónica básica**

Aunque ya hemos analizado la estructura y funcionamiento de la red telefónica en un capítulo anterior, no podemos pasar el apartado de redes públicas sin mencionarla.

Presenta las siguientes ventajas:

- Posibilidad de establecer una comunicación telefónica con cualquier usuario del mundo.
- Compatibilidad entre todas las redes telefónicas internacionales.
- Rapidez aceptable en la comunicación.
- Capacidad para el intercambio electrónico de ciertas informaciones.
- Coste de la comunicación moderado.

Y algunas desventajas:

- La cobertura no es total en el ámbito geográfico, sobre todo en lo que se refiere a las zonas rurales menos favorecidas.
- La saturación en las líneas puede producir cierto retraso en el establecimiento de la comunicación.
- La capacidad de transmisión de datos es bastante baja, dado que el diseño de la red responde básicamente a las necesidades de transmisión de señales analógicas.
- Los costes son crecientes con la distancia.

### **Red Digital de Servicios Integrados**

La RDSI integra servicios de voz y datos sobre la estructura de la red telefónica pública, según se ha expuesto en un capítulo previo. Su contratación resulta muy apropiada para las pequeñas y medianas empresas. En resumen, las ventajas de la RDSI de banda estrecha para un usuario son:

- Mejores servicios, mejor calidad y menos errores.
- Reducción del tiempo de transmisión.
- Establecimiento rápido de llamadas.
- Mejora del tiempo de respuesta en servicios de consulta.
- Acceso integrado para voz y datos. Terminales integrados.
- Mejor gestión de comunicaciones internas.

También presenta algunas desventajas, como es el precio de la cuota de acceso y de alguno de los servicios suplementarios (el coste por minuto de utilización es el mismo que para la RTPC). Su velocidad no resulta muy elevada para acceso a Internet, salvo que se contraten más de dos canales B o un enlace primario (2B+D), entrando en competencia directa con ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) que ofrece una alta velocidad y unas tarifas muy atractivas para los usuarios individuales (tarifa plana).

### **Télex**

La red telegráfica, conmutada o Télex, presenta una estructura similar a la red telefónica. Los abonados se conectan a centros especiales de conmutación que permiten el intercambio de mensajes textuales codificados con el alfabeto ITU-T n.º 2 a baja velocidad (de 50 a 200 bps) y mediante procedimiento asíncrono.

Presenta la ventaja de la transmisión de datos en ausencia del operador quedando éstos registrados automáticamente y ser una red muy económica, aunque está limitada a aplicaciones de baja velocidad y la tasación se realiza por tiempo de conexión, por lo que es importante disponer

de un sistema de almacenamiento auxiliar. Su uso queda limitado a aplicaciones muy especiales, comerciales y oficiales ya que el mensaje cursado sirve como probatorio. Tiende a desaparecer.

### Redes de conmutación de paquetes

El funcionamiento básico de las redes de conmutación de paquetes ya ha sido descrito con anterioridad. Constituyen la solución más adecuada para la transferencia de información entre puntos remotos dado que se adecuan al tipo de tráfico generado por los terminales y equipos de comunicaciones siendo el coste de utilización independiente de la distancia. Existen dos redes de paquetes básicas, que son:

- X.25: fue la primera en aparecer.
- Frame Relay: a la que se tiende últimamente.

A continuación se describirá brevemente las características del protocolo X.25 y se dejará para un apartado posterior la descripción de Frame Relay, por ser esta tecnología de reciente implantación.

X.25 es una recomendación de la ITU-T para comunicaciones WAN que define cómo debe establecerse la comunicación entre los dispositivos de usuario (DTE) y los equipos de la red (DCE). La pila de protocolos de X.25 se corresponde con los tres niveles inferiores del modelo de referencia OSI:

Los dispositivos integrantes de una red X.25 se agrupan en tres categorías (Figura 4.10):

- DTE (Data Terminal Equipment): se trata de sistemas finales que se comunican a través de la red.
- DCE (Data Circuit Terminating Equipment): son dispositivos que proporcionan una interfaz entre los DTE y los PSE. Generalmente, son propiedad del operador.
- PSE (Public Switching Equipment): conmutadores de paquetes que constituyen el núcleo de la red.

Además, para el caso en el que el DTE no sea capaz de generar paquetes, es necesario un equipo intermedio situado entre el DTE y el DCE que se encarga de ello. Este dispositivo recibe el nombre de PAD (Packet Assembler/Disassembler) y realiza tres funciones básicas:

- Almacenamiento de los datos enviados hacia o desde el DTE.
- Ensamblado de los paquetes de salida y envío de los mismos al DCE.
- Desensamblado de los paquetes de llegada y reenvío de ellos al DTE.

### Establecimiento de la sesión

Una sesión X.25 queda establecida cuando un DTE contacta con otro para solicitarle una sesión de comunicación. Si la solicitud es aceptada, ambos sistemas comienzan un intercambio de comunicaciones *full-duplex*. Una vez que la sesión ha terminado, para establecer una nueva comunicación entre los dos mismos extremos, es necesario crear una nueva sesión.

### Circuitos virtuales X.25

Un circuito virtual es una conexión lógica que garantiza una comunicación fiable entre sus dos extremos. Implica la existencia de un camino lógico bidireccional entre dos DTE. Físicamente, la conexión puede atravesar múltiples nodos intermedios. Por otra parte, es posible multiplexar varios circuitos virtuales (conexiones lógicas) sobre un único circuito físico (conexión física).

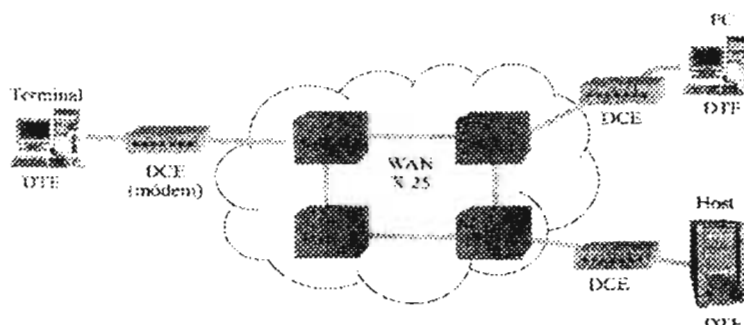


Figura 2.10 Nodos de conmutación (PSE) en una red de paquetes X.25.

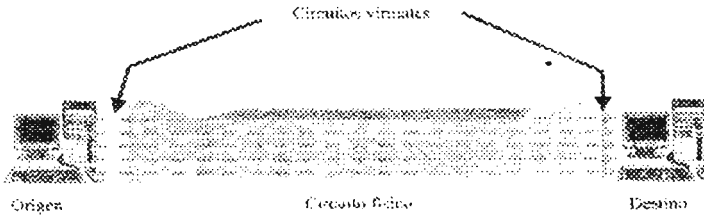


Figura 2.11 Sobre un mismo círculo físico se puede establecer múltiplex circuitos virtuales.

Existen dos tipos de circuitos virtuales: Permanentes y Conmutados.

- Permanentes (PVC, *Permanent Virtual Circuit*): se trata de conexiones establecidas permanentemente. Por ello, no requieren del establecimiento y la liberación de sesiones y los DTE puede transmitir en cualquier momento porque el canal estará disponible.
- Conmutados (SVC, *Switched Virtual Circuit*): son conexiones temporales para el envío esporádico de información. Requieren que los DTE entre los que se establece se encarguen del establecimiento, mantenimiento y liberación de la sesión.

### Redes privadas

Una red privada es aquella que se utiliza para la prestación de servicios no disponibles para el público en general.

### Redes corporativas

Con el fin de rentabilizar al máximo los circuitos de transmisión, es posible el uso de los mismos circuitos o líneas principales por varios usuarios, gracias a unidades externas de multiplexación y concentración. De esta forma, aparece el concepto de red corporativa, constituida por circuitos alquilados y equipos de conmutación, concentración y/o multiplexación dedicados al uso exclusivo de un usuario. Cabe distinguir dos casos:

- Servicio multipunto: los equipos encargados de la segregación son concentradores / difusores alquilados y situados en una central telefónica. Estos equipos permiten obtener hasta ocho segregaciones remotas de un circuito principal, todas ellas con idéntica velocidad de transmisión, con el consiguiente ahorro de líneas, módem y equipamiento de comunicaciones. Cuando reciben una señal por el circuito principal la difunden a través de todos y cada uno de los circuitos secundarios, de forma que las líneas de segundo nivel sufren toda la actividad destinada a las líneas paralelas. Por otro lado, cuando un terminal está trabajando, los restantes quedan bloqueados en espera de su uso alternativo, aunque este efecto suele ser transparente para los usuarios.
- Equipos de segregación y concentración propios: se construye una infraestructura con medios de conmutación propios y medios de transmisión alquilados, así como los correspondientes sistemas de explotación. Realizando la red privada de este modo, es posible conseguir ventajas significativas frente a la alternativa anterior, en concepto de calidad de servicio y funcionalidad.

Este tipo de redes son una solución a las necesidades de las empresas, aunque la creación de una red específica para cubrir cada necesidad plantea una serie de inconvenientes:

- Despilfarro de medios.
- Inversiones cuantiosas iniciales y continuas al tratar de suplir la obsolescencia tecnológica.
- Disposición de personal cualificado para operar y mantener la red.

Los dos elementos más utilizados para crear este tipo de redes son la centralitas digitales y los multiplexores de señal.

### Centralitas digitales

Para una descripción más detallada de las centralitas remitimos al apartado dedicado a ellas, aquí nos limitaremos a explicar su intervención en la redes privadas.

Se puede configurar una red privada utilizando las facilidades de las PBX y su capacidad de conmutación, convirtiendo a una PBX en un nodo de una red privada. También se puede utilizar la posibilidad de conexión de las PBX con la red pública como medio de acceso a puntos no pertenecientes a la red privada.

### Multiplexores

Los multiplexores surgieron para optimizar la utilización de un medio de transmisión en una configuración punto a punto, permitiendo la inclusión de canales de voz digitalizados o canales de datos de hasta 64 kbps.

El uso de multiplexores está ligado a la utilización de circuitos digitales dedicados, como forma de aprovechar al máximo la capacidad de transporte proporcionada por dichos circuitos. Puesto que estos dispositivos utilizan técnicas de conmutación de circuitos, su empleo ha estado asociado a aplicaciones sensibles al retardo, para las que las técnicas de conmutación de paquetes no resultan apropiadas, o bien para la transmisión de grandes caudales de tráfico de datos que normalmente no pueden ser manejados por redes de conmutación de paquetes.

Los multiplexores de mayor interés son los llamados inteligentes. Este tipo de multiplexores es capaz de manejar varios circuitos agregados con lo que, además de las funciones de multiplexación y demultiplexación, realizan funciones de conmutación. De este modo, una red constituida con estos dispositivos tiene la posibilidad de realizar encaminamientos alternativos.

Están especialmente indicados para aplicaciones relacionadas con servicios de transmisión de datos a alta velocidad.

### Red privada virtual

Una red privada virtual (VPN, Virtual Private Network) permite a sus usuarios el acceso seguro a recursos compartidos utilizando, total o parcialmente, la infraestructura de una o varias redes públicas. De este modo, las VPN representan una alternativa a las infraestructuras WAN. Existen tres tipos de VPN, que son:

- VPN de acceso: proporciona acceso remoto a la intranet o extranet corporativa sobre una infraestructura compartida, pero con las mismas políticas de acceso que una red privada. Incluyen tecnologías de acceso analógico, RDSI, xDSL, etc. Este tipo de VPN hace referencia a las implementaciones en las que los usuarios remotos acceden a la red corporativa a través de sus ordenadores personales (PC).
- VPN cite-to-cite: se trata de implementaciones en las que la red de una de las ubicaciones se conecta con la red de la otra a través de una VPN. Existen dos grupos:
  - VPN en entorno de Intranet: interconecta recursos corporativos (como oficinas geográficamente dispersas, delegaciones, etc.) , empleando conexiones dedicadas.
  - VPN en entorno de extrañen: enlaza entre sí recursos externos a la organización (clientes, proveedores, etc.) sobre una infraestructura compartida pero a través de líneas dedicadas.

## 2.6. TENDENCIAS TECNOLÓGICAS

En este apartado se mostrará una panorámica de las tendencias de las distintas tecnologías en el Área de conectividad entre redes remotas.

### Frame Relay

Es una nueva técnica de conmutación de paquetes que, sobre líneas digitales con baja tasa de errores, requiere menos proceso que X.25, lo que se traduce en velocidades de acceso mayores (1.5-2 Mbps frente a los 56-64 kbps de X.25) y un coste de implementación menor.

Esta técnica se describe en las recomendaciones ITU- T 430, ITU- T 431 y Q.922, que añaden funciones de repetición y encaminamiento al nivel de enlace del modelo de referencia OSI. El objetivo de diseño fue conseguir un servicio multiplexado que transportara tramas, minimizando los tiempos muertos y la sobrecarga asociados a X.25, para lo cual se eliminan funcionalidades de almacenamiento en los nodos de la red, control de errores, control de flujo, etc. y las retransmisiones, si son necesarias, son ordenadas por los propios terminales que detectan los errores.

### Dispositivos Frame Relay

La norma define dos tipos de terminales, que son:

- Equipo terminal de datos (DTE, Data Terminal Equipment): se corresponde con el terminal de usuario. Suele ser un PC conectado a la red.
- Equipo terminal del circuito de datos (DCE, Data Circuit-terminating Equipment): proporcionan servicios de sincronización y conmutación en la red. La conexión entre un DTE y un DCE se establece tanto a nivel físico como a nivel de enlace.

### Circuitos virtuales

Frame Relay proporciona un servicio orientado a la conexión a nivel de enlace de datos (nivel 2 de OSI). Un circuito virtual se define como una conexión lógica entre dos DTE a través de una red de conmutación de paquetes Frame Relay que define un camino bidireccional de comunicación entre dichos DTE. Cada circuito virtual queda unívocamente identificado a través de su identificador de la conexión de enlace DLCI (Data-Link Connection Identifier). Estos identificadores suelen ser asignados por el proveedor del servicio, por lo que tienen carácter local, es decir, que es posible que existan dos circuitos virtuales con el mismo DLCI. Además, puede ocurrir que una misma conexión tenga un DLCI en un extremo y otro DLCI diferente en el otro.

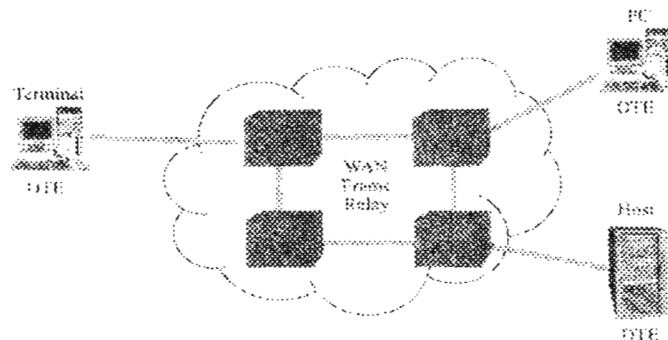


Figura 2.12 Red de conexión Frame Relay, que presenta numerosas similitudes con las de X.25.



Para reducir la complejidad y el coste de la red se pueden multiplexar varios circuitos virtuales por una misma conexión física. Al igual que sucede en X.25, existen dos tipos de circuitos virtuales: permanentes y conmutados.

- Circuitos virtuales permanentes (PVC, *Permanent Virtual Circuit*): establecen conexiones permanentes para transferencias de datos entre DTE a través de una red. Se suelen emplear en comunicaciones caracterizadas por su frecuencia y su fiabilidad. Un PVC siempre se encuentra en uno de estos dos estados:

- Transferencia: se está transmitiendo información a través del circuito virtual. La transmisión de información puede empezar en cualquier momento puesto que el circuito está continuamente establecido.
- Inactividad: la conexión entre los DTE está activa, pero no se están transmitiendo datos.

- Circuitos virtuales conmutados (SVC, *Switched Virtual Circuit*): se trata de conexiones temporales que se establecen en situaciones de transferencias esporádicas de información entre DTE. Una comunicación a través de un SVC pasa por los siguientes estados:

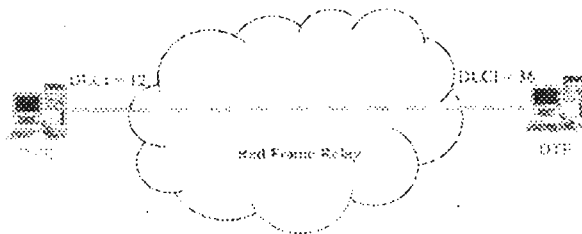


Figura 2.13. En una red Frame Relay cada circuito virtual queda unívocamente identificado a través de su identificador de la conexión de enlace DLCI.

- Establecimiento: se establece un circuito virtual entre los DTE.
- Transferencia: existe un flujo de información entre los DTE implicados.
- Inactividad: la conexión está activa, pero no se envían datos. Si un SVC permanece en este estado más de un cierto tiempo, se libera la conexión.
- Liberación: se libera el circuito virtual.

### Funcionamiento

Para cada circuito virtual se debe definir un CIR en cada sentido de la comunicación. Este CIR representa el ancho de banda que garantiza la red en caso de congestión o saturación de la misma. Sin embargo, debido a que Frame Relay emplea la multiplexación estadística, se podrá superar esta velocidad de transmisión comprometida hasta la velocidad de acceso al servicio (ancho de banda de la conexión entre el DTE y el DCE). La diferencia entre el ancho de banda de conexión a la red y el CIR se denomina EIR.

Para un mismo acceso Frame Relay será necesario definir tantos circuitos virtuales (caso de PVC) como puntos de red con los que se desee conexión, siempre que la suma del CIR de cada uno de estos circuitos no supere dos veces (teóricamente) la velocidad de acceso a la red, en otro caso será necesario aumentar el ancho de banda de la conexión.

La técnica Frame Relay presenta un conjunto de ventajas que la hace idónea para la definición de redes WAN, entre éstas:

- No representa cambios sustanciales a nivel de equipamiento físico.
- Las modificaciones en el equipamiento lógico a nivel de enlace son mínimas.
- Presenta una eficiencia suficiente para la interconexión de redes LAN a medio y largo plazo.
- Especialmente indicado para transmisión asíncrona de datos.

## ATM

ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) es un estándar de conmutación de celdas orientado a la conexión en el que la información de múltiples servicios (voz, vídeo y/o datos) se convierte en celdas de tamaño fijo, de 53 bytes (48 de información + 5 de cabecera), como se puede apreciar en la Figura 2.14, con lo que son más fáciles de tratar.

### Componentes

Una red ATM está formada por dos componentes principales: los conmutadores, que son los responsables de la circulación de celdas por la red, y los puntos finales o dispositivos, que contienen algún tipo de interfaz de red.

Por su parte, un conmutador soporta dos tipos de interfaces:

- UNI (*User to Network Interface*): conecta puntos finales ATM (*host, router, etc.*) a un conmutador.
- NNI (*Network to Network Interface*): conecta dos conmutadores entre sí.

Ambos tipos de interfaces pueden ser públicos o privados, dependiendo de su ubicación. Existe una especificación adicional, el B-ICI (*Broadband Interexchange Carrier Interconnect*), cuya función es conectar dos conmutadores de proveedores distintos.

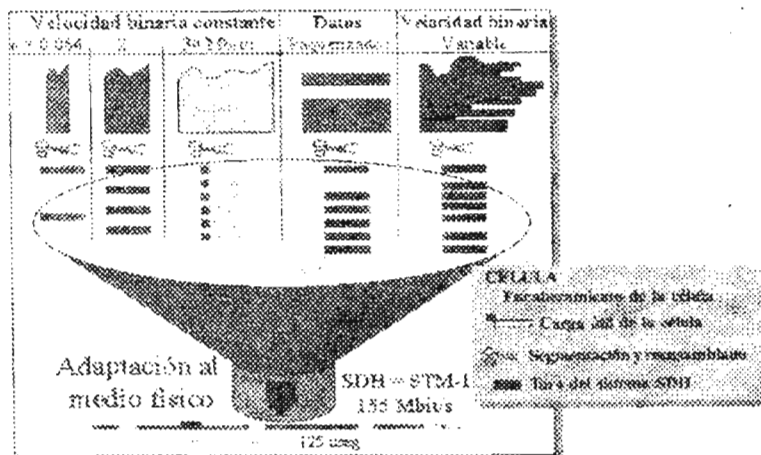


Figura 2.14. La tecnología ATM permite combinar el tráfico de distintas fuentes sobre el mismo medio de transmisión de alta velocidad, generalmente una trama STM-1 de una red SDH.

### Circuitos virtuales

Existen tres tipos de servicios ATM, que son los siguientes:

- Circuito virtual permanente: define una conectividad directa entre extremos, garantizando la disponibilidad de la conexión en cualquier momento. El principal inconveniente es que, al no requerir fase de establecimiento, necesitan ser inicializados manualmente.

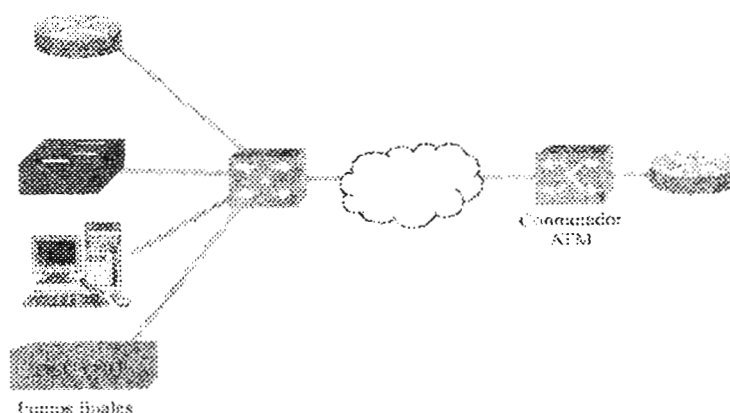


Figura 2.15. El conmutador ATM es el elemento esencial de la red, junto con los dispositivos que contienen las interfaces de red.

- Circuito virtual conmutado: se crea y libera dinámicamente y su tiempo de vida se limita a la duración de la transferencia de datos. Requiere de señalización entre el punto final ATM y el conmutador ATM.
- Servicio sin conexión.

Las redes ATM son orientadas a la conexión, por lo que debe establecerse un canal virtual previo que una los extremos de la comunicación. En este sentido, podemos distinguir dos tipos de conexiones ATM:

- Camino virtual (identificado por el VPI, *Virtual Path Identifier*).
- Canal virtual (identificado por el VPI y el VCI, *Virtual Channel Identifier*).

Un camino virtual (Figura 2.16) es un conjunto de canales virtual es conmutados de manera transparente basándose en un VPI común. Sin embargo, tanto los VCI como los VPI tiene un ámbito local a cada enlace y son mapeados en cada conmutador.

### Modelo de referencia ATM

ATM emplea una arquitectura lógica bidimensional para describir las funcionalidades que soporta. Por una parte, el modelo de referencia ATM está dividido en planos:

- Control: responsable de la generación y la gestión de las peticiones de señalización.
- Usuario: encargado de controlar el intercambio de información.
- Gestión: se divide, a su vez, en dos subplanos:
  - Gestión de capas: gestiona las funciones específicas de cada capa, tales como la detección de errores.
  - Gestión de planos: gestiona y coordina las funciones relacionadas con el sistema completo.

Además, cada plano se divide en una serie de capas, que son:

- Capa física: define las características del medio de transmisión físico.
- Capa ATM: combinada con las capas de adaptación, realiza funciones similares a las del nivel de enlace de datos. Es la responsable de establecer conexiones y del intercambio de celdas a través de la red ATM, empleando para ello la información contenida en la cabecera de dichas celdas.



Figura 2.16. Varios circuitos virtuales (VD) se transportan sobre el mismo camino (VP)

- Capa de adaptación: se encarga de aislar los protocolos de alto nivel de los detalles de implementación de los procesos ATM. Existen tres capas de adaptación:
  - AAL 1: proporciona un servicio orientado a la conexión, apropiado para aplicaciones de emulación de circuitos, tales como voz o videoconferencia.
  - AAL 3/4: soporta tanto servicios orientados a la conexión como servicios no orientados a la conexión. Permite la transmisión de paquetes sobre una red ATM.
  - AAL 5: también ofrece ambos tipos de servicio, pero se emplea en aplicaciones como IPoATM o LANE.

### Jerarquía PDH y SONET/SDH

Son normas que definen señales ópticas estandarizadas, una estructura de trama síncrona para el tráfico digital multiplexado y los procedimientos de operación para permitir la interconexión de terminales mediante fibra óptica monomodo.

#### PDH

PDH (*Pleisochronous Digital Hierarchy*) surgió como una tecnología basada en el transporte de canales digitales sobre un mismo enlace. Los canales a multiplexar, denominados módulos de transporte o contenedores virtuales, se unen formando tramas o módulos de nivel superior a velocidades estandarizadas de 2 Mbps, 8 Mbps, 34 Mbps, 140 Mbps y 655 Mbps.

Es una jerarquía de concepción sencilla, sin embargo contiene algunas complicaciones que han llevado al desarrollo de otras jerarquías más flexibles a partir del nivel jerárquico más bajo de PDH, equivalente a una trama MIC de RDSI:

- Falta de sincronismo entre los equipos: cuando se quiere pasar a un nivel superior jerárquico se combinan señales provenientes de distintos equipos. Cada equipo puede tener alguna pequeña diferencia en la tasa de bit. Es por ello necesario ajustar los canales entrantes a una misma tasa de bit, para lo cual se añaden bits de relleno. Sólo cuando las tasas de bit son iguales puede procederse a una multiplexación bit a bit como se define en PDH. El demultiplexor debe, posteriormente, reconocer los bits de relleno y eliminarlos de la señal. Este modo de operación recibe el nombre de plesiócrono. Los problemas de sincronización ocurren a todos los niveles de la jerarquía, por lo que este proceso ha de ser repetido en cada etapa de la multiplexación.
- Falta de flexibilidad: si aun punto de la red se le quieren añadir canales de 64 kbps y el enlace existente es de 8 Mbps o superior, debe pasarse por todas las etapas de demultiplexación hasta acceder aun canal de 2 Mbps y luego volver a multiplexar todas las señales de nuevo. La falta de flexibilidad dificulta la provisión de nuevos servicios en cualquier punto de la red. Adicionalmente, se requiere siempre el equipamiento

correspondiente a todas las jerarquías comprendidas entre el canal de acceso y la velocidad del enlace, lo que encarece en extremo los equipos.

- Falta de capacidad de gestión de tramas: la multiplexación bit a bit para pasar de un nivel de jerarquía superior y con bits de relleno convierte en tarea muy compleja seguir un canal de tráfico a través de la red.

## **SDH**

Una red síncrona es capaz de incrementar sensiblemente el ancho de banda disponible y reducir el número de equipos de red sobre el mismo soporte físico que otro tipo de tecnologías. Además, la posibilidad de gestión de red dota a ésta de mayor flexibilidad. La versión americana de este tipo de redes es SONET (*Synchronous Optical Network*), mientras que la europea es SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*), que será la que estudiaremos en este apartado.

SDH define un número de contenedores, cada uno de ellos correspondiente a una velocidad de transmisión PDH. La información de la señal PDH se introduce en su contenedor correspondiente y se añade una cabecera al contenedor que permite monitorizar estas señales. Cabecera y contenedor forman un contenedor virtual.

En una red síncrona todo el equipamiento se sincroniza con un mismo reloj de red. Variaciones de retardo asociadas a un enlace de transmisión inciden en una posición variable de los contenedores virtuales, lo que se resuelve asociándoles un puntero en la trama STM-I.

## **Ventajas de una red SDH**

- Simplificación de la red frente a redes basadas exclusivamente en PDH: un multiplexor SDH puede incorporar tráficos básicos (2 Mbps en SDH) en cualquier nivel de la jerarquía, sin necesidad de utilizar una cascada de multiplexores, reduciendo así las necesidades de equipamiento.
- Fiabilidad: en una red SDH los elementos de red se monitorizan extremo a extremo y se gestiona el mantenimiento de la integridad de la misma. La gestión de red permite la inmediata identificación de fallo en un enlace o nodo de la red. Utilizando topologías con caminos redundantes, la red se reconfigura automáticamente y reencamina el tráfico instantáneamente hasta la reparación del equipo defectuoso. Es por esta razón por la que los fallos de transporte son transparentes desde el punto de vista de una comunicación extremo a extremo, garantizando la continuidad de los servicios.
- *Software* de control: la inclusión de canales de control dentro de una trama SDH posibilita un control *software* total de la red. La posibilidad de control remoto y mantenimiento centralizado permite disminuir el tiempo de respuesta ante fallos y el ahorro de tiempo de desplazamiento a emplazamientos remotos.
- Estandarización: los estándares SDH permiten la interconexión de equipos de distintos fabricantes en el mismo enlace. La definición de nivel físico fija los parámetros de la interfaz, como la velocidad de línea óptica, longitud de onda, niveles de potencia y formas y codificación de pulsos. Asimismo se definen: la estructura de trama, cabecera y contenedora.

## 2.7. REDES IP

Las redes IP constituyen el ejemplo típico de redes de conmutación de paquetes. Como ya hemos dicho, una red de conmutación de paquetes es aquella en la que la información que circula es fragmentada en paquetes, cada uno de los cuales viaja independientemente de los demás hasta el destino. Una vez allí, la información es reensamblada y vuelta a su foto original.

Para garantizar la correcta entrega de los paquetes, se suele utilizar la combinación TCP/IP. IP (*Internet Protocol*) tiene como tarea el encaminamiento y la entrega de paquetes al punto de destino. TCP (*Transmission Control Protocol*) está orientado a la conexión y permite que un flujo de bytes que se originan en un ordenador se entreguen sin error en cualquier otro ordenador de la red.

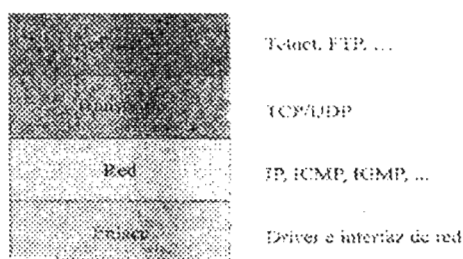


Figura 2.17 Pila de protocolos de la familia TPC/IP

Además de estos dos, se emplean los Protocolos de Aplicación, que incluyen todos los protocolos específicos de las aplicaciones básicas de Internet, como transferencia de ficheros (FTP), acceso a terminal virtual (TELNET), correo electrónico (SMTP), etc.

La pila de protocolos de la familia TCP/IP está dividida en cuatro capas, descritas a continuación y que se muestran en la Figura 2.17, que son:

- Enlace: suele incluir el *driver* del sistema operativo y su correspondiente interfaz de red.
- Red: su misión es el encaminamiento adecuado de los paquetes con el fin de que éstos viajen del origen al destino.
- Transporte: provee una comunicación de datos entre extremos a la entidad de nivel superior.
- Aplicación: implementa los detalles específicos de cada aplicación.

### Protocolo IP

Es el protocolo de nivel de red que contiene la información de direccionamiento y alguna información de control que permite que los paquetes sean encaminados adecuadamente. Proporciona un servicio del tipo *best effort*, no orientado a la conexión, para el transporte de paquetes a través de la red.

#### Direccionamiento

Las direcciones de red (o direcciones IP) desempeñan un papel fundamental de los equipos, puesto que constituyen el identificador de dichos equipos dentro de la red. Estas direcciones están formadas por 32 bits, divididos en dos partes. En función de cómo se reparten los 32 bits de la dirección entre las dos partes citadas, se distinguen cinco tipos diferentes de direcciones:

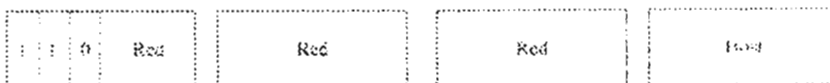
- **Clase A:** los 8 primeros bits identifican la red a la que pertenece el equipo y los otros 24 bits identifican al equipo dentro de la red.



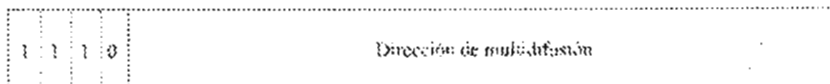
- **Clase B:** los primeros 16 bits identifican la red a la que pertenece el equipo y los otros 16 bits identifican al equipo dentro de la red.



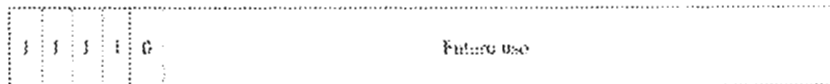
- **Clase C:** los primeros 24 bits identifican la red a la que pertenece el equipo y los otros 8 bits identifican al equipo dentro de la red.



- **Clase D:** los últimos 28 bits identifican la dirección de multidifusión.



- **Clase E:** está reservada para futuro uso.



De estas cinco clases, las tres primeras se conocen con el nombre de direcciones primarias y son las que se implementan en las aplicaciones comerciales.

### Encaminamiento

La esencia de IP es el encaminamiento, cuyo funcionamiento está gobernado por una tabla de encaminamiento que es cargada en memoria y que especifica las decisiones de encaminamiento que deben tomarse ante la llegada de un nuevo paquete. Existen dos modos de encaminamiento:

- **Encaminamiento directo:** es el que tiene lugar cuando el origen y el destino de la comunicación se encuentran en la misma subred, es decir el router local es capaz de enviar el paquete al destino adecuado.
- **Encaminamiento indirecto:** en este caso, el origen y el destino se encuentran en distintas subredes, por lo que la entrega del paquete al destino se lleva a cabo a través de uno o varios equipos intermedios que sirven de medio de paso entre las distintas subredes, es decir el router local envía el paquete a otro router, que será el encargado de resolver el encaminamiento, bien directamente o bien indirectamente.

Los routers confeccionan una tabla de encaminamiento en la que registran qué nodos y redes son alcanzables por cada uno de sus puertos de salida; es decir que la tabla describe la topología de la red. La determinación de la mejor ruta para un paquete se realiza basándose en la información disponible en la tabla de encaminamiento, la topología de la red y algoritmos de encaminamiento. Estos algoritmos se agrupan en dos grandes familias, que son:

- **Algoritmos de encaminamiento estático:** requieren que la tabla de encaminamiento sea programada por el administrador de red y carece de inteligencia para aprender la topología de la red por sí mismos. Las rutas se calculan por adelantado según las capacidades de

las líneas, el tráfico esperado, etc., no necesitando los routers intercambiar información con sus vecinos.

- **Algoritmos de encaminamiento adaptativo:** aprenden por sí mismos la topología de la red y, por ello, son mucho más flexibles que los anteriores, aunque su rendimiento es menor. Las rutas se fijan en cada momento en función de la información en tiempo real que los *routers* reciben del estado de la red. Los algoritmos y técnicas de encaminamiento adaptativo (o dinámico) son los más utilizados, aunque también son los que plantean más problemas de configuración.

Otro punto de vista a la hora de clasificar los algoritmos de encaminamiento atiende al ámbito de aplicación de dichos algoritmos. Así, encontramos protocolos IGP (*Interior Gateway Protocol*) si determinan el encaminamiento dentro de un sistema autónomo (por ejemplo, dentro de la misma red corporativa), protocolos BGP (*Border Gateway Protocol*) si el algoritmo de encaminamiento se ejecuta en un *router* situado en la frontera entre dos sistemas autónomos (por ejemplo, la conexión de una red corporativa a una red pública) y protocolos EGP (*External Gateway Protocol*) si gobierna el comportamiento entre sistemas autónomos (por ejemplo, la conexión entre redes de diferentes operadores).

Algunos de los protocolos de encaminamiento más empleados son los siguientes:

#### - *Routing Information Protocol (RIP)*

Se trata de un protocolo del tipo IGP que permite comunicar diferentes sistemas de una misma red lógica. Tienen tablas de encaminamiento dinámicas y se intercambian información según la necesitan. La información de estas tablas indica por dónde ir hacia los diferentes destinos y el número de saltos que se tienen que realizar.

Aunque se trata de un protocolo sencillo, adolece de los siguientes inconvenientes:

- El camino más largo no puede ser mayor de 15 saltos.
- Si se produce algún bucle, algo bastante común si la red tiene un tamaño considerable, puede dar lugar a que el algoritmo se vuelva inestable.
- Se basa en una métrica fija. Otros algoritmos IGP utilizan parámetros adicionales tales como el retardo, la fiabilidad y/o la carga de la red.

Por todas estas razones, no suele emplearse en redes más que en contadas ocasiones, en las que la sencillez de la situación justifica su uso.

#### - *Open Shortest Path First Routing (OSPF)*

Está diseñado para minimizar el tráfico de encaminamiento, permitiendo una total autenticación de los mensajes que se envían. Cada router tiene una copia de la topología de la red y todas las copias son idénticas. Cada router distribuye la información a su router adyacente. Cada equipo construye un árbol de encaminamiento independiente- mente.

#### - *Exterior Gateway Protocol (EGP)*

Este protocolo permite conectar dos sistemas autónomos que intercambien mensajes de actualización. Se realiza un sondeo entre los diferentes routers para encontrar el destino solicitado. Este protocolo sólo se utiliza para establecer un camino origen-destino; no funciona como el RIP determinando el número de saltos.

#### - *Intermediate System-Intermediate System (IS-IS)*

Encaminamiento OSI según las normativas: ISO 9575, ISO 9542 e ISO 10589. El concepto fundamental es la definición de encaminamiento en un dominio y entre diferentes dominios. Dentro de un mismo dominio el encaminamiento se realiza aplicando la técnica de menor coste. Entre diferentes dominios se consideran otros aspectos como puede ser la seguridad.



## Servicios Básicos

Consideramos servicios básicos a aquellos cuyos protocolos son aceptados dentro de lo que se denomina modelo TCP/IP. Inicialmente se consideraron básicos los siguientes:

- Terminal Virtual o Remoto (TELNET).
- Transferencia de Ficheros (FTP).
- Correo Electrónico (STMP).

A los que se van incorporando muchos otros y que como ejemplos más significativos podemos mencionar los siguientes:

- Acceso y navegación por páginas en el World Wide Web (HTTP).
- Tertulias o chats (IRC).

A continuación comentamos muy brevemente lo más singular de cada uno de estos servicios y sus protocolos.

### Terminal Virtual o Remoto (TELNET)

Es un protocolo para Internet basado en texto que permite llevar a cabo el servicio de conectar un ordenador con otro remoto. Este servicio permite el manejo de los recursos de un ordenador remoto como si se estuviera delante de él. Con el servicio *Terminal Remoto* es posible la elaboración de programas y su ejecución en línea.

La restricción fundamental de este servicio se encuentra en la necesidad de que el ordenador remoto sea multiusuario, o lo que es lo mismo que permita que varios usuarios estén operando a la vez. Además es obligado estar dado de alta en el sistema operativo como usuario del ordenador remoto, para lo que se necesita un *nombre de usuario (login)* y una *contraseña de acceso (password)*.

### Transferencia de Ficheros (FTP)

Es el servicio que permite obtener sobre el ordenador ficheros almacenados en otro ordenador remoto llamado Servidor FTP. El protocolo utilizado para realizar este servicio es el FTP (*File Transfer Protocol*). Este servicio permite poner información o programas *software* a disposición de un gran número de usuarios de una forma barata, flexible y cómoda. La estructura de los ficheros en un servidor FTP es jerárquica y similar a la del disco duro de un PC. Para facilitar la transferencia, generalmente de documentos o programas voluminosos para su transmisión *online*, estos suelen estar comprimidos en alguno de los formatos habituales nominados zip, arj, tar, etc. Estos formatos de comprensión obligarán a hacer la operación contraria de decompresión en el ordenador destino antes de poder utilizarlos.

### Correo Electrónico o e-mail (STMP)

Es uno de los servicios más antiguos de Internet y también quizás el más utilizado. Como es bien conocido, este servicio permite el intercambio de mensajes entre usuarios de la misma forma que en el correo postal ordinario. Es decir, un correo electrónico estará formado por el mensaje a enviar junto con la dirección de envío y un remitente. También se puede añadir una firma. El mensaje o la información a enviar puede ser de cualquier tipo, incluso se pueden adjuntar ficheros conteniendo documentos, dibujos, fotografías, sonido, vídeo, etc.

### World Wide Web (HTTP)

La *World Wide Web (WWW)*, también conocido como *la Web*, es el servicio que ha popularizado Internet como el mejor sistema de acceso a la información de todo tipo. Este servicio es, en la actualidad, el más potente para explorar y navegar por la información disponible en Internet.

Después del servicio de *correo electrónico* es el más utilizado en Internet, aunque es el que más recursos de red consume (en especial ancho de banda que repercute en la velocidad de obtención de las páginas).

El servicio **WWW** consiste por tanto en la existencia de servidores Web que proporcionan información a los usuarios de la misma forma que se puede consultar un libro, pero de manera que algunos elementos de estas páginas, como pueden ser palabras, gráficos, tablas, etc., dan acceso (haciendo un doble «click» sobre ellas) a otras páginas que pueden estar o no en el mismo servidor, sin que el usuario tenga que conocerlo. Además, para aumentar estos objetivos de sencillez en el manejo y potencia de gestión, desde este servicio se puede acceder al resto de servicios de Internet con la misma facilidad.

El servicio *World Wide Web (WWW)* se basa en tres elementos:

- Una arquitectura cliente-servidor, típica para casi todos los servicios de Internet.
- El concepto de hipertexto o hipermedia.
- El lenguaje HTML.

Más un mecanismo de acceso a los diferentes servidores, independientemente de sea cual sea su servicio: los localizadores de recursos o URL (*Uniform Resource Locator*).

### **Protocolo ARP**

La misión del ARP (*Address Resolution Protocol*) es traducir las direcciones IP a direcciones de MAC. Esta traducción se realiza con una tabla auxiliar, llamada ARP, y que contiene, para cada equipo, su dirección IP y la dirección de MAC asociada.

La tabla ARP se emplea para encontrar la dirección de MAC del destino, dada su dirección IP. La secuencia es la siguiente:

- Un paquete ARP con una dirección de MAC de multidifusión es enviado a todos los equipos de la red y en él se incluye la dirección IP cuya dirección de MAC asociada queremos obtener.
- El equipo cuya dirección IP coincide con la indicada en el primer paquete, responde con otro paquete ARP en el que, además de su IP, incluye su dirección de MAC.
- Se actualiza la tabla ARP.

### **Protocolo UDP**

El protocolo UDP (*User Datagram Protocol*) es uno de los protocolos de aplicación de la pila de protocolos TCP/IP. Se caracteriza por proporcionar un servicio sin conexión. Básicamente, se trata de una interfaz entre IP y los procesos de nivel superior, pues únicamente entrega paquetes a la red y acepta paquetes procedentes de la misma.

UDP no lleva a cabo ningún control de errores ni control de flujo, por lo que el servicio que proporciona no es fiable. Sin embargo, tiene la ventaja de ser un protocolo simple.

### **Protocolo TCP**

TCP (*Transmission Control Protocol*) proporciona un canal de comunicaciones fiable, eficiente y full-dúplex gracias al control de flujo y al control de errores que lleva a cabo. Se trata de un protocolo orientado a la conexión.

## **2.8. RED INTELIGENTE**

El concepto de RI, o *IN*, *Intelligent Network* en inglés, comprende el conjunto de elementos tanto de procesamiento y almacenamiento de información de datos, como de conmutación así como los medios de comunicación precisos para facilitar el encaminamiento de llamadas y el diálogo de estos elementos entre sí y con la red RTPC o la RDSI.

Como se verá en capítulos posteriores, la estructura y servicios de «inteligencia de red» resultan esenciales e imprescindibles para soportar los múltiples servicios que se pueden ofrecer a través de la red telefónica, y haciendo uso de la integración telefonía-ordenador, mediante la introducción del concepto CT; *Computer Telephony*. Sin estos servicios no existirían los números 800 ABC XYZ, las aplicaciones de los Centros de Atención de Llamadas se verían muy reducidas y no sería posible ofrecer servicios personalizados y adaptados a los usuarios particulares, con un sistema de pago diferenciado y adaptado al tipo de servicio que se presta.

### Arquitectura

Los elementos funcionales que aparecen en la arquitectura de la Red Inteligente (Figura 2.18), y que ya se vieron al presentar el SS7, se pueden agrupar en dos categorías:

-Elementos de tratamiento de llamadas son:

- AIR (Agencias de Inteligencia de Red): se trata de centrales de conmutación digitales que sirven de tránsito e interfaz entre la red telefónica y el resto de elementos de la RI. Proporcionan funciones elementales relacionadas con los servicios de RI. Es posible configurar en ellas el tratamiento de ciertos servicios básicos, sin embargo para servicios que requieran de prestaciones más específicas, retienen las llamadas y establecen un diálogo de señalización con el CIR, que será el que determine el tratamiento de la llamada en cuestión.

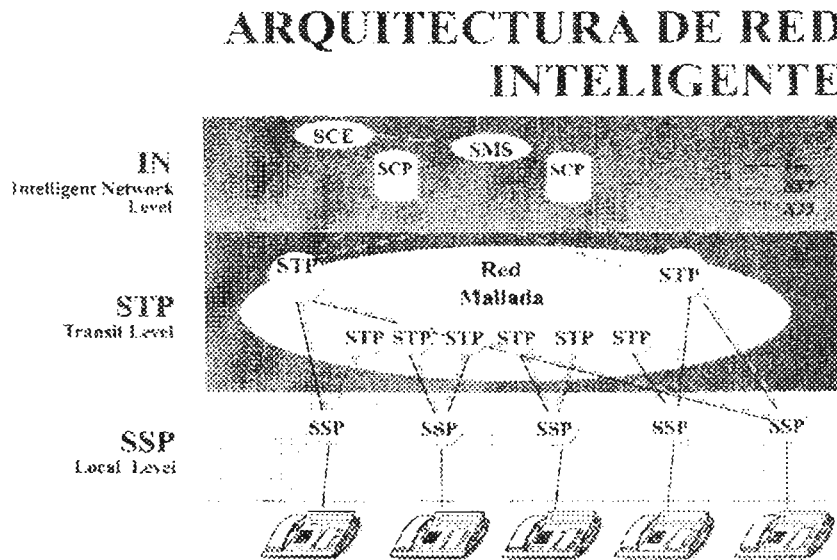


Figura 2.18 Estructura y elementos principales de la arquitectura de Red Inteligente

- CIR (Centros de Inteligencia de Red): constituidos por sistemas de proceso de datos en tiempo real y dotado de grandes bases de datos, efectúan el control de los servicios de RI. Sus funciones principales son:
  - Diálogo con las AIR para indicarle el tratamiento que deben realizar con cada llamada en función del servicio al que dicha llamada accede y del contenido del registro de abonado.
  - Modificación de las características de los servicios y de los registros de abonado a través de la conexión con el CIR.
  - Conexión con el SERI para funciones de operación y mantenimiento del sistema.
  - Comunicación con el SOR para labores de gestión de red.

- FE (Módulos de Funciones Especiales): se encargan de funciones específicas, tales como la emisión de locuciones y la recepción de cifras, que se encuentran distribuidas por toda la red. Proporcionan estas funciones de acuerdo con las instrucciones recibidas del CIR a través de la red de señalización y de la AIR a la que se conectan.

-Elementos destinados a tareas de operación, mantenimiento y gestión de la red. Son los siguientes, aunque pueden recibir otra denominación según operadores:

- CAS (Centro de Administración de Servicios): proporciona una interfaz con el CIR para administrar, definir, validar y modificar los parámetros y características de los diferentes servicios.
- ECS (Entorno de Creación de Servicios): permite la creación de nuevos servicios y la modificación de los existentes mediante el empleo de interfaces gráficas.
- SERI (Sistema de Explotación de Red Inteligente): soporta la operación, administración y mantenimiento del resto de elementos de la RI de forma centralizada. Sus funciones principales son el mantenimiento de la red, procesamiento de alarmas, recogida y análisis del tráfico, administración de la base de datos de las AIR y supervisión y operación de la RI.
- SOR (Sistema de Gestión de Red Inteligente): soporta las funciones de monitorización, análisis y control del tráfico de las AIR, CIR y conexiones entre ellos. Permiten llevar a cabo una gestión dinámica de la RI.
- SAS (Sistema de Administración de Servicios): mejora la gestión y administración de los sucesos de RI.
- SOS (Sistema de Operación de Servicios): automatiza los procedimientos de provisión de redes privadas virtuales, facilitando y coordinando el intercambio de información entre los departamentos implicados.

### Servicios de Red Inteligente

Se consideran servicios de RI aquellos que aportan facilidades y prestaciones adicionales al servicio telefónico, precisando para ello de unos elementos inteligentes que, de una forma centralizada y actuando antes y/o durante el establecimiento de las llamadas, gobiernan diversos aspectos de las mismas, tales como el control de la llamada, su encaminamiento, sus posibles desvíos, la tasación sobre el abonado llamado, etc.

Para el control de los diferentes servicios existen unos registros de abonado que contienen los parámetros y datos que definen las características peculiares del servicio que disfrutan los abonados a los que pertenecen.

Los servicios de RI actuales incluyen:

- Servicios de Tasación Especial: existen dos variantes caracterizadas por las facilidades que ofrecen:

- Básicos: son proporcionados directamente por las AIR sin precisar de la intervención de otros elementos de la RI. Además de las funciones de conmutación propias de la AIR, deberán traducir la numeración y elaborar un registro de datos de tasación para cada llamada que cursen. Las facilidades que pueden utilizarse son:
  - Elección de número.
  - Selección de área.
  - Multidestino según origen.
  - Multidestino según porcentaje para los destinos.
  - Temporización de llamadas.
- Avanzados: para su provisión, las AIR consultan en cada llamada el CIR, donde existen registros de abonados que contienen datos para el tratamiento de las mismas. Las facilidades que pueden utilizarse son:
  - Elección de número.

- Selección de área.
- Acceso restringido por código de seguridad.
- Multidestino según origen, día de la semana, hora del día, día del año, etc.
- Desvío alternativo en caso de ocupado (según día y hora).
- Desvío alternativo por comando.
- Cola de espera.
- Locuciones genéricas y personalizadas.
- Planes de encaminamiento alternativos.
- Control de facilidades de abonado.
- Temporización de llamadas.

Los servicios de tasación especial (identificada por los números 900 hasta enero de 2003 y números 800 a partir de entonces) contienen las siguientes opciones:

- Servicio de Llamada Gratuita (línea 900): permite aun abonado de este servicio recibir llamadas a su cargo que serán gratuitas para los usuarios llamantes (cobro revertido automático). La central urbana aplica tarifa nula a estas llamadas, generándose un registro de tasación detallada en la AIR de los registros de tasación de todos estos elementos (AIR) para el número marcado de llamada gratuita en cuestión.
  - Servicio de Pago Compartido (línea 901): permite que el coste de llamada sea distribuido entre el usuario llamante y el abonado al servicio. La parte tarifada al llamante es determinada por la red telefónica dependiendo del número marcado. En cuanto al abonado llamado, la RI proporciona un registro de tasación de la llamada que permite la facturación al mismo.
  - Servicio de Número Universal (línea 902): se caracteriza porque el abonado llamante paga todo el coste de la llamada si ésta es nacional. Si el abonado llamado tiene un destino internacional, éste paga el coste de la misma en su tramo internacional.
  - Servicio de Tasación Adicional (línea 903 y línea 906): las llamadas se tarifan a los usuarios en las centrales de la red de acceso (central urbana o local), con un importe adicional sobre el precio básico de llamada, de forma que una parte del coste total de la llamada se le reembolsa al abonado al servicio como contraprestación a la información que ofrece. La RI ejerce la función de contabilizar las llamadas recibidas por el abonado llamado para poder retribuirle.
- Servicio de Telefoto y Llamadas Masivas (línea 905): la numeración 905ABMCDU dispone de dos niveles activos:
- Servicio de Telefoto: ofrece la posibilidad de encuestar la opinión pública usando la red telefónica. Los abonados tienen asignados uno o más números (normalmente hasta un máximo de diez) del tipo 905ABMCDU, según el número de respuestas diferentes del sondeo de opinión o encuesta que se desea realizar. La RI dispone de contadores asociados a los números de televoto. Por cada llamada completada (generalmente, sobre una locución de cortesía facilitada por la propia RI), la RI incrementa en una unidad el contador correspondiente al número marcado. Durante el transcurso del sondeo el abonado puede conocer en tiempo real con un periodo de tiempo prefijado el contenido de todos y cada uno de los contadores de su encuesta y al final del sondeo el abonado obtendrá el contenido de todos los contadores de las numeraciones contratadas.
  - Tratamiento de llamadas masivas: consiste en la utilización de una numeración especial, del tipo 905ABMCDU, que permite que las llamadas generadas por acontecimientos especiales (por ejemplo, la aparición en los medios de comunicación de un número de teléfono, o conjunto de ellos, en el que se solicita una opinión o se recompensa con algún premio) sean encaminados por la RTB/RDSI a través de unas rutas de enlaces específicos y limitados en número (comunes para todas las numeraciones 905), de manera que se rechacen, al nivel más bajo posible de la red, aquellas llamadas que no tienen posibilidad de completarse.

-Servicio de Número Personal (línea 904): permite que las llamadas dirigidas a sus abonados pueden completarse sobre aquella terminación de red que en cada momento haya elegido el abonado.

El usuario llamante marca el número personal correspondiente al abonado llamado, el cual no está asociado a ninguna terminación de red, como ocurre en la telefonía convencional, siendo la RI la que encamina la llamada donde haya fijado el abonado durante el proceso de afiliación. Este proceso se realiza mediante la numeración 082 y el diálogo con la RI usando DTMF. La principal ventaja es la posibilidad de recibir llamadas sin tener que permanecer en posiciones fijas, asociadas a números conocidos por los llamantes.

- Servicio de Tarjeta Personal o de Llamadas a Crédito (línea 083): permite a sus abonados efectuar llamadas a su cargo desde cualquier teléfono sin que el coste de ésta repercuta sobre el titular del teléfono que llama.

- Servicio de Red Privada Virtual: remitimos al apartado dedicado a las redes privadas virtuales.

# **Capitulo 3**

# **IIINTEGRACION TELEFONIA ORDENADOR**

Las tecnologías CTM (Computer Telephony Integration) se han venido utilizando desde mediados de los años ochenta. En su forma más simple. La integración entre telefonía y ordenadores consiste en un conjunto de técnicas cuyo fin es el coordinar el funcionamiento de los sistemas telefónicos y los informáticos. Sus primeras aplicaciones se circunscribían a nichos de mercado muy específicos, tales como centros de llamadas en los que el alto volumen de llamadas justificaba el empleo de una solución de este tipo. No fue hasta los años noventa cuando se conjugaron una serie de factores que despertaron el interés del mercado en este tipo de aplicaciones. Teniendo como consecuencia la aparición de estándares y productos comerciales que contribuyeron a una evolución vertiginosa.

### **3.1. APLICACIONES DE LA TECNOLOGIA CTI**

Tradicionalmente, se han venido distinguiendo cuatro áreas de aplicación de las tecnologías CTI, y que son las siguientes:

- Administración de la red corporativa de voz a través de un ordenador: la tecnología CTI permite acceder a las funcionalidades de un teléfono a través de la pantalla de un ordenador. De este modo, con la pantalla del monitor, el ratón y una interfaz gráfica es posible, entre otras cosas, efectuar/contestar llamadas, poner llamadas en espera, transferir llamadas, establecer conferencias, capturar llamadas de otra extensión, etc.
- Mensajería unificada: con las tecnologías CTI es posible gestionar todos los canales de comunicación (teléfono, fax, correo electrónico, etc.) desde una interfaz única e integrada.
- CRM (Customer Relationship Management): consiste en la gestión de toda la información relativa al cliente de forma centralizada de manera que se consigue mejorar la atención que se presta a dicho cliente y, por tanto, fidelizarlo. Además, de cara a la organización interna, también presenta ventajas puesto que permite aprovechar las sinergias corporativas reduciendo costes y mejorando la productividad de los trabajadores.
- Emplear la red de datos para transportar voz y faxes (a cuyo estudio hemos dedicado los capítulos anteriores).

### **3.2. ELEMENTOS BÁSICOS CI**

De manera genérica, en un sistema de comunicaciones que haga uso de funcionalidades CTI, interaccionan los siguientes elementos:

- PBX (Private Branch Exchange): constituye el núcleo de las redes de voz tradicionales. Aun a riesgo de ser demasiado simplistas, consideraremos una PBX como un equipo que realiza, única y exclusivamente, funciones de conmutación telefónica. La elección de una PBX u otra es muy importante y, para ello, debe hacerse previamente un correcto dimensionamiento del número de enlaces con la central telefónica que facilita el tráfico entrante /saliente.
- ACD (*Automatic Call Distributor*): permite gestionar grupos que tienen asignadas distintas áreas y competencias, así como crear colas de tamaño variable para gestionar los clientes en lista de espera. El objetivo que se persigue es una eficiencia lo más alta posible, pues mediante el ACD podemos repartir la carga entre los operadores disponibles de una forma equitativa. El módulo ACD se puede incorporar en forma de *software*, aunque también existe *hardware* especializado en estas tareas.
- VRU (*Voice Responde Unit*): emplea técnicas de procesamiento de la voz tales como el reconocimiento y la síntesis de habla para, por ejemplo, ofrecer información a través de mensajes simples (*telephone notice board*) o bien servir de base para la construcción de aplicaciones interactivas (*telephone orders*) que registren y almacenen automáticamente toda la información del cliente y la pueden transferir a un agente. De esta forma se automatiza en muchos casos la atención telefónica, haciendo innecesaria la vía



personalizada que ofrece un agente. Además, dicha atención puede estar en servicio las 24 horas del día, 365 días al año.

- VMS (*Voice Mail System*): proporciona funcionalidades de contestador avanzado al que los usuarios pueden acceder para grabar mensajes, escucharlos, etc.
- Servidores de aplicaciones: dotan al sistema de las funcionalidades y ventajas de una aplicación específica. Existe gran variedad servidores entre las que citaremos el servidor web, el servidor de *chat/cobrowsing*, el servidor de bases de datos, el servidor de correo electrónico, el servidor SMS y el servidor de comunicaciones radio.
- Servidor CTI (*Computer Telephony Integration*): une la infraestructura informática corporativa y la telefónica y se encarga, generalmente, de las funciones de control de llamadas.
- Enlace CTI: en caso de ser necesario, proporciona un mecanismo de comunicación bidireccional entre el servidor CTI y la PBX, permitiendo a las aplicaciones consultar el estado de la red de voz así como enviar comandos de control a la misma.

### 3.3. ARQUITECTURA CTI

En un sistema CTI, en general, no todos los puestos telefónicos tienen por qué hacer uso de la integración de voz y datos. Por ello, hay que distinguir entre las extensiones telefónicas convencionales, que son aquellas que no requieren de funcionalidades CTI y siempre son dispositivos *hardware*, y las extensiones CTI que, como su nombre indica, proporcionan funcionalidades CTI avanzadas, pudiendo ser *hardware* o *software* (también llamadas extensiones virtuales). Esta distinción se emplea para clasificar los distintos tipos de arquitecturas. Así pues, en función de quién controla las extensiones CTI, disponemos de dos tipos de soluciones:

- Basadas en PBX: las extensiones CTI están directamente conectadas a la centralita. Caben dos posibilidades:

- *First-party*: las funcionalidades CTI son proporcionadas directamente por la PBX, gracias a un *software* o un *hardware* dedicado específicamente a dichas tareas.
- *Third-party*: estas aplicaciones, aunque en teoría podrían incluirse dentro de la PBX, resulta más acertado hacerlo exteriormente por algún motivo (casi siempre económico).

- Basadas en servidor CTI: las extensiones CTI están bajo el mando de un ordenador dedicado a estas tareas o bien dichas extensiones están conectada ala PBX, pero el control de llamadas es responsabilidad del servidor CTI. También reciben el nombre de soluciones integradas.

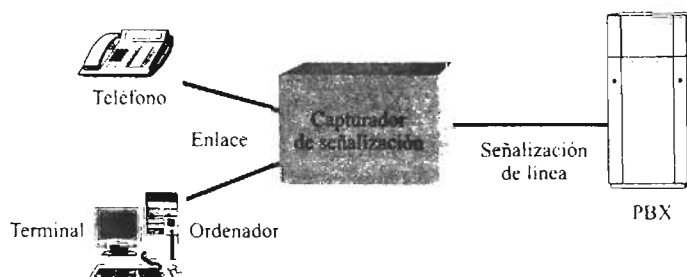


Figura 3.1 Arquitectura First – Party.

#### Configuraciones first-party

Una forma de integración del tipo *first-party* se basa en la interceptación de la señalización de línea existente entre el teléfono y la PBX. En la Figura 3.1 muestra los componentes de una arquitectura *first-party*:

- PBX: en principio, puede tratarse de cualquier tipo de centralita.

- Ordenador: generalmente, se trata de un PC (aunque no es estrictamente necesario que así sea). En una solución de este tipo, existen tantas conexiones al PC como líneas telefónicas tenga conectadas dicho PC. En una configuración dada, es posible que los ordenadores se encuentren interconectados entre sí a través de una LAN, compartiendo servidores de red que proporcionen un acceso común a ciertos recursos de dicha red (Figura 3.2).
- Teléfono: el tipo de teléfono empleado depende de la naturaleza de la conexión ala PBX, sin embargo, siempre se trata de teléfonos propietarios.
- Terminal: en la mayoría de los casos, el ordenador empleado es un PC, por lo que el terminal es el monitor del ordenador. Sin embargo, existen terminales especialmente diseñados para aplicaciones CTI.
- Enlace: por lo general, se trata de una interfaz física serie convencional (RS-232) y de un protocolo de control del enlace que permite la inicialización y liberación de llamadas, que podría ser un módem que emplease los comandos Rayes AT para marcación

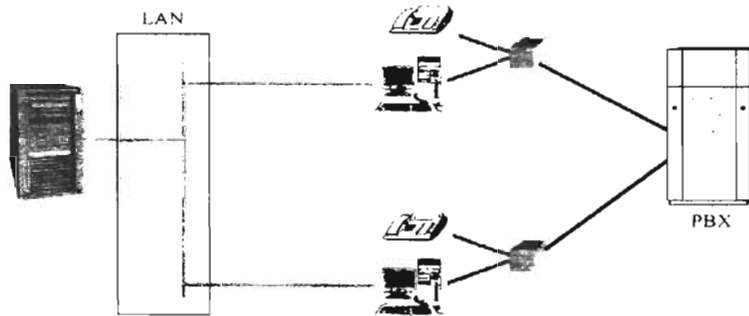


Figura 3.2 Configuración First-Party en red.

Automática. Por ejemplo, para llamar al número 48968225632, el ordenador tendría que enviar al módem el siguiente comando:

ATD48968225632

En donde "D" es el comando de marcación (*dial*). La respuesta del módem, también muy simple, podría ser una de las siguientes:

- CONNECT (velocidad).
- BUSY.
- NO ANSWER.
- NO CARRIER.

Existen estándares internacionales para este tipo de diálogo entre el ordenador y el sistema de telefonía. Uno de ellos es la recomendación V.25 de la ITU- T, la cual establece que los comandos deberán enviarse en el siguiente formato genérico:

COMXX;YY...YYZST{Return}{Line Feed}

En el que no todos los campos están definidos:

- COM: nemónico de tres letras.
- XX: dos dígitos que especifican la ubicación de un número almacenado.
- YY... YY: hasta 18 dígitos para el número de teléfono.
- ZST: tres cualificadores utilizados únicamente en el caso de que el comando sea una respuesta.

Algunos ejemplos de comandos y respuestas para de este protocolo son:

- CRN: llamar a un número.
- CRS: llamar a un número almacenado.

- CIC: conectar con llamada entrante.
- INC: aviso de llamada entrante.
- CFI: indicador de llamada fallida.

Así, por ejemplo, si quisiéramos llamar al número del ejemplo anterior empleando esta recomendación, el ordenador tendría que enviar por el puerto serie:

CRN48968225632

Y la respuesta podría ser CFIDT, es decir, que la llamada no ha tenido éxito porque no se detectó tono de invitación a marcar en la línea (DT, *Dial Tone*).

- Capturador de señalización: es el punto desde el que ordenador puede observar las señales intercambiadas entre el teléfono y el conmutador, enviar señales al conmutador y recibir señales del conmutador y discriminarlas de las que son enviadas al teléfono. Esta captura de señalización puede hacerse, por ejemplo, a través de una tarjeta específica.
- Señalización de línea: el capturador de señalización debe ser capaz de generar y detectar la señalización de línea empleada.

### Configuraciones third-party

Sin embargo, todos los componentes del sistema, aunque en teoría podrían incluirse en una PBX, resulta más acertado incluirlos exteriormente, dando lugar a la configuración convencional, compuesta por muchos equipos interconectados entre sí. Tal y como se muestra en la Figura 3.3.

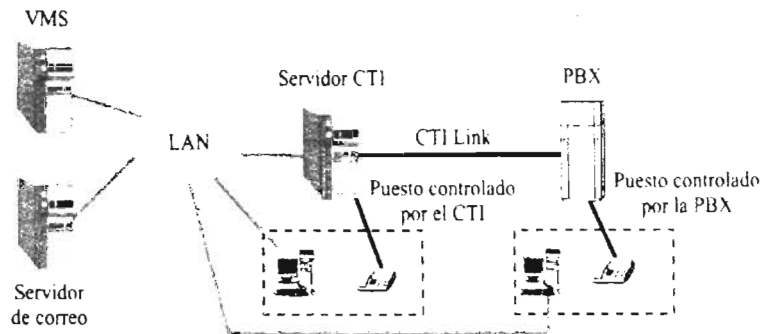


Figura 3.3 Arquitectura Third-Party

En su forma más sencilla, una arquitectura de este tipo está formada por los siguientes componentes:

- Programas de aplicación: existen, al menos, dos programas, uno en el servidor CTI y el otro en la PBX. Por tanto, en mayor o menor grado, la PBX es consciente de la existencia del servidor CTI y de su conexión a él y viceversa.
- PBX: en principio, es posible emplear cualquier centralita que proporcione la interfaz adecuada.
- Ordenador: aunque todavía se encuentran instalaciones basadas en *mainframe* o *miniframe*, la tendencia actual apunta hacia arquitecturas distribuidas cliente /servidor.

Las arquitecturas basadas en *mainframe* disponen de un potente ordenador central conectado a la PBX (disposición de la Figura 3.4) y al que, a su vez, se conectan los terminales de los puestos con capacidad para soportar funcionalidades CTI.

En una solución cliente /servidor, la PBX está conectada a un servidor (disposición de la Figura 3.5), que recibe el nombre de servidor CTI (aunque podría darse el caso de la que PBX tuviera una interfaz LAN y se conectara directamente a la red). Por lo general, la máquina que hace de servidor deberá tener mayores prestaciones que las que hacen de clientes:

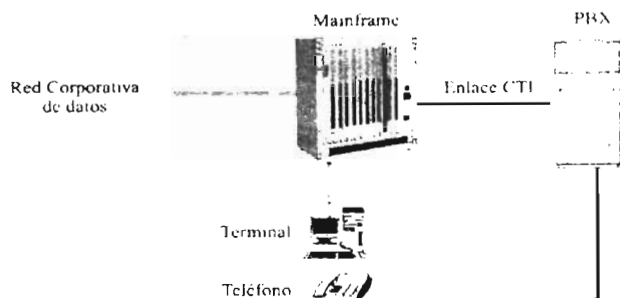


Figura 3.4 Arquitectura con servidor CTI y mainframe

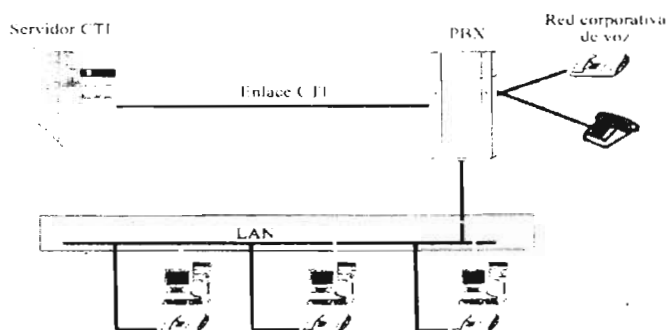


Figura 3.5 Arquitectura con servidor CTI y cliente / servidor

- Teléfono: cualquier teléfono compatible con la centralita.
- Terminal: las únicas restricciones vienen fijadas por las características del ordenador y de su *software*.
- Enlace CTI: no suelen requerirse conexiones especiales. Casi todas las PBX disponen de un puerto serie RS-232 que puede emplearse para soportar el enlace físico entre la PBX y el servidor CTI.
- Protocolo de comunicación: proporciona la base para una comunicación libre de errores entre los programas de aplicación de la PBX y del servidor CTI.

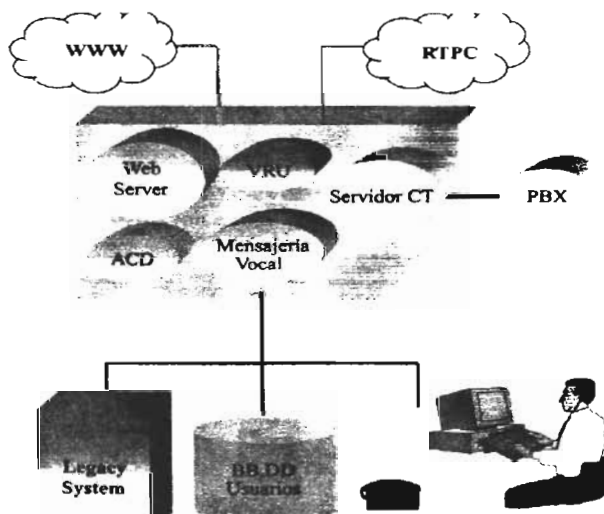


Figura 3.6 Arquitectura con servidor CTI integrada

### Configuraciones basadas en servidor CTI

Como hemos dicho anteriormente, otro tipo de arquitectura es la basada en servidor CTI. El gran número de módulos implicados supone una gran complejidad de gestión y mantenimiento, así como de interconexión entre éstos, sobre todo en el caso de pertenecer a diferentes fabricantes. Con el fin de solventar estos problemas, así como de reducir costes, en los últimos años se ha optado por incorporar una arquitectura mucho más integrada en su concepción.

Estrictamente hablando, una solución como la de la Figura 3.6 es una arquitectura híbrida, puesto que existen extensiones controladas por el servidor CTI y extensiones gobernadas por la centralita. Hemos querido ilustrarlo de esta manera porque es el modo más común: una solución con servidor CTI raramente no va acompañada de una centralita.

En la Tabla 3.1 se resumen las características de ambos tipos de configuraciones. Así pues, los sistemas integrados con servidor CTI se clasifican atendiendo a la existencia de una centralita privada (PBX) o no. Aunque la arquitectura integrada de un sistema CTI incluye la centralita privada (PBX), existen dos razones principales para que en la práctica se sigan empleando estas últimas externamente:

- Numerosas empresas, al incorporar un sistema CTI en su negocio, disponían ya de una centralita privada PBX. Esta inversión no se puede ni se debe menospreciar.
- El hecho de que todas las líneas telefónicas sean gestionadas por un servidor CTI integrado da la posibilidad de añadir capacidades multimedia a todas estas líneas. Pero, si una línea de teléfono sólo va a ser utilizada para conversaciones de voz, resulta más lógico y barato gestionar dicha línea desde una PBX (si ya se dispone de ésta) en vez de desde un servidor CTI. Es más, si no se dispone de PBX y existen bastantes líneas únicamente para tráfico de voz (sin incorporar capacidades multimedia) incluso puede resultar más barato comprar una PBX modesta que gestione dichas líneas que equipar al servidor CTI para la gestión de estas líneas, además de la consiguiente liberación de carga para este último.

**Tabla 3.1** Comparación entre los enfoques tradicional e integrado

Arquitectura tradicional ( <i>third-party</i> )	Arquitectura integrada
Necesidad de interactuar varios sistemas.	Alta integración entre módulos.
Diferentes módulos de datos pueden estar en diferentes bases de datos y formatos.	Estandarización de bases de datos
Integración no siempre alcanzable para todos los módulos.	Alta integración de voz y datos.
Control de llamadas difíciles de gestionar.	Control completo del flujo de datos telefónicos y datos asociados.
ACD convencional.	ACD multimedia.
Opera integrando diferentes entornos, a veces propietarios.	Cualquier aplicación puede ser rápidamente desarrollada con herramientas estándar.
Posibilidad de distribuir datos, pero no voz.	Sistema totalmente distribuido.
Plataforma consolidada, redundancia cara.	Plataforma consolidada, redundancia barata.
Configuración inicial y ampliabilidad atada a la tecnología.	Ampliable, modular, barato.
Telefonía convencional.	Telefonía IP.

**La configuración sin PBX (*Stand-Alone*)** no incorpora centralita externa, realizándose todas las funciones de gestión lógica y física de líneas en el servidor CTI.

En este caso, la integración es total, por lo que el control de la llamada y su interoperatividad con las aplicaciones que requiera (según el tipo de la llamada) es completo, pudiendo seguir fácilmente y en su totalidad todos los eventos del sistema. Este tipo de

configuración sería el idóneo para el diseño de un Centro de Atención de llamadas donde se partiese desde cero.

Por el contrario, si existe PBX, el servidor CTI se conecta a ella mediante varios tipos de conexiones y protocolos de comunicación telefónica, tales como CAS, EuroRDSI, E&M, QSIG, DPNSS, DSIFS, etc. En estos casos, la topología de la conexión PBX-servidor CTI da lugar a tres tipos de configuraciones que son:

- **En paralelo con la PBX:** el servidor CTI, al igual que la centralita, se conecta a la red pública y gestiona directamente los teléfonos de los operadores (Figura 3.8). La integración con la centralita se realiza para habilitar a todas las extensiones corporativas que no requieran de las funciones avanzadas a seguir usando la antigua infraestructura.
- **En cascada con la PBX:** las líneas del servidor CTI se conectan directamente ala PBX. El sistema recibe llamadas desde la Red Telefónica Pública a través de la PBX y se conecta a las extensiones usando la misma. Las llamadas salientes también pueden ser automatizadas por el servidor CTI, ya que en el momento en que se contacta con el

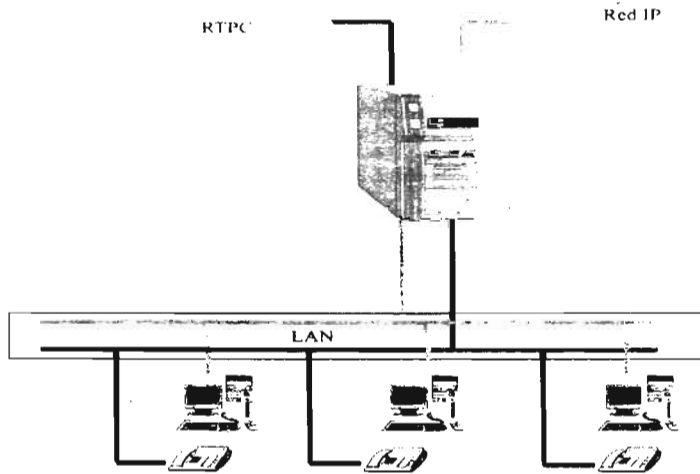


Figura 3.7. Configuración Stand- Alone

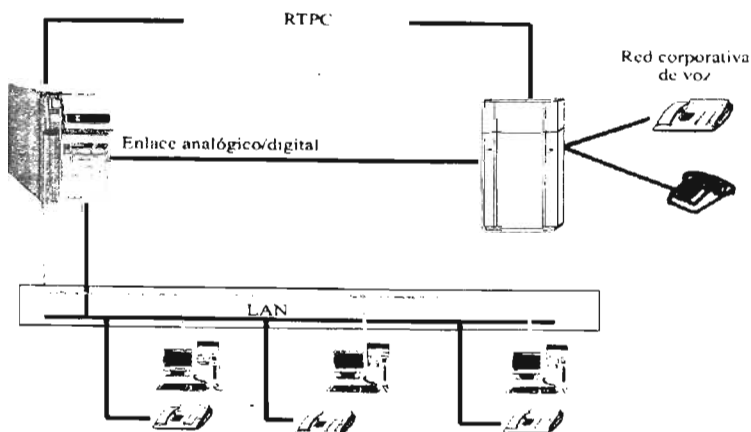


Figura 3.8 Configuración en paralelo con la PBX

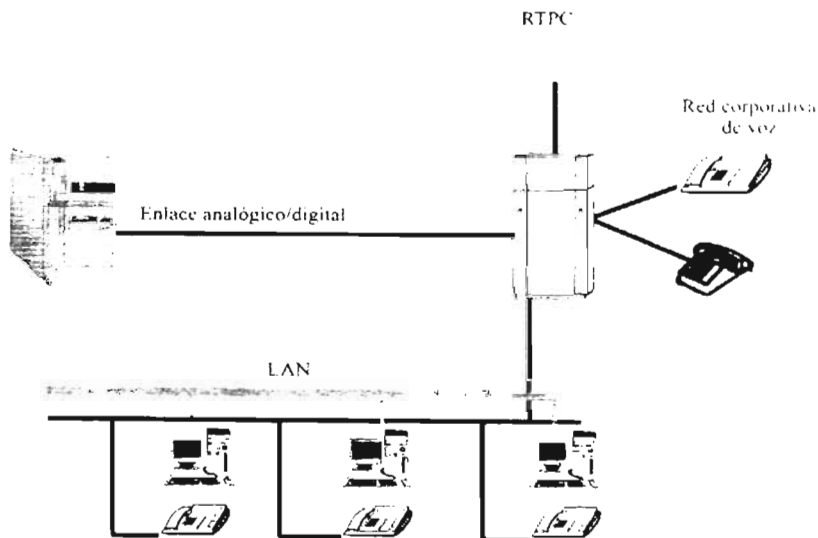


Figura 3.9. Configuración en cascada con la PBX

Receptor de la llamada éste será conectado con el agente adecuado. Es muy similar a una arquitectura del tipo *third-party*.

- **Frente a la PBX:** el servidor CTI se conecta directamente a la RTPC y gestiona todas las llamadas entrantes, transfiriéndolas a los operadores a través de la PBX corporativa. La ventaja de este modo, similar al modo en cascada, es que permite al servidor CTI la gestión directa de todas las llamadas entrantes. Su inconveniente es el alto coste debido a un mayor número de líneas necesarias.

En los capítulos que siguen analizaremos, más detalladamente, el funcionamiento de este tipo de sistemas y entraremos a explicar sus funcionalidades y las aplicaciones que soportan.

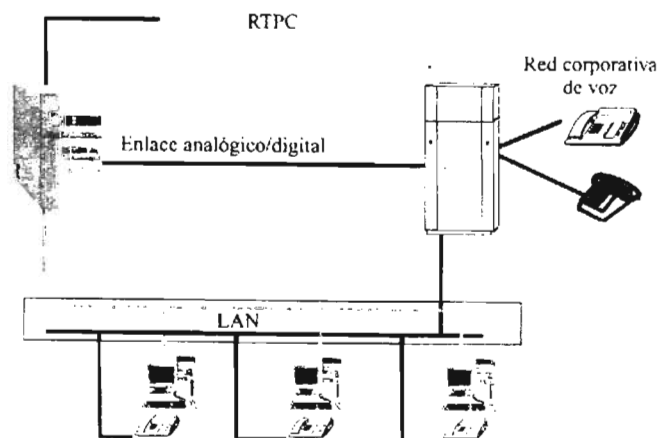


Figura 3.10 Configuración frente a la PBX

En los últimos tiempos está teniendo lugar un desarrollo vertiginoso de las aplicaciones basadas en el procesamiento automático de la voz, ya que de esta manera los usuarios pueden interactuar con los sistemas de una manera muy sencilla y rápida, sin necesidad de emplear herramientas o equipos especiales, ni conocer lenguajes de programación complicados. Al mismo tiempo, ello permite la atención de los usuarios sin necesidad de que en el otro extremo haya otra persona; lo que redundará en un ahorro de costes y la posibilidad de ofrecer un servicio de manera permanente y continuada, durante todos los días del año.

Bajo la denominación de «Tecnologías del habla» se agrupan cuatro tipos de tecnologías diferentes, pero fuertemente relacionadas entre sí:

- Síntesis de voz (TTS, Text-To-Speech): consiste en generar frases habladas a partir de una cadena de texto, ya sea ésta en memoria o en un fichero de texto.
- Reconocimiento de voz (ASR, Automatic Speech Recognition): se trata de transformar la voz hablada a un formato electrónico (normalmente texto) que permita la comunicación con una máquina de la manera más natural posible.
- Reconocimiento del hablante (USR, User Speech Recognition): identifica al interlocutor a partir de su señal de voz.
- Codificación de voz (SC, Speech Coding): busca una representación eficiente de la voz para su procesamiento posterior a la vez que se consigue la mayor calidad posible con el mínimo de ancho de banda requerido. Este punto ya ha sido tratado en la parte de voz sobre paquetes.

Basadas en estas tecnologías ha ido surgiendo un gran abanico de aplicaciones, entre las que se encuentran los IVR y su evolución hacia entornos web, los portales de voz. Todas estas tecnologías no están exentas de dificultades, ya que la voz varía mucho según las personas, las razas, las edades, etc., por lo que se continúa trabajando en su desarrollo y aplicando las últimas tecnologías de procesadores ya que requieren una alta velocidad de proceso.

### **3.4. SINTESIS DE LA VOZ**

La síntesis de voz consiste en la generación automática de una secuencia de habla idéntica a la que pronunciaría una persona al leer el texto correspondiente a dicha secuencia. En este sentido, cabe destacar que debe tratarse de un proceso totalmente automático cuyo objetivo sea la emulación, lo más ajustada posible, del modo de leer del ser humano, aceptando como entrada un texto arbitrario.

La señal vocal constituye el soporte físico del habla, una de las principales formas de comunicación entre los seres humanos. Si nos centramos en el punto de vista acústico, podemos considerar la señal de voz como una onda sonora (onda de presión) cuyo origen se encuentra en la corriente de aire procedente de los pulmones y modulada por los órganos del tracto nasal y el tracto vocal. La Figura 3.11 muestra un esquema del aparato fonador humano.

El tracto vocal empieza en una abertura existente entre las cuerdas vocales (glotis) y acaba en los labios. Está formado, pues, por la faringe (conexión entre el esófago y la boca) y la boca o cavidad oral. Por su parte, el tracto nasal empieza en el velo del paladar y termina en los agujeros de la nariz.

El mecanismo de producción de la voz es el siguiente: la presión de aire producida en los pulmones fluye a través de la tráquea y las cuerdas vocales de la laringe; al hablar, el aire espirado hace que las cuerdas vocales vibren y la glotis se abra y se cierre como consecuencia de dicha vibración. De este modo, se forma una señal cuasi-periódica que, modulada a su paso por el tracto vocal, da lugar a la voz. El ruido generado en la glotis o en cualquier otro lugar del tracto vocal es modificado a su paso por las cavidades nasal y vocal y radiada desde la cabeza produciendo una onda de voz. A medida que la onda de voz avanza por el tracto vocal, parte del flujo es reflejado hacia atrás. De hecho, parte de la energía reflejada atraviesa la glotis volviendo de nuevo a los pulmones. Estas reflexiones inducen resonancias o formantes (frecuencias a las cuales el sonido



es reforzado) y antirresonancias (frecuencias a las cuales el sonido es absorbido) que caracterizan, en gran medida, las características del sonido generado.

Genéricamente, en un sistema de síntesis de voz es posible distinguir dos etapas bien diferenciadas, (véase la Figura 3.12), el procesado lingüístico-prosódico y el procesado acústico.

El módulo de procesado lingüístico-prosódico acepta como entrada los símbolos del texto que se desea sintetizar para, a partir de éstos, extraer dos tipos de información: por una parte, la asociada a los sonidos (alófonos) que componen el mensaje y que se denomina información segmental y, por otra, la que refleja elementos lingüísticos (carácter de la frase, pausas, acentos, agrupación en elementos de significado, etc.) y elementos no lingüísticos (características personales del locutor, estado de ánimo, etc.) y que recibe el nombre de información suprasegmental.

Esta extracción de información se va generando a medida que avanza el procesado del texto ya que, en caso contrario, el tiempo transcurrido hasta la obtención de la voz sintética

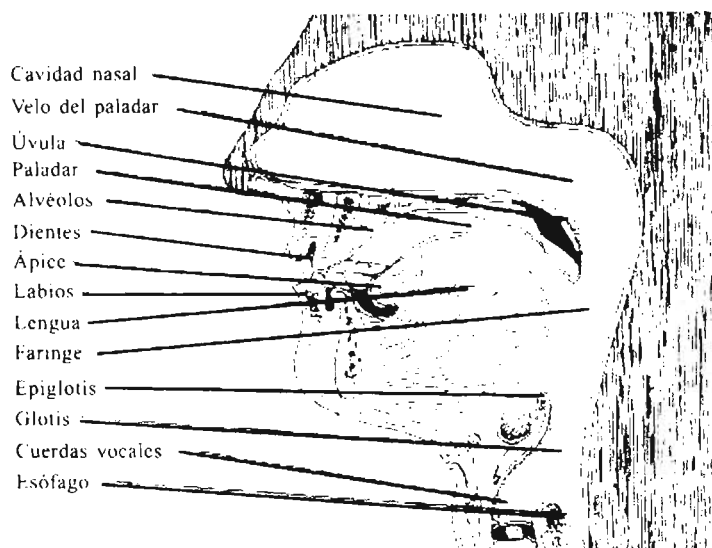


Figura 3.11 Dibujo de los elementos que constituyen el aparato fonador humano

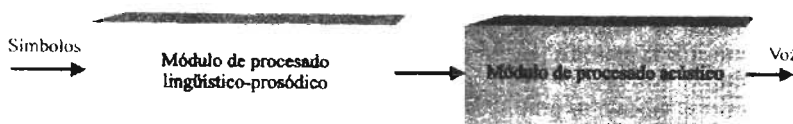


Figura 3.12. Bloques de un sistema de síntesis de voz.

Sería excesivamente largo y dependiente del texto. Por ello, se suele dividir el texto a procesar en unidades más pequeñas (cuyo tamaño depende del conversor de que se trate) sobre las que se aplican los siguientes procesos, mostrados en el diagrama de bloques de la Figura 3.13:

- Normalización: consiste en transformar el texto en otro que sólo contenga palabras normalizadas. La razón de ello es convertir los caracteres especiales, como pueden ser las abreviaturas, lectura de dígitos, etc.
- Preproceso: además de reducir la complejidad del texto, lleva a cabo otras funciones adicionales:

- Silabificación: divide las sílabas de las palabras con el fin de determinar la acentuación fonética adecuada. En el caso del castellano, la Real Academia de la Lengua Española (<http://www.rae.es>) proporciona las reglas que deben regir el proceso.
- Acentuación fonética.
- Tratamiento de acrónimos y secuencias impronunciables.
- Categorización: clasifica las palabras en categorías. Estas categorías no suelen coincidir con las categorías gramaticales, sino que se suelen seguir otros criterios de tipo práctico.
- Estructuración: consiste en la obtención de la estructura sintáctica de la frase.
- Pausación: cuando el texto comprendido entre dos pausas marcadas ortográficamente es demasiado largo, se insertan pausas adicionales automáticamente.
- Conversión de grafemas a alófonos: obtiene la secuencia de alófonos correspondiente a una determinada frase.

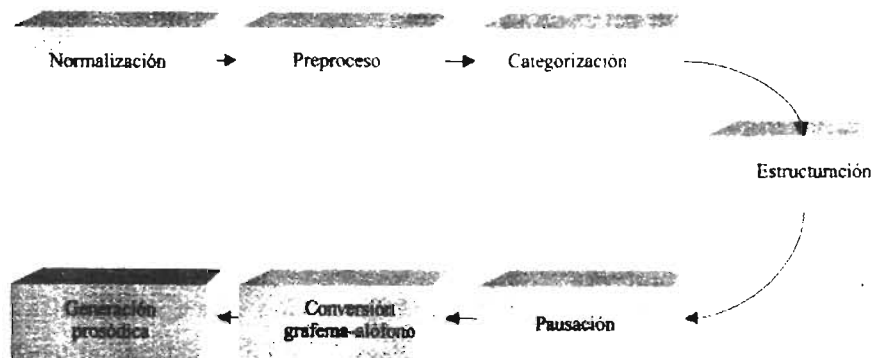


Figura 3.13 Procesado lingüístico – prosódico

- Generación de parámetros acústicos: consiste en la generación de los parámetros que determinarán la prosodia (básicamente, la duración y la entonación).

Finalmente, el módulo de procesado acústico se encarga de obtener, a partir de la cadena fonética y de las variables de control prosódico, la forma de onda de voz sintetizada. Depende de la implementación concreta del sintetizador, por lo que no será tratado en este libro.

### 3.5. RECONOCIMIENTO DE VOZ

El objetivo principal del reconocimiento de voz es proporcionar una interacción adecuada entre el hombre y la máquina a través de comandos de voz. Las principales características que diferencian esta tecnología frente a otras alternativas son:

- Naturalidad de la utilización del habla en operaciones de comando y control.
- Precisión y robustez en la comunicación para diferentes usuarios y entornos.

El reconocimiento de voz en telefonía supone una alternativa a la marcación de dígitos para introducir información en un sistema, así como una forma más natural y cómoda para el usuario.

En este proceso, las palabras pronunciadas por el usuario son analizadas y comparadas con un vocabulario, que en este caso no es más que un conjunto de posibles palabras a reconocer. La palabra del vocabulario que más se parezca utilizando un criterio u otro será la palabra reconocida.

Sin embargo, aun cuando los reconocedores alcanzan niveles de calidad altos en aplicaciones de dictado, el entorno telefónico no es el idóneo para el reconocimiento ya que se conjugan los siguientes problemas:

- Errores en la detección de segmentos de la señal de voz presentes a la entrada del sistema.
- Ausencia de técnicas de rechazo fiables.
- Falta de técnicas eficientes que garanticen el correcto funcionamiento del reconocedor en presencia de ruidos o diferentes distorsiones generadas por el canal en la transmisión de la voz por la red.
- Dificultad de llevar a cabo un proceso de adaptación a las características del habla de cada uno de los usuarios del sistema.

Un sistema de reconocimiento de voz presenta los siguientes bloques funcionales (Figura 3.14). El acondicionamiento de la señal de entrada, por lo general, consiste en un micrófono y un conversor analógico-digital asociado, el cual codifica digitalmente la señal de voz en bruto, es decir, sin ningún tipo de procesado. En todo este proceso de conversión de la señal de voz (señal analógica) a un formato digital que va a permitir su posterior procesamiento, se pueden distinguir dos fases bien diferenciadas:

- **Muestreo:** el muestreo de la señal vocal se llevará a cabo respetando el teorema de Nyquist, que establece que únicamente podremos recuperar una señal a partir de sus muestras si la frecuencia de muestreo es, como mínimo, del doble del ancho de banda (frecuencia máxima) de la señal que se quiere muestrear. En caso de que este teorema no se satisfaga, se producirá un solapamiento espectral que dará lugar a una distorsión de energía, siendo imposible que la señal recuperada sea una reconstrucción fiel de la señal original. Se puede considerar que el ancho de banda de la señal vocal es de 300-4.000 Hz, por lo que la frecuencia de Nyquist está en torno a los 8 KHz.

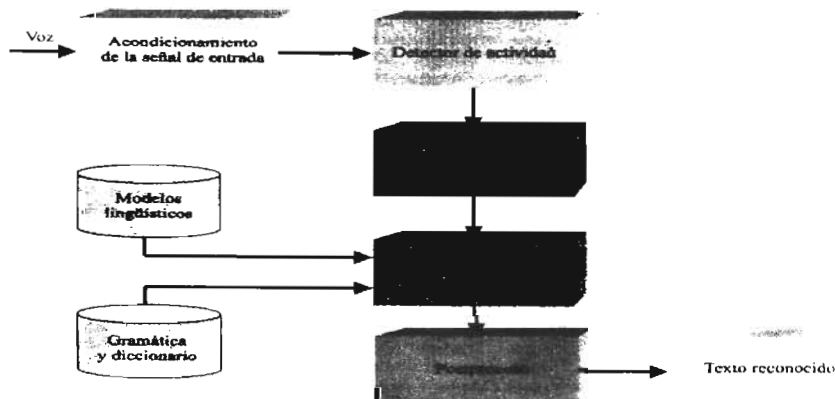


Figura 3.14 Bloques funcionales de un reconocedor de voz.

- **Cuantificación:** es un proceso por el cual la información de una señal analógica se sintetiza en un conjunto finito de valores discretos. El número de niveles de cuantificación determina la precisión del análisis y, por tanto, el número de bits de cada palabra digital.

Estas dos tareas son realizadas por el conversor A/D. En los sistemas de reconocimiento de voz comerciales, el flujo de bits a la salida del conversor suele oscilar entre 50 kpbs y 3.000 kpbs.

Una vez muestreada y codificada la señal de voz, el detector de actividad lleva a cabo una detección de bordes (límites de la palabra) para separar las partes habladas de las que no lo son. El funcionamiento de este módulo es crítico y especialmente difícil en entornos telefónicos, pues un error en el detector de actividad puede tener como consecuencia la pérdida de parte del mensaje pronunciado por el usuario, con lo que esta parte del mensaje no se podrá reconocer, ni tampoco la aceptación de sonidos indeseados que podrían confundirse con unidades lingüísticas reales.

El problema de aislar las palabras (o frases) del teórico silencio que las rodea, se conoce como detección de bordes, y su interés práctico radica en la existencia de métodos eficientes de reconocimiento global de palabras (o frases) aisladas pertenecientes a cierto diccionario de prototipos.

La detección de bordes suele dividirse en dos etapas distintas:

- **Detección gruesa de bordes:** conviene llevarla a cabo ( en tiempo real) con el proceso de adquisición de la señal vocal. Un algoritmo simple y eficaz, válido siempre que el ruido no sea excesivo, es la superación de ciertos umbrales de tiempo y energía (o amplitud) que indique la presencia de una palabra. El umbral de tiempo resulta necesario debido a que no es suficiente la presencia de energía para afirmar que hay palabra, ya llevaría esto a tomar como palabra, un pico de ruido espúreo. Es decir que, una palabra presenta siempre un mínimo de energía durante un mínimo de tiempo y viceversa, la ausencia de energía no implica el fin de la palabra, puesto que si así fuera se terminaría al encontrar el silencio que forma parte de un fonema explosivo (/p/, /k/...). Por tanto, una zona de silencio real tiene un mínimo de duración. Por otra parte, es necesario considerar también como parte de la palabra el tramo de la señal inmediatamente anterior y posterior al momento del paso por el umbral de energía, pues, en caso contrario, podrían perderse los principios y/o finales de palabras constituidos por la señal de energía inferior al umbral (nasales, fricativas, etc., iniciales y finales).
- **Detección fina de bordes:** la detección gruesa de bordes asegura que la palabra o frase pronunciada quedará contenida en su totalidad entre las fronteras detectadas, lo que resulta suficiente en muchos casos. No obstante, un procedimiento más fino conduciría no sólo a una mejora de los resultados de una eventual etapa subsiguiente de reconocimiento, sino aun indudable ahorro de memoria requerida para el almacenamiento de la señal y, por consiguiente, de tiempo a emplear en tratamientos posteriores. Se puede llevar a cabo mediante parámetros extraídos ex-profeso para esta tarea (típicamente Amplitud y Densidad de Cruces por Cero ). La existencia o no de silencio se determina a partir de los parámetros utilizados, y la manera de decidir dicha existencia depende obviamente de la naturaleza de éstos. Un método simple consiste en utilizar alguna medida de similitud disponible para los vectores de parámetros empleados, y establecer (mediante aprendizaje) un patrón de silencio con su correspondiente umbral de similitud. Con estas premisas la decisión de existencia (o no) de silencio corresponderá a valores de similitud superiores (o inferiores) al umbral de similitud.

El paso siguiente es la extracción de características de la señal de voz, para lo cual se convierte la señal de voz sin procesar en una representación en el dominio de la frecuencia y realiza operaciones de enventanado, escalado, filtrado y compresión de datos. El objetivo final es seleccionar y retener sólo aquellas componentes de la representación espectral que son útiles para nuestros propósitos de reconocimiento, reduciendo, en consecuencia, la cantidad de información con la que trabajará el algoritmo de comparación con los patrones de referencia.

El algoritmo de comparación con los patrones de referencia es el algoritmo que debe calcular alguna medida del parecido entre la señal preprocesada procedente de la voz del usuario y todas las plantillas o modelos de voz. Un proceso de selección elige la plantilla o el modelo (posiblemente más de uno) que más se parece a la voz del usuario.

A partir de cierta representación paramétrica de la señal vocal es posible plantearse el reconocimiento de los distintos objetos acústicos del habla. Según los objetos de que se trate, existen básicamente dos metodologías alternativas para abordar el problema:

- **Aproximación global:** los objetos a reconocer (fonemas, sílabas, etc.) se consideran como un todo, sin tener en cuenta su composición y/o estructura.
- **Aproximación analítica:** los objetos a reconocer (típicamente palabras o frases) se consideran compuestos estructuralmente de sujetos más simples (típicamente microfonemas, pseudofonemas, difonemas o demisílabas).

Finalmente, el postproceso mejora el resultado de la comparación con patrones teniendo en cuenta las siguientes dos consideraciones:

- La posible presencia de sonidos indeseados puede originar el reconocimiento de palabras que no han sido pronunciadas en realidad. Para resolver este problema se emplean técnicas de rechazo.
- El algoritmo de comparación con patrones de referencia suele elegir la palabra que obtiene una puntuación más alta en la comparación, sin tener en cuenta otras fuentes que permitirían la elección de otra candidata. Por esta razón, se está trabajando en el desarrollo de procedimientos de elección de n-candidatos.

## Vocabulario

El último elemento de un sistema de reconocimiento lo constituye el vocabulario o conjunto de palabras reconocibles. El vocabulario puede ser de tres tipos:

- Vocabulario de dígitos aislados: es el primer vocabulario que apareció, y sólo podía reconocer los dígitos del 0 al 9.
- Vocabulario de dígitos naturales: supone un avance con respecto al caso anterior, donde se permite al hablante pronunciar números de cualquier número de cifras con la mayor naturalidad posible. De esta forma, el número 3 49 87 60 se podría pronunciar: «tres» «cuarenta y nueve» «ochenta y siete» «sesenta» o también «trescientos cuarenta y nueve» «ocho mil setecientos sesenta».
- Vocabulario fonético: las palabras a reconocer se obtienen directamente de un fichero de texto. Este tipo de vocabulario se emplea comúnmente en las empresas, donde el fichero de texto contendría los nombres de los empleados. No se debe confundir palabra con «palabra del vocabulario», ya que esta última puede estar formada por varias palabras. Siguiendo el ejemplo de la empresa, una palabra del vocabulario correspondería aun nombre junto con el apellido del empleado. Un vocabulario de un número de palabras elevado repercutirá en una mayor lentitud y/o en una peor calidad del reconocimiento.

A la hora de utilizar un vocabulario, es necesario especificar el idioma empleado y, en algunos casos, el acento u otras características fonéticas. Ello es debido a que el desarrollo del vocabulario se basa en tomar muestras de muchos individuos y, a partir de ellos, crear un modelo operativo.

Mediante la transcripción fonética se crea un modelo del texto, representando de alguna forma su pronunciación en el idioma (y acento) especificado. Por cada palabra del vocabulario existe una correspondiente «palabra transcrita» fonéticamente. El algoritmo de reconocimiento va comparando cada «palabra transcrita» con el fichero a reconocer (o con las muestras que le van llegando) siguiendo un determinado criterio (hipótesis). El criterio no es más que una forma de medir el grado de parecido. Si se supera un cierto umbral configurable, se dice que se ha detectado la palabra transcrita y, por tanto, su correspondiente palabra del vocabulario (cadena de texto). En el caso de que se reconozca más de una palabra, éstas se ordenan según un valor que indica la fiabilidad del reconocimiento. Si incluso así el margen de confianza (fiabilidad) de dos palabras es muy similar, se podría solicitar confirmación por parte del usuario. Si después de varios intentos no se consigue reconocer nada, se puede abandonar el servicio de reconocimiento y pasar la llamada aun operador.

Es conveniente resaltar que el vocabulario no ha de ser necesariamente único. Es decir, que puede haber múltiples vocabularios, cada uno de ellos con su transcripción fonética correspondiente, pues se puede estar trabajando con varios idiomas simultáneamente, o con un vocabulario reducido de otro anterior, de forma que se aumente la velocidad y/o la calidad.

Una de las características más importantes de un vocabulario es la flexibilidad, entendiéndola como la posibilidad de crear, destruir y modificar vocabularios fácilmente. Éste es el motivo por el que muchos vocabularios son ficheros de texto, aunque se podría usar una aplicación propia.

### **3.6. RECONOCIMIENTO DEL HABLANTE**

El problema que plantea el reconocimiento del hablante resulta bastante próximo al analizado en el apartado anterior. De hecho, se emplean parámetros y técnicas similares a las utilizadas en aplicaciones de reconocimiento de voz.

Dentro de esta rama de las Tecnologías del habla, existen dos variantes:

- **Identificación del hablante:** mediante la cual se determina la identidad de un hablante dentro de una población de hablantes dada. La complejidad de estos sistemas depende, lógicamente, del tamaño de la población de posibles locutores.
- **Verificación del hablante:** consiste en autenticar la identidad del hablante a través de su voz. En este caso, la complejidad del sistema es independiente del tamaño del conjunto de posibles hablantes, puesto que se realizará una única comparación con el patrón de referencia correspondiente a la identidad que el usuario dice presentar.

Las prestaciones de un reconocedor de este tipo dependen de los siguientes factores:

- **Tipo del reconocedor:** es decir, si se trata de una aplicación de identificación del hablante o de verificación del mismo.
- **Discurso pronunciado por el hablante:** en función del cual encontramos dos tipos:
  - **Sistemas dependientes del texto:** el hablante debe pronunciar un determinado texto obligatoriamente. Se emplean en aplicaciones de control de acceso con usuarios cooperativos.
  - **Sistemas independientes del texto:** el hablante puede pronunciar cualquier texto. Se utilizan en entornos con usuarios no cooperativos.

### **3.7. IVR (INTERACTIVE VOICE RESPONS)**

En sus orígenes, un IVR consistía en aplicaciones de operadora automática. Una operadora automática es un sistema que se integra dentro de la red corporativa de voz o bien como un servidor externo para responder a las llamadas entrantes. Proporciona al llamante un menú de navegación que le permite contactar con la persona o departamento deseado. La complejidad de este tipo de sistemas varía mucho de unas aplicaciones a otras, sin embargo, una característica común a todos ellos es que son incapaces de extraer información de otros sistemas, por lo que el carácter interactivo de estas aplicaciones es bastante limitado. Para solventar este problema surgieron los IVR o sistemas de respuesta vocal interactiva.

Un IVR proporciona todas las funcionalidades de una operadora automática aportando la capacidad de emplear la interacción con el propio llamante y con otros sistemas externos. La ventaja principal de un IVR es, de hecho, que se adaptan a casi cualquier situación imaginable.

Así pues, un IVR automatiza la gestión de las llamadas utilizando para ello los tonos DTMF enviados por el usuario o bien comandos de voz dados por aquél (en el caso de que el IVR se integre con algún sistema A SR). De este modo, es posible emplear el teléfono como dispositivo para interactuar con el PC casi del mismo modo que un teclado y una pantalla.

Las aplicaciones de los sistemas IVR pueden clasificarse en tres grandes grupos, que son:

- **Difusión de información:** como su nombre indica, el objetivo es la difusión de información pública o privada.
- **Captura de información:** persigue la recogida de información de carácter general o particular para su posterior proceso.
- **Mensajería vocal:** al que dedicaremos un apartado exclusivo.

### Detección de dígitos

Una de las formas de enviar información por parte del usuario es pulsando las teclas de su teléfono. Esta funcionalidad permite, por ejemplo, seleccionar opciones de menú para el acceso a una información concreta.

Como ya se ha comentado, existen dos tipos de marcación telefónica, la marcación por pulsos y la marcación DTMF. De las dos, esta última es la que mejor se adapta a los sistemas IVR, ya que en la marcación por pulsos, basada en cortes de la corriente de bucle, no es posible detectar el dígito marcado fuera de un sistema cerrado porque no se transmiten a través de las centralitas telefónicas.

La detección de dígitos puede utilizarse para interrumpir la grabación o reproducción de audio por parte del sistema. De este modo, no es necesario escuchar todas las opciones de un menú si ya las conocemos, ya que podemos interrumpir el mensaje mediante la pulsación de un tono DTMF con la opción elegida (esto es lo que se conoce con el nombre de *DTMF Cut-Through*). En estos casos, debido a que los dígitos DTMF tienen su contenido espectral en el rango correspondiente de la voz, puede darse una falsa detección de un dígito. Resulta, pues, necesario, protegerse frente a posibles falsas detecciones. Para ello existen multitud de métodos, entre los que se encuentran:

- Reducir los posibles tonos DTMF que interrumpan el mensaje. De este modo, reducimos la probabilidad de que coincidan las frecuencias de la voz con las del tono.
- Reducir la desviación de frecuencia sobre la fundamental del tono que permite una detección satisfactoria, es decir, aumentar la precisión de la frecuencia del tono.
- Especificar un tiempo de guarda durante el cual el tono debe estar presente para determinar una detección positiva.
- Especificar la relación que debe existir entre las amplitudes de las dos frecuencias que forman el tono DTMF. De este modo, sólo se determinará una detección positiva si se detecta contenido frecuencial en las dos frecuencias que forman el tono DTMF y, además, la relación entre sus amplitudes es la esperada.
- Especificar la relación que debe existir entre las amplitudes de las frecuencias que forman el tono DTMF y el resto de frecuencias de la señal. Se puede, entonces, determinar si es un tono DTMF aislado o posee mayor contenido frecuencial.

### Componentes

Un sistema IVR típico consiste (Figura 3.15), básicamente, en un servidor independiente equipado con DSP específicos para el procesamiento de la voz. La interacción con la red telefónica se lleva a cabo a través de una conexión dedicada, cuya naturaleza y configuración dependen de las funcionalidades del sistema. Además, se conectan a la red de datos para acceder a otro tipo de recursos corporativos (bases de datos, servidores de correo electrónico, etc.).

### Configuraciones

A continuación se indican algunas de las posibles configuraciones en las que se puede integrar el IVR en un sistema de telecomunicaciones. En este sentido, resulta de vital importancia definir la interfaz de línea telefónica que se empleará: analógica, RDSI, E-1, etc., ya que nos determinará tanto el tipo de *hardware* a utilizar como el número de canales disponibles.

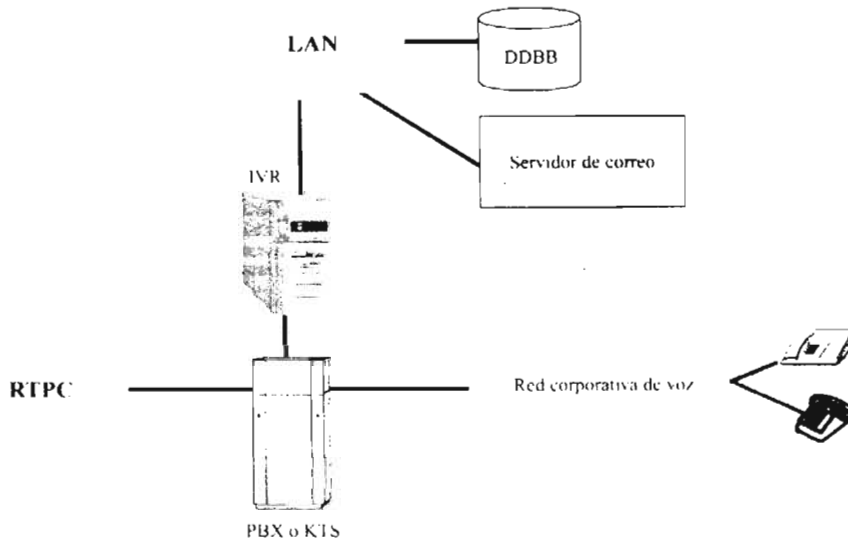


Figura 3.15 Disposición de un sistema IVR

La interfaz de línea se conectará con las líneas analógicas o digitales procedentes de la central de la red telefónica a la que se conecta el equipo o a extensiones de una PBX.

El equipo IVR tendrá una funcionalidad de procesamiento de la voz de dos tipos:

- Funciones de propósito general: típicas de la red telefónica, como descolgar la línea o marcar un número de teléfono.
- Funciones de propósito específico: tales como reconocimiento de voz y disponibilidad de envío y recepción de faxes.

Además, el equipo IVR dispone, típicamente, de dos buses de conexión:

- Bus convencional o bus de conexión: con el que las tarjetas de procesamiento de voz se conectan al resto de componentes del IVR, como la CPU o el disco duro.
- Bus de voz: por el que los distintos elementos que forman los módulos de procesamiento de voz obtienen las muestras de voz generadas por el módulo de interfaz de línea.

El desarrollo de la tecnología sobre la que se implementan los sistemas IVR ha hecho que, cada vez más, se incorpore la interfaz de línea, el procesamiento básico y el procesamiento específico en una única tarjeta. Esta integración del *hardware* mejora las características del sistema eliminando la necesidad de buses de voz que comuniquen los distintos elementos.

Las posibles configuraciones de un sistema IVR dependen de dos factores fundamentales: por un lado, el tipo de interfaz con la red telefónica y, por otro, el modo de conexión a la misma. En los puntos siguientes se estudia cada una de las posibilidades.



### Configuración con IVR aislado

El primer grupo de configuraciones se caracteriza porque el IVR se encuentra aislado, es decir, que va a ser el elemento que va llevar a cabo todas las funciones de procesamiento de llamadas a través de una conexión directa con la RTPC. Cada configuración concreta se distingue, por tanto, en función de la naturaleza de dicha conexión. Así pues, podemos distinguir entre una conexión analógica, una conexión digital con CSU o una conexión digital empleando un banco de canales.

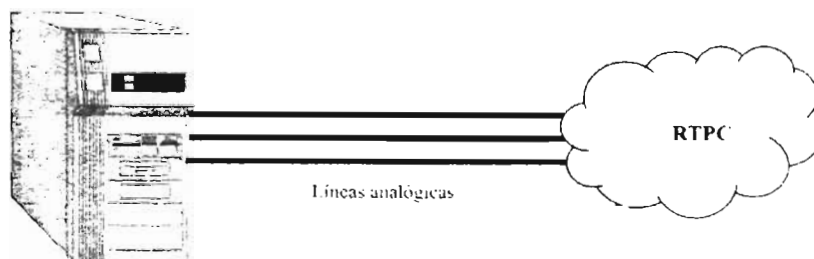


Figura 3.16 IVR aislado con líneas analógicas

Cuando el IVR se encuentra aislado con líneas analógicas, la interfaz de línea se conecta directamente con una central local a través de líneas analógicas de dos hilos de cobre como las que utiliza el teléfono convencional (Figura 3.16). Esta configuración es la más simple y es apropiada para aplicaciones sencillas, como puede ser un sistema de información automático.

En las situaciones en las que el IVR debe atender un número de líneas elevado, la solución anterior resulta inadecuada, ya que se necesita una línea física para atender cada canal. En estos casos, se emplean líneas digitales (y, por tanto, una interfaz de línea digital) en las que se multiplexan en el tiempo las distintas líneas lógicas sobre una misma línea física. Se trata de las interfaces digitales E-1 (Europa) y T-1 (Estados Unidos y Japón). La primera permite multiplexar 32 canales lógicos de 64 kpbs en una sola línea física, mientras que la segunda contiene 24 canales. Estas interfaces digitales pueden usarse en un IVR de modo que con una única conexión física se atiendan múltiples líneas lógicas. La Unidad de Servicio de Canal (CSU, *Channel Service Unit*) es equipo que permite, a partir de la línea digital que recibimos, comprobar la integridad de la señal recibida así como conformar la señal digital que entrará al IVR (Figura 3.17). Esta configuración puede utilizarse también con un acceso primario RDSI.

Existe una configuración similar a la anterior, pero que en lugar de utilizar una CSU emplea un equipo que obtiene, a partir de la línea digital recibida de la red telefónica y que contiene multiplexados varios canales lógicos, otras tantas líneas analógicas que entrarán al IVR (Figura 3.18). Esta configuración permite emplear un IVR con una interfaz de línea analógica para atender una línea digital.

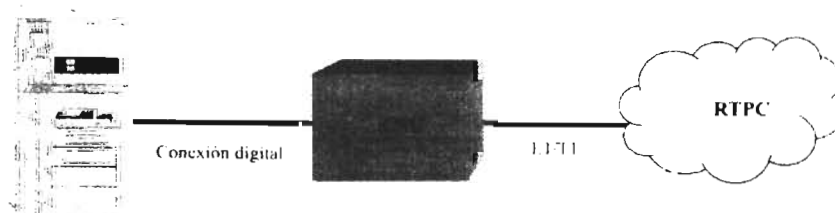


Figura 3.17 Aislado con líneas digitales y CSU

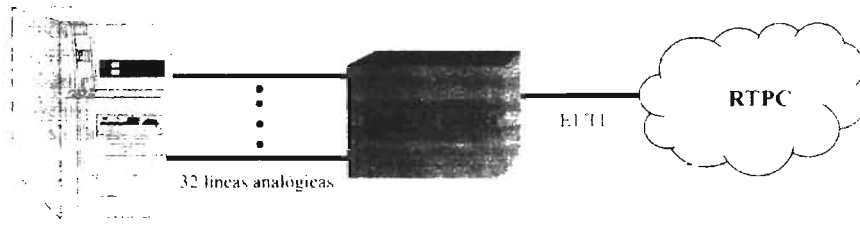


Figura 3.18 Aislado con líneas digitales y banco de canales

### Configuración IVR con PBX

Sin embargo, cabe la posibilidad de emplear un IVR para proporcionar servicios de valor añadido a las funcionalidades propias de una centralita privada. En estos casos, las distintas configuraciones diferirán cuál es el punto de entrada de las llamadas, si la PBX o el propio IVR.

En la configuración detrás de la PBX, el IVR se conecta a un grupo de extensiones de la centralita por las que se conmutarán las llamadas entrantes en la PBX y será el IVR el encargado de transferir las llamadas a sus destinatarios conectados a la misma PBX (Figura 3.19). Las interfaces de línea utilizadas dependen del sistema concreto. Por un lado, la PBX deberá aceptar las interfaces de línea analógica o digital estándar ofrecidas por la red telefónica y, por otro, las extensiones analógicas o digitales deberán disponer de la misma interfaz de línea que el IVR empleado.

Merece destacarse que la estandarización en el campo de las centralitas no está tan desarrollada como debería; así, mientras que las extensiones analógicas sí que cumplen los estándares, las digitales suelen ser sistemas propietarios del fabricante de la PBX. Es por esto que la mayoría de los sistemas IVR deben instalarse sobre extensiones analógicas de las PBX. Además, aunque la interfaz física de la extensión sea la que requiere el IVR, la señalización telefónica que recibe tampoco está estandarizada. Por ejemplo, al descolgar un teléfono, el tono de invitación a marcar que oímos no es el enviado por la central telefónica del operador, sino que es generado por la propia PBX y, por tanto, varía de un fabricante a otro. Es por esto que es necesario disponer de herramientas que permitan caracterizar los distintos elementos de la señalización telefónica.

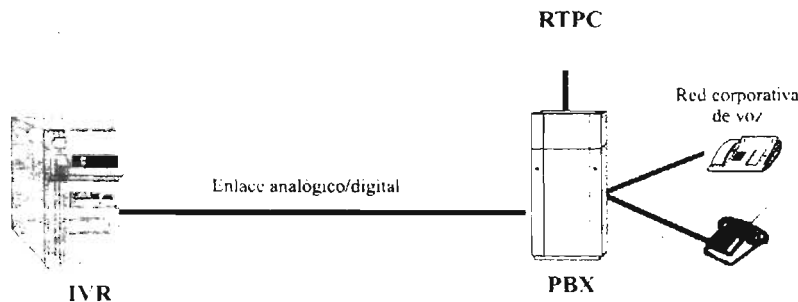


Figura 3.19 IVR detrás de la PBX

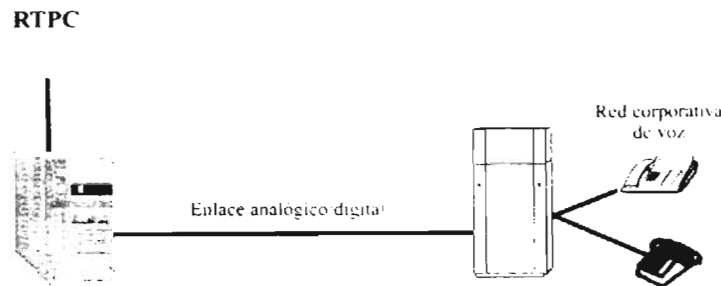


Figura 3.20 IVR delante de la PBX

Anteponer el IVR a la PBX (configuración delante de la PBX), de modo que éste quede entre la central telefónica y la PBX, es una configuración menos común, pero que permite procesar las llamadas utilizando directamente la señal que proviene de la red telefónica (Figura 3.20). De este modo, se emplea la interfaz estándar, analógica o digital, ofrecida por la red telefónica así como de los servicios asociados. En general, esta configuración se utiliza para aprovechar algún servicio de la red telefónica no soportado por la centralita. Por ejemplo, si la central a la que se conecta el equipo dispone de un servicio de identificación del número llamante (ANI, *Automatic Number Identification*) en el que podemos conocer el número de la persona que llama, es posible obtenerlo y transferir dicha llamada a una extensión en concreto.

#### Diseño de sistemas IVR

A la hora de diseñar un sistema IVR, y en general cualquier sistema que vaya a interactuar con los usuarios de una forma tan directa, hay que tener en cuenta que la clave para el éxito es dar a los llamantes la posibilidad de elegir y ofrecerles el control de la aplicación. Para alcanzar estos dos objetivos, podemos ceñirnos a las siguientes recomendaciones:

- El sistema debe ser tan fácil de emplear y tan familiar como sea posible:
  - Emplear métodos y procedimientos familiares para el usuario.
  - Mantener los enunciados cortos y concisos.
  - Limitar el número de elecciones aun máximo de cinco por menú. El dar a los usuarios más de cuatro o cinco opciones hace difícil recordarlas todas y puede resultar tedioso.
  - Proporcionar al usuario realimentación y solicitarle la verificación de sus acciones. .Situar las opciones más frecuentes en primer lugar.
  - El número de pasos de cada transacción debe estar comprendido entre 5 y 7. .Emplear una voz que identifique la imagen corporativa y que sea agradable para los llamantes.
- Los usuarios deben sentir que tienen el control del flujo de la aplicación:
  - El culpable de los errores nunca debe ser el usuario, sino el sistema.
  - Dar a los usuarios una manera sencilla de volver al menú principal ya todos los submenús.
  - Permitir a los usuarios repetir, parar y moverse con libertad por la aplicación de la manera apropiada.
  - Repetir automáticamente cada enunciado, al menos una vez, si no se toma ninguna acción.
  - Proporcionar siempre a los usuarios la posibilidad de ponerse en contacto con un agente durante el horario laborable.
  - Dar ayuda adicional para transacciones complejas o importantes.
  - Ofrecer una opción de demostración o tutorial que muestre cómo trabaja el sistema.
  - No realizar cambios frecuentes en el sistema, pues esto tiende a confundir a los usuarios.

-Mantener una interfaz de usuario consistente:

- Diseñar el sistema de modo que el tiempo de espera de respuesta del usuario se adapte dinámicamente a los tiempos de respuesta anteriores del usuario.
- Enunciar cada actividad de la misma manera.
- Establecer la acción antes que la tecla.
- Utilizar el teclado del teléfono de manera consistente.
- Gestionar las entradas incorrectas del mismo modo en cada nivel del menú.
- La calidad de la voz, incluido el tono y el volumen, debe ser consistente en toda la aplicación.
- Emplear una única voz a lo largo de la aplicación.
- No contemplar el IVR como un sistema aislado, sino como un complemento de otras aplicaciones.

- Proporcionar varias opciones para entrar y salir del sistema:

- Ofrecer siempre al usuario la posibilidad de ponerse en contacto con un agente y, al mismo tiempo, invitarles a que empleen la aplicación.
- Entrenar al personal de relación con el cliente en el manejo del sistema y mantenerles informados de los cambios y actualizaciones.

- Diseñar el sistema teniendo en cuenta que la interacción con el usuario se lleva a cabo a través del habla, no por un medio escrito:

- Escribimos de manera diferente a como hablamos. De hecho, un enunciado que sería correcto en un medio escrito, en un IVR podría desanimar a los usuarios.
- Leer el enunciado en voz alta antes de grabarlo y probarlo con varios oyentes.
- Utilizar una voz inteligible, natural y de alta calidad.
- Respetar las pausas al hablar con el fin de emular la conversación normal.
- Evitar el empleo de acrónimos o tecnicismos que puedan resultar desconocidos para el llamante medio.
- Intentar grabar mensajes completos en lugar de concatenar frases más cortas para formar dicho mensaje.

- Emplear la tecnología para personalizar la asistencia del usuario:

- Identificar a los llamantes a través de códigos, por ejemplo, y ofrecerles opciones en función del cliente o del valor que el cliente represente para la organización.
- Proporcionar menús dinámicos, siempre que sea posible, que se vayan configurando en función de los servicios disponibles para cada usuario.
- Evitar ofrecer a los usuarios opciones que no estén disponibles para un determinado nivel de servicio.
- Si el usuario decide abandonar el IVR, debe dar al punto de respuesta (generalmente, un agente) suficiente información sobre el llamante y el punto en el que el llamante abandonó el IVR.

## Ventajas

La principal ventaja de un IVR es que libera a los agentes de la realización de tareas repetitivas y les permite centrarse en las más complejas. Sin embargo, hay que resaltar que un IVR no reemplaza, en ningún caso, aun agente. Además, hay otras, entre las que se encuentran las siguientes:

- Disponibilidad total: un IVR está disponible las 24 horas del día, 365 días al año (24 x 7).
- Si se emplea como frontal de un ACD, es posible optimizar el encaminamiento de las llamadas: por ejemplo, se puede emplear como entrada al sistema un IVR que pregunte al usuario por un código de producto. Este código será empleado, en una segunda etapa, por el ACD para poner en contacto al llamante con el agente más especializado en el producto al que corresponda el citado código.

- Reducción del tiempo de espera en cola en sistemas ACD: es posible emplear el IVR como complemento de un distribuidor de llamadas con el fin de reducir el tiempo de espera de los llamantes. Cuando un cliente lleve demasiado tiempo esperando que el sistema le ponga en contacto con un agente libre, se puede sugerir al cliente la utilización del IVR para recibir asistencia técnica, por ejemplo. De este modo, el sistema interactuaría con el cliente incluso llegando a proponer alguna solución obtenida de una base de datos de conocimiento.
- Flexibilidad: resulta sencillo adaptar el IVR a aplicaciones que cambien con relativa frecuencia. Por ejemplo, si se ha lanzado una promoción especial a través de un anuncio impreso, se podrían programar mensajes de voz que condujeran a los llamantes mediante menús relacionados con el anuncio (por ejemplo, «presione uno para saber más sobre la oferta x.....» ). Tras ello, el sistema recogería la información de la tarjeta de crédito del cliente y ordenaría el pedido.

A la hora de decidirse por un sistema IVR debemos considerar los siguientes puntos:

- Flexibilidad a la hora de interactuar con el cliente: la plataforma elegida debe ser, multicanal, de lo contrario, cada vez que deseemos añadir un medio de contacto, habrá que empezar de cero y revisar toda la lógica del sistema. Además, cuantos más medios dispongamos para captar clientes, mayor cuota de mercado seremos capaces de abarcar.
- Facilidad de integración con otros sistemas: generalmente, el IVR se engloba dentro de un sistema mayor. Por ello, resulta vital que la interacción del IVR con el resto de recursos corporativos sea lo más sencilla posible.
- El sistema elegido no sólo debe encargarse de las tareas repetitivas, sino que sería ideal que fuera capaz de gestionar verdaderas campañas de marketing.
- Capacidad de adaptación: las soluciones abiertas, basadas en *software*, responden más rápidamente a los cambios dinámicos del entorno.
- Integración con sistemas CTI: esta característica aumenta el número de aplicaciones posibles.
- Dimensionar el sistema para que pueda responder al crecimiento de la empresa a corto y medio plazo.

### **3.8. PORTALES DE VOZ**

Aunque pueda parecer extraño, la idea de ofrecer servicios utilizando como soporte la voz no es, ni mucho menos, algo novedoso. De hecho, acabamos de estudiar una aplicación de este tipo: los IVR. Tal y como decíamos en el punto anterior, un IVR es un sistema automático que ayuda a sus usuarios a completar transacciones de negocio o a obtener información, empleando como dispositivo de acceso el teléfono. Sin embargo, el rápido desarrollo de Internet y de la telefonía móvil, junto con los avances en las tecnologías de síntesis y reconocimiento de la voz, han abierto nuevas puertas y han hecho evolucionar los antiguos IVR hasta convertirlos en verdaderos portales de voz. A diferencia de los IVR, que se construyen sobre plataformas propietarias, los portales de voz están basados en su mayor parte en estándares que se están abriendo paso en el mercado paulatinamente. La Tabla 3.2 resume las diferencias entre ambos.

Los servicios que soporta un portal de voz pueden agruparse en tres grandes grupos:

- Servicios de información: se trata de aplicaciones caracterizadas por una alta complejidad de la interacción con el usuario, el cual debe proporcionar información suficiente al sistema para que éste sea capaz de satisfacer su necesidad. Permite al usuario llamante, por ejemplo, recibir información de servicio y/o productos, servicio de asistencia post-venta y obtención de información (localización de recursos, etc.).
- Servicios de comunicaciones personales: hacen posible el acceso del usuario a sistemas típicamente corporativos como su cuenta de correo electrónico o su agenda profesional.
- Servicios transaccionales: entre los que se incluyen servicios de reserva de viajes, comercio electrónico, etc.

Todas estas aplicaciones tienen en común que su punto de acceso es la red telefónica, es decir, que el usuario podrá disfrutar de los servicios que se definan utilizando su terminal telefónico, empleando para ello un mismo sistema de interacción. Difieren únicamente en su esquema funcional.

Tabla 3.2 IVR versus Portales de voz.

IVR	Portal de voz
Sistemas propietarios desarrollados con C, C++, etc.	Sistemas abiertos desarrollados con VoiceXML y otros estándares.
No pueden adaptarse a la filosofía web, puesto que toda la lógica está contenida en un solo punto.	Separan la lógica de la aplicación de los diálogos de voz.
Costes de desarrollo y mantenimiento elevados.	Mantenimiento sencillo.
Se necesitan conocimientos específicos sobre la plataforma hardware y sobre el sistema software para desarrollar servicios por la compatibilidad de los mismos.	Únicamente es necesario conocer VoiceXML.

### Arquitectura

Un portal de voz descansa sobre una arquitectura como la de la Figura 3.21 y sus distintos elementos se describen a continuación:

- Servidor de voz. Está compuesto por:
  - **Front-End** telefónico: es el punto de interconexión a la red telefónica. Constituye la parte del sistema por la que se producirá el acceso del usuario. En función de las necesidades concretas de la plataforma, el **Front-End** telefónico puede estar constituido por:
    - Tarjetas telefónicas independientes: son tarjetas especializadas en la interconexión con una red telefónica convencional. Soportan uno o varios protocolos de señalización telefónica (DSS1, CAS, etc.).
    - PBX (*Private Branch Exchange*): en este caso, el servidor de voz se comunica con el exterior a través de una centralita de conmutación privada.
    - CT-Server: en lugar de utilizar una centralita, se emplea un esquema basado en el servidor CTI. Remitimos al capítulo de sistemas CTI para obtener una descripción más detallada.
  - **TTS**: se trata de un servidor de síntesis de voz.
  - **ASR**: consiste en un servidor de reconocimiento de voz.
  - **VoiceXML Gateway**: es el componente fundamental del servidor de voz. Solicita los documentos VoiceXML al servidor de aplicaciones, los interpreta y controla el flujo del diálogo que en ellos se especifica. Además, también se encarga de la petición de ejecución de las funciones vocales de la plataforma (comunicación con el ASR, comunicación con el TTS, etc.).

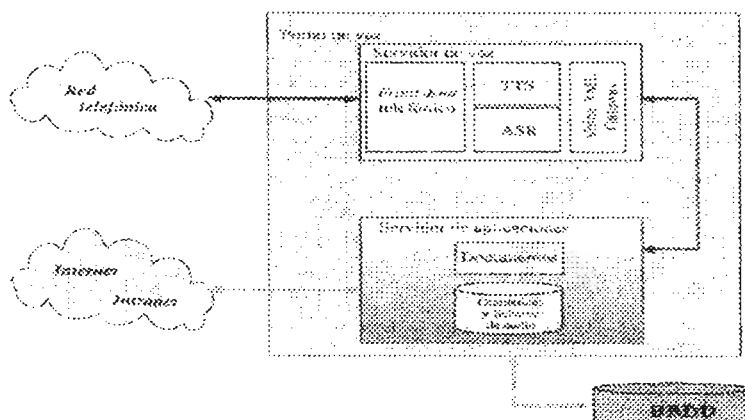


Figura 3.21 Arquitectura de un portal de voz

- Servidor de aplicaciones: ejecuta la lógica de la aplicación y puede contener una base de datos o bien servir como puente para el acceso a un servidor de bases de datos externo. Dentro del servidor de aplicaciones, se encuentran:

- Documentos VoiceXML: definen, como veremos más adelante, el flujo de la aplicación y los diálogos con el usuario. Estos documentos pueden contener VoiceXML estático o bien generarse dinámicamente empleando tecnologías basadas en servidores como JSP, CGI, ASP, etc.
- Gramáticas: especifican los comandos válidos que pueden utilizarse. La gramática puede definirse durante la etapa de desarrollo o bien generarse dinámicamente durante la ejecución de la aplicación.
- Ficheros de audio: se trata de mensajes pregrabados o bien de la grabación de los mensajes de usuario.

El servidor de aplicaciones podrá estar distribuido físicamente en tantas máquinas como sea necesario.

- Red telefónica: puede ser la RTPC, la RDSI, una red de VoIP y, en definitiva, cualquier red que soporte el transporte de voz.

- Internet /intranet: es una red de paquetes que se conecta con el servidor de voz y el servidor de aplicaciones a través de HTTP (*HyperText Transfer Protocol*).

## VUI

Una interfaz de usuario vocal o VUI (*Vocal User Interface*) es una interfaz telefónica a través de la que el usuario interacciona con un determinado sistema para acceder a información o servicios en los que está interesado. En un VUI, la interacción se lleva a cabo única y exclusivamente a través de la voz (aunque existen sistemas que admiten también interacción mediante tonos DTMF), lo que va a tener implicaciones importantes en el proceso de diseño puesto que la voz presenta unas características únicas.

La Tabla 3.3 muestra una comparación entre un VUI y un GUI. Una de las tareas del diseñador es construir una interfaz eficiente y eficaz. Una interfaz vocal debe considerar un aspecto fundamental de la comunicación humana: el hecho de que la comunicación se produce por turnos (al menos, en una conversación medianamente educada, siempre un interlocutor habla y el otro escucha). Por tanto, una meta a conseguir en el diseño de una interfaz vocal es simular el rol del hablante /oyente de manera lo suficientemente convincente como para que la comunicación con el usuario tenga éxito. Tanto es así que la planificación de un VUI tiene como objetivo simular el comportamiento natural. Conviene tener en cuenta que al diseñar un VUI, no estamos construyendo una interfaz humana, sino algo que la simula. Es importante no perder de vista este hecho porque, si el usuario llegase a pensar que puede hablar con el sistema de la misma manera que con un ser humano, podría empezar a emplear vocablos y expresiones que quedarían fuera del ámbito del vocabulario de la aplicación, con lo que se pondrían de manifiesto las limitaciones del sistema. Por tanto, hay que llegar a un compromiso entre la naturalidad y la artificialidad de la aplicación.

Vocal User Interface	Graphic User Interface
Voces y efectos sonoros	Imágenes, gráficos y animaciones
Reconocimiento de voz	Hiperenlaces

Tabla 3.3 Tabla VUI versus GUI.

La interfaz de usuario debe ser simple, consistente y fácil de utilizar. Puesto que el sistema y el usuario interactuarán a través del habla, el diseño de los diálogos resulta crítico para conseguir dichos objetivos. Conviene tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Construir un modelo mental de la aplicación en los usuarios: un modelo mental es la percepción que el usuario tiene de la aplicación. El usuario se crea un modelo mental de la aplicación a medida que escucha los mensajes y los enunciados, interacciona con el sistema, navega por los menús, etc. Cuanto más se parezca el modelo mental del usuario al empleado en el proceso de diseño, tanto más sencilla de utilizar resultará al usuario la aplicación.
  - Conservar la coherencia en toda la aplicación: la coherencia es una característica básica de toda aplicación vocal. Afecta, fundamentalmente, a los comandos de voz en el sentido de que debe asociarse el mismo comportamiento de la aplicación para un comando dado.
  - Memoria a corto plazo: no hay que saturar la memoria a corto plazo del usuario, por lo que no deben proporcionarse más de cinco o seis opciones por menú.
  - Proporcionar evidencias positivas: una evidencia positiva consiste en indicar al usuario qué es lo que el sistema ha reconocido en cada paso de la conversación. Esto ayuda a seguir el hilo de la conversación, manteniendo el entendimiento mutuo entre el llamante y el sistema. Por lo general, se puede aprovechar la evidencia positiva para enlazar con el siguiente paso de la conversación.
  - Mantener la complejidad de la aplicación en un nivel razonable: en la complejidad de un servicio de voz intervienen dos parámetros, a saber:
    - Número de interacciones entre el usuario y el sistema.
    - Número de comandos de voz permitidos al usuario en cada paso de la interacción
- Gestión de errores: las causas principales de error en una aplicación de esta índole son:
- *Hardware* (por ejemplo, el micrófono está apagado).
  - Ruido de fondo que dificulta el reconocimiento.
  - El usuario habla demasiado rápido.
  - Las palabras pronunciadas por el usuario no están en la gramática.
  - Pausas al hablar demasiado largas.

Los errores pueden acarrear graves consecuencias en una aplicación de voz, llegando a romper el modelo mental del usuario, tan importante para el éxito de la misma. Algunas recomendaciones para diseñar el tratamiento de errores:

- No emplear mensajes repetitivos: a partir de la tercera o cuarta vez que se repite un enunciado, el usuario empieza a frustrarse.
- Ofrecer una ayuda progresiva: en lugar de repetir simplemente el enunciado del error, es mucho más conveniente ir guiando al usuario hacia la solución del error proporcionándole, a cada paso, más información sobre el error en cuestión.
- Proporcionar un modelo: una manera de solucionar el error, es dar al usuario un ejemplo.

Como vemos, estos principios son muy similares a las pautas de diseño que reseñamos en el capítulo de IVR, algo totalmente lógico si pensamos que los portales de voz son la evolución al entorno *web* de aquellos.

### Diseño de un portal de voz

La planificación de un servicio de voz puede dividirse en tres fases:

- Captura y análisis de los requisitos del usuario.
- Identificación de las características principales del servicio.
- Diseño preliminar del servicio.

El proceso de planificación de una aplicación vocal comienza con la captura y el análisis de los requerimientos del usuario. La captura de los requisitos del usuario resulta fundamental para entender las expectativas del cliente en relación al servicio y para obtener información acerca del tipo de contenidos, características y funcionalidades que deberá ofrecer el servicio en cuestión.

En esta etapa se distinguen, a su vez, tres fases:



- Requisitos funcionales: tras este análisis debe saberse lo que el servicio debe hacer y los destinatarios de dicho servicio con el fin de determinar qué funcionalidades son prioritarias y cuáles son secundarias.
- Requisitos de contenido: este punto está directamente relacionado con el contenido del servicio, pues determina los tipos de datos o información final que manejará el servicio.
- Requisitos de la interfaz: hace referencia a los aspectos de la aplicación vocal que interaccionan directamente con el usuario, tales como el tipo de vocabulario, el estilo del diálogo, el tipo de voz, la personalidad del servicio, la música de fondo y los anuncios.

Una vez que los requisitos del usuario están claros y con el fin de establecer la esencia del servicio, es imprescindible realizar un análisis de la información recopilada en el apartado anterior basándose en los siguientes puntos:

- Análisis del destinatario: su objetivo es identificar el contexto y las situaciones más probables en las que se utilizará el servicio.
- Análisis del mercado: es recomendable si la aplicación que se desea desarrollar es similar a algún servicio existente. El objetivo final es determinar las características valoradas por los usuarios y cuáles de ellas pueden mejorarse.
- Análisis de las tareas: una interacción entre el servicio y un usuario del mismo tiene como fin la realización de una determinada transacción o la obtención de cierta información. En definitiva, el objetivo último del servicio de voz es facilitar al usuario alcanzar su propósito a través de una serie de pasos discretos que componen el servicio en cuestión. Cada uno de estos pasos se corresponde con un turno en la conversación entre la aplicación y el usuario. El análisis de las tareas consiste, pues, en la identificación del modelo mental del usuario que accede al servicio para alcanzar su objetivo.
- Identificación de las características del servicio y priorización de las mismas: una vez que se tiene una idea general del servicio, los escenarios de aplicación, las características de los usuarios potenciales, etc., debe emplearse toda esta información para seleccionar la voz de la aplicación, el vocabulario, la gramática básica y el estilo del diálogo así como para decidir la estructura de la aplicación y sus características técnicas. Es conveniente revisar los requerimientos técnicos y comprobar las implicaciones de las decisiones que se tomen en este apartado. Una vez identificadas las características del servicio, el diseñador debe clasificarlas en prioritarias y no prioritarias. Para ello, es recomendable agrupar las características en categorías. Las características de prioridad más alta deben incluirse en un primer prototipo, que será refinado progresivamente hasta completar la implementación del servicio.
- Análisis de características: una vez obtenidas las características del servicio, deben revisarse desde el punto de vista técnico para comprobar que es posible implementarlas. Es recomendable realizar el análisis de la manera más crítica posible.

En el diseño preliminar del servicio puede resultar útil escribir uno o dos diálogos de ejemplo para empezar a esbozar el esqueleto de la aplicación. Para una aplicación simple con un diálogo basta; sin embargo, si la aplicación tiene una complejidad considerable es recomendable escribir varios diálogos que se diferencien en pocas variables.

Al establecer la estructura de la aplicación, el diseñador especifica los bloques que la constituyen y determina la secuencia exacta de cada uno de los diálogos. El punto fundamental es definir la organización y la estructura de la información suministrada al usuario. El diseño de la aplicación se divide en dos fases, que son:

- Diseño de los diálogos: la estructura lógica de la aplicación queda muy bien definida en un diagrama de flujo del diálogo. Este diagrama establece los turnos de la conversación correspondientes al usuario y al sistema y refleja todos los estados del sistema, la gramática o lista de opciones disponibles para estado de la interacción, los enunciados del sistema y sus comandos (evitar en la medida de lo posible mensajes excesivamente largos que puedan aburrir al usuario), los mecanismos de ayuda al usuario en los puntos de toma de decisiones y los mecanismos de tratamiento de errores cuando deba reconocerse la entrada del usuario. Toda esta información constituye procedimientos

externos y deberá ser adjuntada convenientemente. Es responsabilidad del programador encontrar las soluciones *software* adecuadas.

- **Diseño de los enunciados:** los enunciados y los mensajes constituyen la interfaz de usuario. La personalidad y las características de la voz es uno de los factores que determinan el grado de utilidad de la aplicación. Estrictamente hablando, existe una pequeña diferencia semántica entre enunciado y mensaje. Mientras que un enunciado es un comando de voz que los usuarios pueden utilizar para ordenar una interacción con el usuario, un mensaje es la información o la instrucción dada al usuario; sin embargo, el propósito tanto de los enunciados como de los mensajes es delimitar el comportamiento de la aplicación.

Diseñada la aplicación, es fundamental construir un prototipo del servicio que cumpla los requisitos de diseño recogidos durante los procesos de análisis y diseño como paso previo a la implementación de la versión final del servicio. A medida que el diseño del prototipo avanza, la evaluación del mismo permite detectar y corregir posibles errores de diseño e implementación.

Un baremo muy empleado es el grado de utilidad del servicio, que se define como el grado en que el servicio es capaz de llevar a cabo las tareas para las que ha sido diseñado. Cuanto más parecido sea el entorno de pruebas al entorno real en que se utilizará la aplicación, tanto más optimizado resultará el servicio, con lo que la probabilidad de éxito del mismo se verá incrementada.

#### **Requerimientos técnicos de un servicio vocal**

Las opciones tecnológicas dependen de las características de los usuarios finales, sus necesidades y sus expectativas sobre el servicio. Los puntos que hay que tener en cuenta en la fase de diseño son:

- **Interacción a través de voz y tonos DTMF:** el empleo de comandos de voz y tonos DTMF ayuda en la prevención de errores. Además, los usuarios que no deseen /puedan utilizar la voz pueden seguir disfrutando del servicio. Los tonos DTMF resultan más adecuados para obtener información del tipo de códigos de seguridad o en situaciones en las que la interacción vocal ha fallado por alguna circunstancia.
- **Iniciativa de la interacción:** el determinar qué entidad lleva la iniciativa de la comunicación, si el usuario o el propio sistema, es un punto crítico del diseño del servicio. El usuario debe llevar la iniciativa en aquellos servicios que se basen en un comportamiento del usuario bien conocido (por ejemplo, un servicio de reserva de entradas o de billetes de avión), mientras que en los casos en los que el comportamiento del usuario sea impredecible resulta conveniente que sea el propio sistema el que guíe al usuario por el flujo de la aplicación.
- **Reconocimiento de palabras aisladas o reconocimiento continuo del habla:** si la aplicación ofrece una amplia gama de servicios /información o está destinada a usuarios inexpertos, la mejor opción es decantarse por el reconocimiento de palabras aisladas, además de diseñar los enunciados y las instrucciones de manera clara y concisa. Por el contrario, los enunciados implícitos, las preguntas abiertas y el reconocimiento continuo constituyen una buena manera de acelerar el tiempo y el ritmo de la interacción cuando se trata con usuarios expertos, pero puede resultar una fuente de error considerable si se pretende capturar varios datos en una misma frase ante un usuario inexperto (en principio *todos* los usuarios son inexpertos). Por lo que habrá que llegar a una solución de compromiso.
- **Gestión del contenido estática o dinámica:** si la frecuencia de actualización del contenido no es demasiado alta, una gestión estática de los mismos resulta más adecuada por ser más sencilla. Sin embargo, la gestión dinámica facilita la actualización frecuente de contenidos.
- **Síntesis de voz o mensajes pregrabados:** el TTS es más adecuado si se emplean contenidos dinámicos (de hecho, dependiendo de la aplicación, su uso puede resultar imprescindible) y en las fases preliminares del desarrollo. En el resto de casos, se emplearán mensajes pregrabados para los enunciados fijos de la versión final y TTS para los dinámicos. Es importante escoger una voz pregrabada similar a la sintetizada para que

el usuario no note la diferencia, pues podría llevarle a confusión o poner de manifiesto alguna limitación del sistema. Otra razón por la que evitar los procesos de TTS es el tema del tiempo de respuesta, ya que los procesos de TTS son más lentos que la reproducción de mensajes pregrabados.

- Comandos de navegación: hay que definir los comandos que utilizarán los usuarios para navegar por el flujo de la aplicación y qué comandos estarán disponibles en cada momento. Es imprescindible mantener la consistencia y la coherencia.
- Tratamiento de errores: el comportamiento interactivo debe estar dirigido a corregir un error en lugar de pasar al siguiente estado cuando aquél acontezca. Existen errores que son detectables por la aplicación y será el propio sistema el encargado de iniciar el proceso de tratamiento del error. Sin embargo, hay errores que ocurren sin el conocimiento del sistema, y es en estos casos en los que el usuario debe señalar que se ha producido una situación excepcional. Una buena estrategia consiste en que él usuario deje de utilizar la voz como mecanismo de interacción con el sistema y pase a emplear tonos DTMF, o bien forzar la transferencia con un interlocutor humano, en caso de ser posible.
- Interrupción del servicio: permite al usuario interrumpir el servicio mientras se le está enunciando una lista de alternativas. Es una opción adecuada cuando se trata con usuarios familiarizados con el uso del sistema porque reduce el tiempo de interacción; sin embargo, no debe emplearse en entornos ruidosos por la mayor probabilidad de errores existente en estos ambientes.
- Personalización: hace referencia a que los usuarios habituales del sistema pueden adaptar el aspecto del servicio a sus preferencias personales. En estos casos, la complejidad del sistema aumenta puesto que se ven implicadas bases de datos para almacenar las preferencias de los usuarios. Sin embargo, el servicio prestado al usuario es de mayor calidad. Habrá que evaluar, en cada situación concreta, si esta mejora del servicio compensa la complejidad añadida que supone.
- Interfaz fija o dinámica:
  - Una interfaz dinámica es adecuada para usuarios expertos o habituales. En estos casos, los enunciados, las opciones de los menús y el estilo de los diálogos puede variar progresivamente.
  - Una interfaz fija es más conveniente cuando el usuario es ocasional.

### **3.9. Contac center**

Un Contact Center es una unidad operativa dotada de los sistemas tecnológicos adecuados para gestionar un gran número de contactos entrantes y salientes. Tradicionalmente, estos contactos se reducían a llamadas telefónicas (de ahí el nombre de Call Center), sin embargo, hoy en día, con el advenimiento de las tecnologías web y el desarrollo de las técnicas de CTI, el tipo de contactos manejados por un Call Center se ha ampliado a correo electrónico, chat, cobrowsing, voz sobre IP; fax, etc. Es por esta razón que los Call Centers han pasado a denominarse Contact Centers. En cualquier caso, el objetivo final es ofrecer un servicio de valor añadido a la relación que mantiene la empresa con sus clientes.

#### **EVOLUCIÓN HISTÓRICA**

La evolución que han seguido las redes de voz corporativas en general, y los *Call Centers* en particular, suele analizarse estableciendo un paralelismo con la evolución de las redes informáticas. Como veremos, llama la atención la velocidad a la que han avanzado estas últimas respecto al paso al que corren las primeras.

Recordemos brevemente la evolución acontecida en las redes de datos. En los últimos años, se ha pasado de los viejos sistemas basados en *mainframes*, caracterizados por un gran ordenador central al que se conectaban multitud de terminales con escasa (o nula) capacidad de

proceso, a los modernos sistemas de procesamiento distribuidos de arquitectura cliente /servidor. La principal consecuencia es que el grueso de la inversión ha pasado a centrarse en el *software* en lugar de en el *hardware*. Estos cambios han aparecido gracias a la proliferación del PC, aunque tampoco debemos olvidar la definición de arquitecturas abiertas cuyo objetivo es asegurar la interoperabilidad entre productos de distinta procedencia.

Si nos centramos ahora en las redes de voz, veremos la similitud de la que hablábamos. Hasta no hace mucho tiempo (de hecho, existen todavía gran cantidad de instalaciones de este tipo), los sistemas telefónicos corporativos constaban de una PBX, los teléfonos de los usuarios bajo control de la misma y otra serie de módulos opcionales incluidos externamente y que aportaban funcionalidades adicionales (ACD, IVR, sistemas de grabación, etcétera). En la Figura 3.22 puede observarse el parecido con la arquitectura basada en mainframe.

Sin embargo, esta situación empezó a cambiar con la aparición de las tecnologías de integración de voz y datos y las aplicaciones CTI. En este tipo de solución, mostrada en la Figura 3.23, se tiende a incorporar todos los módulos adicionales en forma de *software* ya establecer mecanismos de control de la red de voz desde la red de datos y viceversa.

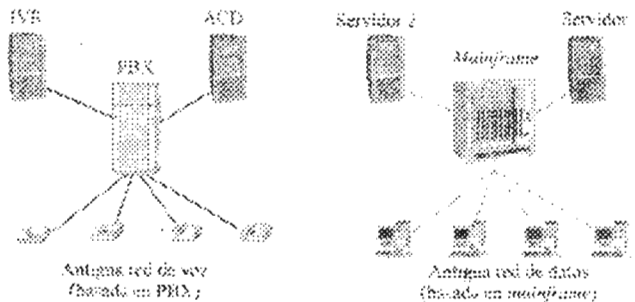


Figura 3.22 Comparación entre las arquitecturas de las redes de voz y las redes de datos

El último paso de esta evolución son las redes multiservicio, en las que tanto la voz como los que viajan por la misma red hacen uso de una única infraestructura. Aplicado a los *Contact Centers*, se traduce en dotar a los puestos de operador del centro de todas las funciones típicas (encaminamiento inteligente, aplicaciones CTI, etc.) junto con la gestión de contactos multimedia, utilizando como soporte una red IP o, en general, una red de voz sobre paquetes, dando lugar a lo que se ha dado en llamar *IP Contact Center (IPCC)*.

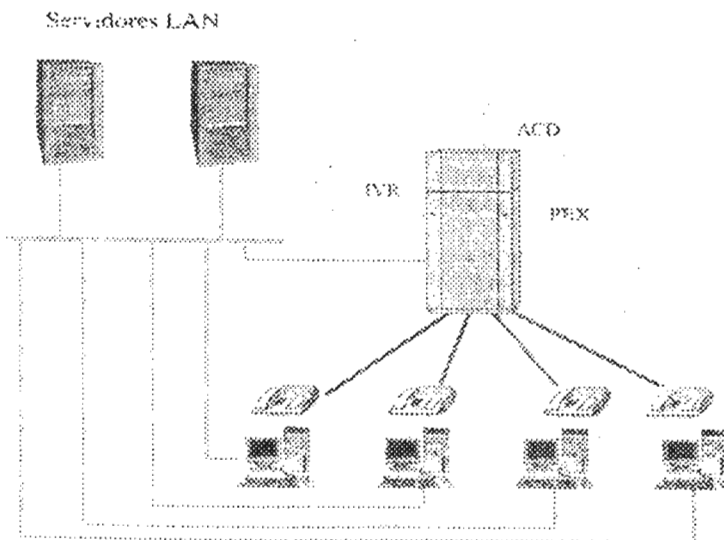


Figura 3.23 Nuevos modelos de redes de voz y redes de datos.

### **3.10. CANALES DE COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE**

Cada vez con mayor urgencia, las empresas de todos los tamaños centran sus esfuerzos en mejorar sus canales de comunicación, tanto dentro de la propia organización, como, y sobre todo, con el entorno externo a la misma (clientes, distribuidores, proveedores, etc.). Esta política es debida, entre otras, a las siguientes causas:

- Necesidad de mejorar el servicio al cliente: con la globalización del mercado y de la competencia, la verdadera diferenciación entre empresas es el nivel de servicio prestado al cliente, un cliente que cada vez emplea más todas las nuevas tecnologías del mercado y que requiere una atención mucho más personalizada. Por esta razón, el punto de contacto entre la empresa y el cliente se vuelve crítico.
- Camino para mejorar la productividad: el esfuerzo por alcanzar las mismas metas con los mismos o menores costes de personal exige que los contactos se traten de forma más rápida y efectiva. Es aquí donde la automatización de procesos de las nuevas tecnologías mejora la productividad.
- Paso hacia una corporación distribuida: las últimas tendencias en la estructuración de las empresas apuntan hacia la distribución de sus tareas de varias formas. La clave para el éxito es asegurarse de que todas estas partes se comuniquen de forma efectiva entre sí.

Todas estas razones han hecho que sea necesario ampliar el número y el tipo de canales de comunicación con el cliente a la vez que se unifica el manejo de los mismos y de toda la información que se posee de dichos clientes dentro de la corporación. En definitiva, el *Call Center* debe evolucionar para poder interactuar con los clientes por diferentes medios. Es así como surgen los actuales *Contact Center* que soportan múltiples canales de comunicación con los clientes. Un *Contact Center* ofrece mayores ventajas competitivas que el tradicional *Call Center*; como son:

- Mayor libertad y posibilidad de contacto con los usuarios.
- Mejor y más amplia gama de servicios.
- Mayor nivel de calidad.
- Mejor integración con los procesos de negocio de la compañía.
- Visión global de la interacción con los clientes.

En un centro de este tipo, la comunicación con el exterior se lleva a cabo a través de diferentes medios, que son:

- Teléfono convencional: el cliente y el agente mantienen una conversación telefónica convencional. Se pueden presentar dos situaciones:

- Llamada iniciada por el cliente: es el propio cliente el que llama al centro para realizar una transacción. La llamada es distribuida por el ACD previo paso, generalmente, por un IVR que actúa como frontal. Existe una variante de esta modalidad llamada *call back* que consiste, básicamente, en que el cliente solicita que sea el propio sistema el que le llame. De este modo, es la empresa propietaria del centro la que soporta los costes de la comunicación. El *call back* tiene su máximo exponente en la *web*. El *web call back* permite que cualquier usuario de Internet sea llamado automáticamente por un agente conectado al sistema, simplemente rellenando un formulario de una página *web* solicitando información sobre un servicio o un producto en particular. A continuación se describe un ejemplo de funcionamiento de este módulo:

- El cliente, a causa de un excesivo tiempo de atención por las propias exigencias del producto o por su trabajo, puede demandar, si el supervisor del sistema decide activar tal funcionalidad, ser rellamado a una hora y en una fecha determinada.
- Un servicio *software* se encarga de enviar la información obtenida del formulario al *Contact Center* destino, almacenándose ésta en una base de datos.

- Cuando llega la hora de la cita con el cliente, la demanda se añade a la cola multimedia del ACD con el nivel apropiado de prioridad. Se inicia entonces un tiempo de espera hasta que quede un agente libre. Durante dicho tiempo es posible enviar al cliente una serie de contenidos multimedia especialmente adaptados a su perfil con el fin de llenar el tiempo de espera y proporcionar, quizá, la solución al problema del cliente (aumentando así la productividad, pues el agente podrá dedicarse a otro cliente).
- La llamada se cursa como cualquier otra llamada de su nivel de prioridad, y un operador atenderá al cliente.
  - Llamada iniciada por el sistema: puede ocurrir que sea el propio sistema el que genere las llamadas automáticamente. Este modo de contacto se analizará posteriormente en el apartado dedicado a marcadores predictivos.
- Fax: se pueden crear aplicaciones de fax de dos formas:
  - *Fax Rack*: el documento es enviado a un número de fax que puede estar definido tanto en los datos del cliente como durante una solicitud mediante una aplicación IVR. Los costes telefónicos asociados al envío del fax serán soportados por el sistema.
  - Fax bajo demanda: el documento es enviado utilizando la llamada del cliente, por medio de un menú de voz que permite seleccionar el documento que se desea recibir. Así, la llamada telefónica ha de hacerse desde un fax o desde una línea conmutable a fax. En este caso, el cliente pagará los costes de teléfono asociados al envío del fax.

-Tecnologías *web*: permiten aun navegante ponerse en contacto con un agente a través de un sitio *web*.

- Correo electrónico: existen productos que permiten gestionar de forma inteligente y masiva la recepción y emisión de correos electrónicos, al igual que hace el ACD con las llamadas telefónicas. Estos productos también ofrecen informes para llevar a cabo un seguimiento sobre las respuestas a los clientes. También es posible disponer de respuestas automáticas o semiautomáticas. Estas últimas consisten en respuestas genéricas que requieren la revisión y el cumplimentado de datos por parte del agente antes de ser enviadas. De este modo, se reduce el tiempo empleado en escribir el correo y se aumenta la productividad. Finalmente, existen aplicaciones que llevan a cabo una búsqueda en una base de datos de conocimiento de la que extraen las respuestas más apropiadas para cada tipo de correo.
- Telefonía por Internet: este mecanismo de contacto permite al cliente hablar con un agente mientras el cliente está todavía navegando por el sitio *web* del centro. Ello es posible gracias a la tecnología de VoIP.
- *Web Chat*: el *chat* en tiempo real tiene la ventaja de que resulta familiar y cómodo a los usuarios de la *Web* y de que proporciona una respuesta instantánea. En este caso, es posible fijar una serie de parámetros que determinen cuándo un agente debe establecer la sesión de *chat* con el cliente (por ejemplo, si este último ha realizado una compra superior a 300 euros).
- *Cobrowsing*: consiste en que los agentes y los clientes sincronizan automáticamente sus navegadores de modo que pueden moverse por el sitio *web* juntos. Esto permite que el agente pueda guiar al cliente en su búsqueda de información, toma de decisión e incluso a la hora de rellenar formularios.

Existen dos modalidades de *cobrowsing*, que son:

- *Pushed cobrowsing*: el agente sincroniza su navegador con el cliente y lo guía por el sitio *web* de tal suerte que el agente es quien decide las páginas que se cargan en el navegador del cliente al que está sirviendo.

- *Fun cobrowsing*: el agente dispone de total libertad para controlar el escritorio del cliente. Este tipo de *cobrowsing* resulta muy adecuado cuando las tareas de soporte técnico de clientes implican cambios en la configuración del PC del cliente, ya que es el propio agente el que los puede llevar a cabo de forma remota.

-Servicios móviles:

- **SMS (Short Messaging System)**: a pesar de que se suele emplear en el ámbito de los contactos salientes (una campaña de *telemarketing* o para informar al cliente sobre algún aspecto de su cuenta, por ejemplo) en los que se envía un mensaje al móvil del cliente, también es posible encontrar aplicaciones de contactos entrantes en las que, por ejemplo, el cliente envía un mensaje solicitando que se le llame (*SMS can back*).
- **Navegación WAP (Wireless Access Protocol)**: consiste en el acceso al sitio web del *Contact Center* a través del móvil utilizando para ello un protocolo específico. Hay que tener en cuenta las limitaciones impuestas por el terminal en cuanto a tamaño de la pantalla, colores, etc.

### **3.11. ACD**

Un ACD es un elemento *hardware* o *software* que, basándose en la información del contacto (ANI, DNIS, etc. en el caso de las llamadas) o a través de un IVR, encamina dicho contacto hacia otro elemento que le dará servicio. Generalmente, este último elemento es un agente de un *Contact Center* aunque podría ser un fax, un buzón de voz, otro IVR, etc. En definitiva, el ACD gestiona los haces de líneas, las estaciones de agentes y cualquier otro sistema que se integre con el propio ACD.

Tradicionalmente, las siglas ACD se han venido empleando para referirse a un distribuidor automático de llamadas (ACD, *Automatic Call Distributor*). En sus comienzos, los ACD no eran más que sistemas muy simples que enviaban las llamadas a los agentes que no estaban ocupados. Sin embargo, tal ha sido su evolución que hoy en día se han convertido en plataformas capaces de encaminar cualquier tipo de contacto (SMS, *chat*, correo electrónico, etc.) basándose en gran cantidad de parámetros hasta el punto de que las siglas ACD han pasado a ser el acrónimo de *Automatic Communication Distributor*. Así, se distinguen varios tipos de ACD, en función de los criterios escogidos para distribuir las llamadas entre los agentes:

- **ACD basado en prioridad**: es el más simple de todos, consiste en identificar a los clientes de alto valor estratégico y asignar a su llamada una elevada prioridad, de manera que ocupe uno de los primeros lugares en la cola de llamadas. En este caso, el ACD debe reconocer el número entrante, consultar una base de datos como paso previo a enviar la llamada a un agente y actuar en consecuencia. Otra opción es encaminar la llamada basándose en un PIN (*Personal Identification Number*) o en un número de cuenta de usuario obtenido a través de un IVR. También es posible encaminarla en función del número que el cliente esté marcando. Éste sería el caso de que, por ejemplo, se tuviera un número dedicado para ventas y otro para diferentes tipos de servicio.
- **ACD basado en las aptitudes de los agentes**: se trata de enviar la llamada a los agentes con el perfil más adecuado así como el historial del cliente llamante, con el fin de optimizar la calidad de servicio prestada a dicho cliente. Por ejemplo, supongamos un centro de llamadas en el que existe un agente especialista en un cierto departamento (pongamos, cuentas nacionales). Si un cliente llamara y ese agente no estuviera disponible, la llamada sería transferida de manera automática e instantánea a otro miembro del departamento de cuentas nacionales transparentemente al llamante. En el caso de no haber ningún agente libre en este departamento, se le podría dar al cliente la opción de dejar un mensaje de voz o bien de hablar con algún otro agente asignado a otro departamento.
- **ACD basado en eventos**: permite que las llamadas se encaminen en función de las circunstancias. Por ejemplo, supongamos que un cliente no muy importante para la empresa realiza una llamada y que es enviado al final de la cola, siendo su llamada marcada como de muy baja prioridad. Sin embargo, si ese mismo individuo llamara repetidas veces en el transcurso de varios días, podría significar que requiere de un agente mucho más capacitado (es decir, cada vez que llamara habría que darle una prioridad más alta). Los ACD de este tipo son capaces de detectar estos cambios en el patrón de llamadas y encaminarlas adecuadamente. Otra aplicación de este tipo de ACD sería la siguiente. Supongamos que un cliente que acaba de enviar un pedido tras haber hablado con un agente, y que llama tras un breve periodo de tiempo. En lugar de encaminar la llamada según el método convencional (a cualquier agente), el ACD concluye que la



rellamada está relacionada, muy probablemente, con la primera interacción con el cliente y envía al llamante, con una prioridad muy alta, al agente que le atendió la primera vez.

- ACD multimedia: es el más avanzado de todos y puede emplear todas las filosofías de encaminamiento anteriores. En el contexto de un ACD multimedia, se considera llamada cualquier forma de contacto (un correo electrónico, un fax, una petición de *call-back*, una llamada telefónica propiamente dicha, etc.) y todas ellas se gestionan en una sola cola integrada.

Entre los beneficios que aporta un ACD, se encuentran:

- Aumento de la productividad de los agentes, puesto que éstos sirven las llamadas entrantes procedentes de la cola.
- Mejora de la calidad de servicio percibida por el llamante, puesto que es encaminado al centro de llamadas con la cola más corta, y esperan allí hasta que haya algún agente disponible. Aunque el tiempo de espera puede ser elevado, esta aproximación es preferible a tener que reintentar la llamada por falta de recursos.
- Recopilación de datos de llamadas, que permiten al administrador del sistema determinar patrones de llamadas, la longitud media de las colas, los tiempos medios de espera, etcétera. De esta forma, es posible planificar el número de agentes óptimo para cubrir los niveles de calidad requeridos.

En el manejo de interacciones en un *Contact Center* pueden darse dos situaciones:

- Varios agentes disponibles para gestionar una interacción: se corresponde con la situación que se produce cuando una nueva interacción llega a la cola ACD y existen varios agentes disponibles para gestionarla. Este contacto se procesa de la siguiente manera (ver Figura 3.24):

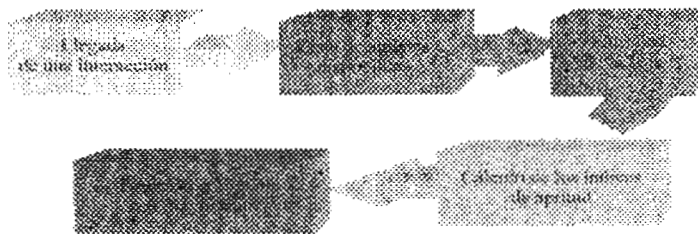


Figura 3.24 Varios agentes disponibles para procesar una interacción

- Llegada de una interacción: cada vez que llega una nueva interacción, se evalúa y se envía a la cola apropiada, donde se le asigna una prioridad y unos requerimientos de aptitud para los agentes que la traten.
- Generación de la lista de agentes disponibles: todos los agentes disponibles se añaden a una lista de agentes susceptibles de manejar la interacción.
- Filtrado de la lista de agentes: en el primer paso, se asignaron unos requerimientos mínimos de aptitud a la interacción entrante. Basándose en este criterio se realiza un filtrado de la lista de agentes disponibles eliminando a los agentes que no cumplan los requisitos mínimos. Por ejemplo, si la interacción requiere de un agente con aptitudes para el inglés de 50, todos los agentes con un nivel de aptitud menor se descartan en este paso. También es posible filtrar empleando un intervalo de niveles de aptitud en lugar de un umbral mínimo.
- Cálculo de los índices de aptitud de los agentes: este cálculo se efectúa aplicando una fórmula (que veremos más adelante) en la que se ponderan aspectos tales como las habilidades relacionadas con la interacción, el coste del agente, el tiempo transcurrido desde que el agente trató su última interacción y otros criterios definidos por el administrador del sistema.
- Se elige el agente con mayor índice de aptitud para gestionar la interacción. En caso de que existieran dos o más con la misma puntuación, es posible escoger un agente de forma aleatoria o basándose en cualquier otro criterio.



- Varios contactos esperando ser gestionados: en este caso, existen varias interacciones esperando en la cola ACD y un agente pasa a estar disponible. El esquema de procesamiento es el mostrado en la Figura 3.25:

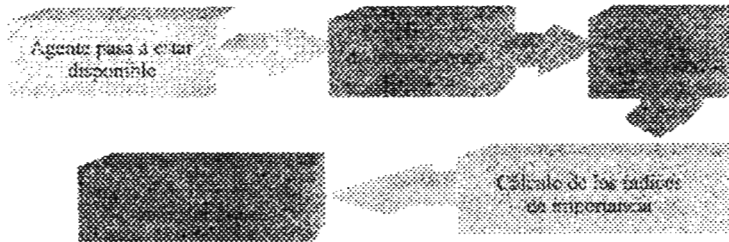


Figura 3.25 Varias interacciones esperando ser atendidas por un agente

- Un agente pasa a estar disponible, bien por haber finalizado otra interacción o bien por haber entrado por primera vez en el sistema. En cualquier caso, el agente está disponible para manejar una interacción.
- Generación de una lista de interacciones en espera: el sistema forma una lista con las interacciones que están esperando a ser contestadas en la cola ACD. A cada una de estas interacciones se les asignó una prioridad y un nivel mínimo de habilidades de los agentes cuando entraron en la cola ACD.
- Filtrado de la lista de interacciones: las interacciones caracterizadas por un nivel de aptitud mayor que el del agente se eliminan de la lista de interacciones, puesto que el agente no está capacitado para tratarlas.
- Cálculo de los índices de importancia de la interacción: el sistema calcula la importancia de la interacción considerando aspectos como las habilidades del agente que la gestionará, la prioridad de la interacción, el tiempo que la interacción lleva esperando en la cola ACD y el tiempo que la interacción lleva en el sistema.
- Finalmente, se conecta al agente con la interacción de mayor nivel de importancia.

### Pautas de elección

A la hora de elegir un ACD, es recomendable analizar con cierto detalle los siguientes puntos:

- Posibilidad de monitorizar constantemente y en tiempo real todos los parámetros del sistema, tales como duración media de las llamadas, llamadas perdidas, tasa de abandonos, tiempo medio de espera antes de encontrar un agente libre, etc.
- Alta capacidad de integración con otras aplicaciones CTI: si se desean funcionalidades complejas (como el enrutamiento basado en perfil o la identificación del usuario llamante), es necesario que el ACD se integre con otro tipo de aplicaciones, tales como bases de datos.
- Soporte de criterios de encaminamiento avanzados.
- Integración con IVR.
- Integración con *software* de *help-desk* y CRM (*Customer Relationship Management*).
- Encaminamiento a números externos, sobre todo para clientes VIP (de este modo, podrían estar atendidos por la misma persona las 24 horas del día).
- Dimensionamiento adecuado a las necesidades de crecimiento a corto e incluso a medio plazo. Todos los ACD tienen limitaciones en términos de tráfico, procesadores, memoria y puerto de línea y/o líneas troncadas. Por otra parte, resulta más barato incrementar la capacidad del sistema en el dimensionamiento inicial que llevar a cabo una reingeniería del sistema una vez que éste ya se encuentra en explotación.
- Los ACD suelen ser sistemas complejos, por lo que es recomendable asegurarse de que la empresa fabricante disponga de un buen servicio de mantenimiento y soporte a clientes.

### **3.12. MARCADORES AUTOMÁTICOS**

La marcación automática consiste, básicamente, en hacer llamadas salientes de forma automatizada, maximizando así el tiempo de atención del operador. En concreto, las llamadas se realizan obteniendo de la base de datos el número a llamar y todo tipo de información adicional disponible (hora y día de la futura llamada, el grupo de operadores que tiene que atender la llamada, prioridad, etc.). Todas las llamadas que hayan resultado fallidas porque la línea esté ocupada, no haya respuesta, conteste un fax, etc., se descartan o se desvían, y sólo las llamadas respondidas se transfieren a un operador humano. Cada llamada actualiza la base de datos que contiene toda la información del cliente llamado. Se dispone de diversas posibilidades de implementación:

- Marcación por previsualización /progresiva: proporciona un servicio de marcación automática del número de teléfono, y gestiona el reconocimiento de fallos y, en su caso, las rellamadas. Su limitación se debe al hecho de que sólo realiza una llamada saliente cuando hay un operador disponible. Existen dos modalidades, que son:

- La versión de previsualización permite ver el número al que se llama, y aceptar o no la conexión. Es decir, se da al agente la posibilidad de aceptar o cancelar la llamada.
- La versión progresiva provee, por el contrario, un mecanismo para no requerir aceptaciones. La llamada se realiza independientemente de la voluntad del agente.

- Marcación predictiva /intensiva: ofrece la posibilidad de generar más de una llamada saliente por cada operador disponible. El motor de marcación considera una serie de parámetros estadísticos sobre las llamadas fallidas y, en consecuencia, define cuántas llamadas salientes puede realizar en paralelo por cada agente libre. Al igual que en el caso anterior, hay dos variantes:

- En la versión predictiva, un complejo algoritmo calcula, de acuerdo a la duración media de la llamada y su varianza, la probabilidad de que un agente quede disponible y empieza, en ese momento, a llamar con un adelanto variable dependiendo del tiempo medio necesario para contactar con el cliente.
- La versión intensiva permite realizar muchas llamadas salientes por cada operador disponible, suponiendo que muchas de esas llamadas serán fallidas.

#### **Marcación predictiva**

Los marcadores predictivos trabajan con una lista de números de teléfono de clientes o clientes potenciales, marcando automáticamente cada uno de ellos y pasando la llamada al agente Únicamente en el caso de que se encuentre en el otro extremo (número del cliente) un interlocutor humano.

Mediante el empleo de algoritmos inteligentes detectan cuando un agente acaba de servir una llamada y, por tanto, queda libre. En ese momento, lanzan una nueva llamada y la envían a dicho agente tan pronto como ésta es contestada por alguien. Estos algoritmos son capaces de detectar el número de líneas telefónicas disponibles, el número de operadores libres y la duración media de cada llamada. Obviamente, es necesario asegurar que siempre habrá, al menos, un agente libre antes de lanzar una nueva llamada.

Existen dos tendencias en cuanto a marcadores predictivos se refiere:

- *Call blending*: consiste en enlazar el marcador con el ACD de modo que si los agentes que normalmente se dedican a servir llamadas entrantes están libres más de un cierto tiempo X, pasan a estar disponibles para manejar las llamadas salientes y tan pronto como el volumen de llamadas entrantes vuelva a ser considerable, dichos agentes volverán a su función habitual. El proceso es idéntico para los agentes que atienden las llamadas salientes: si el tráfico entrante sobrepasa un nivel predeterminado, los agentes salientes pasan a trabajar con llamadas entrantes.
- Colas multimedia: una tendencia mucho más avanzada consiste en incorporar la marcación predictiva en los *Contact Centers* multimedia. Este tipo de centros manejan cualquier tipo de forma de contacto, ya sean llamadas telefónicas tradicionales, correos electrónicos, peticiones de *chat* a través de la *web* o faxes.

Desde el punto de vista de la arquitectura del sistema, es necesario resaltar que los marcadores predictivos suelen corresponderse con sistemas *hardware* altamente propietarios. Sin embargo, no es menos cierto que últimamente se están impulsando soluciones más abiertas basadas en sistemas cliente /servidor bajo Windows. También es posible emplear un marcador predictivo en una red WAN, permitiendo la realización de campañas de llamadas en las que participen varias delegaciones.

La principal ventaja de los marcadores predictivos es la mejora en la eficiencia de las operaciones salientes de varias maneras, entre las cuales cabe destacar:

- Automatizan el proceso de realización de llamadas de manera que los agentes no necesiten marcar los dígitos directamente desde su teclado.
- Detectan la respuesta de un contestador automático, las señales de ocupado, los tonos de llamada y otras señales que indican cuándo en el otro extremo existe un interlocutor humano o no.
- Seguimiento de la campaña en tiempo real (tarea ésta imposible de realizar manualmente) borrando los registros correspondientes a las llamadas realizadas con éxito, fallidas, etc.
- Control flexible de los agentes, puesto que es posible asignar un mismo agente a varias campañas simultáneamente.
- Integración con el ACD (*call blending*).
- Control total sobre las campañas, ya que es posible especificar aspectos temporales de la marcación predictiva, incluyendo cuánto tiempo disponen los agentes tras cada llamada (tiempo auxiliar o tiempo de WAC o Work Alter Call), el tiempo máximo que debe transcurrir entre que se encuentra un interlocutor humano y éste es puesto en contacto con un agente, el tiempo entre llamadas no exitosas al mismo número, etc.

### **3.13. INGENIERIA DE CONTACT CENTERS**

El dimensionamiento de un *Contact Center* es el proceso por el cual se determinan los recursos necesarios para su implementación.

Tradicionalmente, se han venido utilizando dos técnicas a la hora de planificar los recursos necesarios para implementar un *Contact Center*, que son:

- Cálculos basados en valores medios y estimaciones: en este tipo de cálculos, se suele considerar la duración de las llamadas uniforme y que cada agente es capaz de atender un determinado número de llamadas o contactos por turno. En ocasiones, el cálculo se modifica reduciendo el tiempo dedicado por cada agente a la atención del contacto a fin de tener en cuenta el tiempo que el agente no está disponible por situaciones no contempladas en la programación de los turnos. El resultado que se obtiene es un límite superior del número de llamadas que pueden ser atendidas por el centro, asumiendo que todas las llamadas son de un solo tipo.

Este enfoque resulta extremadamente limitado al no considerar la variabilidad existente en las duraciones de las llamadas ni en los patrones de llegada de las mismas, por lo que es de escasa utilidad a la hora de diseñar, rediseñar y planificar un *Contact Center*.

- Modelos de Erlang: tienen en cuenta de manera explícita la variabilidad de los patrones de llegada y duración de las llamadas. Estos modelos se utilizan con frecuencia para determinar cuántos agentes se necesitan para alcanzar un determinado nivel de servicio.

Los modelos de Erlang aportan un mayor realismo, sin embargo introducen una serie de simplificaciones que resultan clave en los *Contact Centers* actuales, y que son:

- Todas las llamadas son del mismo tipo.
- Todos los agentes pueden atender las llamadas con la misma rapidez.
- Las tasas de abandono son conocidas e independientes del tiempo que el cliente está en espera.
- La disciplina de servicio de las colas es FIFO (*First In, First Out*).

Estos supuestos no son válidos para un *Contact Center* por las siguientes razones:

- Habitualmente, se reciben llamadas de diversos tipos que, además, sólo pueden ser atendidas por determinados agentes.
- Algunos tipos de llamadas recibirán atención y servicio con prioridad respecto a las otras.
- Diferentes tipos de llamada tienen asociados distintos niveles de complejidad y serán atendidas por agentes con distinta capacitación, lo que influye en el tiempo de atención de la llamada.
- La tasa de abandono real viene determinada por el número de agentes del centro y la variedad de los niveles de capacitación de dichos agentes.

Por todo ello, los métodos tradicionales, si bien proporcionan una buena aproximación, no se pueden utilizar para el diseño de los modernos *Contact Centers*. En esos casos, debemos recurrir a la planificación por simulación.

La simulación es el proceso de crear un modelo del *Contact Center* y analizar los resultados y el comportamiento de dicho modelo bajo diferentes condiciones. Los modelos de simulación proporcionan resultados vitales para comprender el funcionamiento del *Contact Center* al considerar niveles de servicio para los diferentes tipos de llamada y diferentes periodos de tiempo, tasas de abandono distintas para los diferentes tipos de llamada y diferentes periodos de tiempo y el grado de utilización de los agentes para los diferentes tipos de llamada y diferentes periodos de tiempo.

El empleo de técnicas de simulación introduce grandes mejoras en el proceso de planificación de un *Contact Center* puesto que permite salvar la complejidad de las operaciones involucradas en la ingeniería de este tipo de sistemas. Además, la aparición de *software* de simulación específico ha contribuido también al auge de su uso como herramienta de diseño.

No obstante, en este apartado se describe el proceso de ingeniería de un *Call Center*, mucho más fácil de estudiar al estar basado en los tradicionales modelos de Erlang, que se describen en el apartado siguiente. Existen varios modelos de tráfico que pueden usarse para estimar el número de líneas requeridas en una red, entre una central pública y una red privada, etc. Además, también se pueden modelar los procesos de espera, siendo también capaces de estimar el número de agentes de un *Call Center* de forma aproximada.

## Modelos de Erlang

Los principales modelos de Erlang son los siguientes:

- **Erlang B:** es el modelo de tráfico más conocido, y se usa para calcular el número de líneas necesarias en un enlace sabiendo el tráfico en Erlangs durante la hora más cargada. El modelo supone que todas las llamadas bloqueadas desaparecen automáticamente.
- **Erlang B extendido:** este modelo es similar al de Erlang B, pero tiene en cuenta que un porcentaje de llamadas vuelven a intentar entrar en el sistema si son bloqueadas (reciben señal de ocupado). Por tanto, se puede incluir en los cálculos el porcentaje de reintentos.
- **Erlang C:** este modelo supone que todas las llamadas bloqueadas permanecen en el sistema hasta que son atendidas. Erlang C puede aplicarse al diseño del número de agentes de un *Call Center* cuando, si las llamadas no se atienden inmediatamente, entran en una cola. Éste podría ser el caso de un ACD.

Los modelos de tráfico de Erlang B y C asumen ciertas suposiciones sobre la naturaleza de las llamadas entrantes. Entre ellas está la de que las llamadas que llegan de manera aleatoria, siguiendo una distribución de Poisson. Aunque esto es bastante razonable en la mayoría de las aplicaciones, puede causar resultados incorrectos cuando existen picos repentinos de llamadas.

Este tipo de picos puede producirse, por ejemplo, al emitirse un anuncio en radio o televisión (lo que a veces puede ser la razón misma de la existencia del *Call Center*). Cuando se esperan grandes picos de llamadas, siempre debería realizarse un sobredimensionamiento tanto de los agentes como de las líneas troncales, con tal de preservar la calidad de servicio en estos casos.

El modelo de tráfico de Erlang C no tiene en cuenta las llamadas abandonadas, pero si el *Call Center* se ha dimensionado correctamente, esto no debería ser un problema. En este caso, sí que podría causar un problema cuando se trate de utilizar Erlang C para analizar un *Call Center* existente con una baja calidad de servicio. Dicho esto, pasamos a describir con detalle el proceso de diseño de un *Call Center*:

### Descripción del proceso de diseño

Hay dos áreas distintas relacionadas con el diseño de *Call Centers*:

- Número de agentes necesarios.
- Número de líneas troncales necesarias.

Puesto que los tiempos de espera de las llamadas dependen de los tiempos medios en cola (que, a su vez, son función del número de agentes disponibles), las dos cuestiones deben resolverse en el orden reseñado.

El cálculo del número de agentes es un proceso continuo que requerirá reajustes regulares según cambien las circunstancias del *Call Center*. La evaluación es conveniente hacerla atendiendo a cada hora de trabajo de un día, y debería contemplar factores como campañas de *telemarketing* y picos diarios de llamadas.

Para estimar el número de agentes requeridos en una determinada hora, como mínimo, es necesario conocer la siguiente información relativa a esa hora:

- Número de llamadas recibidas: hace referencia al volumen de llamadas que se desea ser capaz de manejar.
- Duración media de esas llamadas: es el tiempo total que el agente emplea en contestar la llamada y en realizar tareas adicionales ala atención del cliente. Por ello, deberemos considerar, en este punto, el tiempo de trabajo tras llamada, que es el tiempo utilizado para llevar a cabo tareas administrativas relacionadas con la llamada después de que ésta haya finalizado, como enviar un pedido, etc. A efectos del modelo de Erlang C, el tiempo de trabajo tras llamada debería incluirse dentro del tiempo medio de la llamada.
- Tiempo medio de espera que se admite para las llamadas entrantes.

Los dos primeros parámetros describen el nivel de tráfico entrante y deben establecerse a partir de las estadísticas de llamadas o de estimaciones basadas en la experiencia previa. El tercer parámetro es el criterio de calidad para la atención del centro. Otro criterio de calidad que puede utilizarse define la atención de una llamada en función del tanto por ciento de llamadas contestadas dentro de un tiempo en cola determinado (por ejemplo, el 85 por 100 de llamadas contestadas en menos de 20 segundos). Este último parámetro puede ser más significativo.

Una vez determinados estos tres parámetros para una hora concreta, se puede realizar ya una estimación del número de agentes necesarios usando el Modelo de Tráfico de Erlang C. El número de agentes requeridos debería ser dinámico y diferente de una hora a otra. Por el contrario, el número de líneas que interconectan un *Call Center* con la red telefónica es fijo (al menos según la tecnología tradicional de circuitos conmutados) y debe resistir los niveles máximos de tráfico esperado.

Para estimar el número de líneas necesarias puede usarse el modelo de tráfico de Erlang B. Este modelo de tráfico requiere conocer los siguientes parámetros:

- Tráfico en hora cargada (BHT, *Busy Hour Traffic*): representa la cantidad de tráfico expresada en Erlangs. A efectos de cálculo, 1 Erlang puede considerarse equivalente a 1 hora completa de llamadas.

En este caso, el tiempo de trabajo tras llamada no se tiene en consideración. En la obtención del número de líneas, el tráfico en la hora cargada debe basarse en la duración de las llamadas y en los tiempos en cola, ya que éstos cuentan en la ocupación del enlace pero el tiempo de trabajo tras la llamada no ocupa la línea.

El parámetro del tráfico en hora cargada se calcula a través de la expresión:

$$BHT = (T + W) \cdot \frac{N}{3.600}$$

Donde:

- **BHT**: nivel de tráfico en la hora cargada (Erlangs).
- **f**: duración media de la llamada (segundos).
- **W**: tiempo medio de espera (segundos).
- **N**: llamadas recibidas en una hora.

La cifra resultante muestra la ocupación total de los enlaces en horas, incluyendo el periodo medio de espera durante el cual las llamadas están en la cola del ACD y, por tanto, ocupando las líneas.

Es importante notar que el tráfico en hora cargada debería representar la carga más alta de tráfico que el *Call Center* podrá soportar. La capacidad del grupo troncal que se diseñe debe ser suficientemente grande para admitir no sólo el flujo máximo de un día en concreto, sino el flujo máximo de entre los picos diarios. Por tanto, al calcular el BHT se debe llevar la mayor precaución posible.

- Bloqueo: la cifra de bloqueo sirve para modelar las llamadas que no pueden establecerse debido a la falta de líneas troncales. Un valor de 0,01 significa que el 1 por 100 de las llamadas serán bloqueadas por estar los enlaces ocupados; éste es un valor normal para usar en la ingeniería del tráfico. Para algunas aplicaciones se utiliza un valor de 0,03 (un 3 por 100).

### Erlang B extendido

El Modelo de Tráfico de Erlang B extendido se usa en el caso de que para estimar el número de líneas troncales requeridas, se desee tener en cuenta el tráfico adicional generado por las personas que, habiendo sido bloqueadas, inmediatamente tratan de volver a llamar. Es aconsejable utilizar este modelo de tráfico en los casos en que no haya rutas de desbordamiento alternativas para este tráfico. En este caso, hay que añadir un parámetro adicional a los dos necesarios para el modelo de Erlang B. Por tanto, las variables a tener en cuenta serán el tráfico en la hora cargada, la probabilidad de bloqueo y el factor de reintentos. Este último se define como el porcentaje de llamadas que intentan volver a llamar si su llamada ha sido bloqueada. Valores usuales para esta variable están entre el 40 y el 50 por 100.

## 3.14. ORGANIZACIÓN DE UN CONTACT CENTER

La organización de un *Contact Center* está basada en varios niveles de soporte, dependiendo de las características específicas de cada cliente. Aunque pueden existir más, generalmente se distinguen tres niveles funcionales que dependen de la capacitación de los agentes y que son:

- Nivel 1: los operadores constituyen el primer punto de contacto con el cliente. Se trata de personal capacitado para resolver incidencias a la vez que las recibe. Su formación cubre un nivel elemental en todas las áreas relacionadas con la operación básica del sistema. Las responsabilidades de los operadores de este nivel son:

- Recibir, almacenar, establecer un nivel de prioridad y asignar todas las llamadas que se produzcan dentro del horario establecido, actualizando las bases de datos del sistema cuando sea necesario.
- Realizar el seguimiento de las llamadas asignadas a él.
- Almacenar en la base de datos de conocimiento aquellos procedimientos y soluciones cuya eficacia haya sido probada.
- Proponer mejoras a los procedimientos de contacto de clientes, implementación de inventarios y generación de informes.

- Nivel 2: los operadores se encargan de solucionar (o escalar donde corresponda) los problemas detectados directamente por ellos mismos o automáticamente por las herramientas de gestión, así como los propagados desde el nivel 1. Poseen la capacidad necesaria para trabajar con las herramientas de análisis de los sistemas, análisis de los problemas y estudio de las tendencias de rendimiento.

- Nivel 3: es el nivel más especializado. Los operadores son responsables del seguimiento de los recursos y actuaciones desarrolladas y de resolver las incidencias que se le escalan.

La Figura 3.26 ofrece un diagrama de flujo en el que se recoge la división funcional descrita:

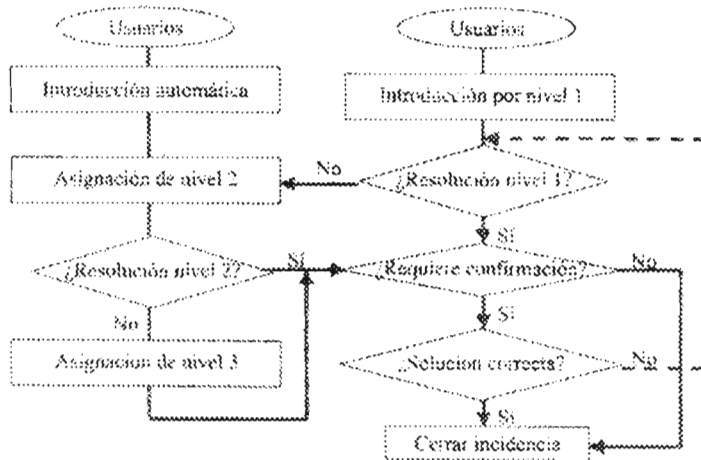


Figura 3.26. Organización de un Contact Center.

El diseño del proceso de atención debe procurar la disponibilidad inmediata del *Contact Center*, ya que el cliente debe poder contactar casi instantáneamente, puesto que los tiempos de espera se perciben mucho más largos cuando se está al teléfono y una espera demasiado larga podría llevarnos a perder dicho cliente. Otro aspecto en el que debe insistirse es en la finalización del proceso durante el contacto: las tareas *a posteriori*, por lo general, son fuente de errores. Finalmente, el obtener una elevada eficiencia de los agentes del centro depende, en gran medida, de la disponibilidad, por parte de los agentes, de las herramientas adecuadas para captar y suministrar toda la información que el cliente requiera.

En cuanto al personal del *Contact Center* existen dos aspectos fundamentales, que son la motivación y la formación. El responsable de un *Contact Center* tiene la misión de motivar al personal del centro, para lo cual debe contar con las habilidades propias de un líder, la formación adecuada y el soporte de ciertos elementos de gestión. Una buena motivación de los agentes se traduce en una mayor calidad en la atención al cliente. Por otra parte, los agentes deben recibir la formación adecuada sobre el proceso de contacto, cómo dirigir la comunicación con el cliente para acelerarla y las operaciones que deben realizar en cada momento.

### 3.15. CARACTERÍSTICAS DE LA MENSAJERÍA UNIFICADA

Los sistemas de comunicación internos y externos son críticos para una empresa que quiera sobrevivir en el entorno tan competitivo en que nos encontramos. De hecho, para muchas empresas, los sistemas de comunicaciones son un elemento clave para una diferenciación competitiva en su oferta de cara a los clientes y una mejora en sus procesos, a la vez que consiguen una mayor eficiencia y reducción de costes.

Tradicionalmente, los sistemas de mensajería se reducían a mensajes de voz; sin embargo, los recientes avances tecnológicos han permitido incorporar nuevas formas de interacción. Esta nueva aproximación recibe el nombre de mensajería unificada y, en sentido amplio, hace referencia a un único dispositivo que permite acceder a mensajes multimedia desde una interfaz integrada.

Un sistema de comunicaciones unificadas se caracteriza por los siguientes aspectos:

- Mensajería unificada: implica el abandono de los sistemas de mensajería vocal tradicionales basados en soluciones propietarias (*legacy systems*) y su sustitución por un sistema capaz de gestionar tanto mensajes de voz, como faxes y correos electrónicos (incluso algunos sistemas permiten el manejo de mensajes de vídeo), de modo que el usuario dispone de una bandeja de entrada única desde la que puede acceder a todos los tipos de mensaje.
- Acceso multimodo: el sistema ofrece varias modalidades de acceso, disponibles en cualquier momento y en cualquier ubicación, entre las que se encuentran:
  - Cliente de correo electrónico conectado a la red LAN corporativa.
  - Teléfono con marcación DTMF: los usuarios no sólo pueden acceder a los mensajes de voz a través del terminal telefónico, sino que, gracias a un módulo de síntesis de voz (*text-to-speech*), es posible leer los correos electrónicos y los faxes.
  - Navegador Web: lo que permite un acceso desde cualquier parte del mundo.
  - Dispositivo inalámbrico: empleando una PDA (*Personal Digital Assistant*) el usuario puede acceder a los mensajes del mismo modo en que lo haría desde el ordenador de su puesto de trabajo.
- Funcionalidades de calendario y planificación de citas: los usuarios pueden gestionar su agenda personal del mismo modo que la bandeja de entrada de su correo electrónico.
- Gestión de contactos: es posible acceder a información de contactos importantes en cualquier momento y en cualquier lugar.
- Gestión de presencia y mensajería instantánea: el sistema proporciona, en tiempo real, el estado de cualquier usuario de la organización (por ejemplo, si está de vacaciones o hablando por teléfono). Además, la mensajería instantánea permite enviar rápidamente mensajes cortos que abren una ventana de aviso (*pop-up*) en la pantalla del ordenador del destinatario.
- Número de localización y *call screening*: el sistema proporciona un único número de teléfono virtual empleado para localizar a los usuarios a pesar de que no se encuentren en su puesto habitual. Este número es programable y puede configurarse para llamar al usuario a su teléfono particular, al teléfono móvil, al teléfono del hotel si está en un viaje de trabajo, etc. Por otra parte, el *call screening* proporciona al usuario ciertos datos sobre el llamante que le permiten aceptar la llamada, desviarla a un buzón de voz o transferirla a otro usuario, por ejemplo.
- Gestión de la interacción en tiempo real: los sistemas de comunicaciones unificadas más avanzados permiten emplear la *Web* o una PDA para informar al usuario de todos los contactos que lo tienen a él como destino. Esta capacidad permite asegurar que no se pierden llamadas importantes.

Por otra parte, el poder disponer de un sistema que aproveche las sinergias derivadas de la gestión integrada de los mensajes de voz, fax y correo electrónico presenta un número importante de ventajas, entre las que se encuentran:

- Reducción de costes: un único sistema de comunicaciones unificadas requiere de una menor inversión que un sistema monolítico formado por un sistema de mensajería vocal, un servidor de fax y una plataforma de correo electrónico junto con algún tipo de *middleware* que los haga funcionar conjuntamente.
- Incremento de la productividad: con un sistema de comunicaciones unificadas, los usuarios emplean menos tiempo en acceder a los mensajes y más en dedicarse a las tareas que les son propias, puesto que pueden gestionar todos los tipos de mensajes desde un único



punto de acceso en lugar de tener que manejar una aplicación diferente para cada tipo de mensaje.

- Proceso de toma de decisiones más rápido: los sistemas unificados facilitan la interacción de los usuarios, la obtención de respuestas a preguntas y, por tanto, el alcance más rápido de una solución a cualquier tipo de problema.
- Mejora del servicio al cliente: una de las principales ventajas de cara a los clientes es el seguimiento de la persona adecuada para solucionar un problema dado, ya que mejora la disponibilidad del sistema.
- Fuerza de trabajo mejor informada: con un sistema de este tipo la información fluye más rápida y fácilmente siempre que se necesite, lo que, combinado con una buena tecnología de gestión del conocimiento, aporta grandes beneficios al funcionamiento interno de la organización.

### 3.16. ARQUITECTURA

Un sistema de comunicaciones unificadas debe implementarse sobre una arquitectura escalable consistente en los elementos que se muestran en la Figura 3.27 y que se describen a continuación:

- Plataforma de correo electrónico: el aspecto más importante de un sistema de este tipo es dónde almacenar los mensajes. En este sentido se dan dos posibilidades:

- Disponer de un repositorio separado para mensajes de voz, correos electrónicos y faxes, lo que tiene el inconveniente de que no alcanza una integración total.

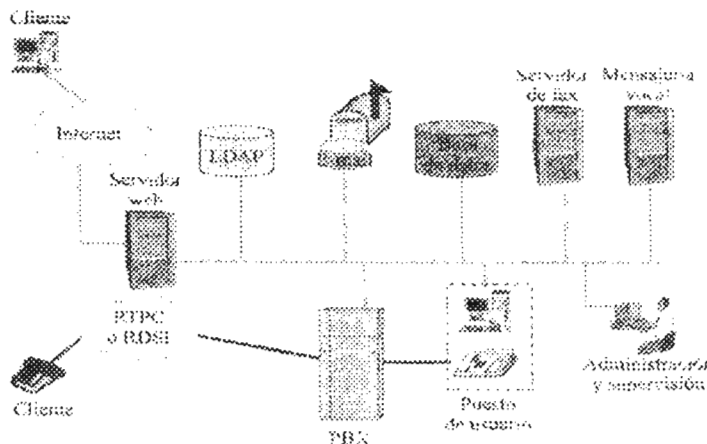


Figura 3.27 Arquitectura de un sistema de mensajería unificada.

- Emplear una plataforma de correo electrónico como almacén de todos los tipos de mensajes. Ésta es la aproximación de mayor nivel tecnológico y más empleada en la actualidad.

- Directorio LDAP: un sistema unificado debe guardar la información de sus usuarios y de sus preferencias. Los sistemas tradicionales forzaban a las organizaciones a mantener la información del usuario en varios lugares (sistema de mensajería vocal, bases de datos, etc.), lo que no sólo dificulta la administración sino que puede dar lugar a contradicciones e información obsoleta. Los sistemas unificados almacenan toda la información de un usuario (nombre, dirección, números de teléfono, preferencias, etc.) en un directorio centralizado a través de LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*).

- Interfaz de usuario gráfica: un componente crítico de cualquier sistema de comunicaciones unificado es la interfaz de usuario empleada para gestionar la información de usuario.

- Sistema de desarrollo de aplicaciones: el principal problema de los sistemas unificados genéricos es la falta de personalización. Por esta razón, deben disponer de un conjunto de API de desarrollo que permita la implementación de soluciones más adecuadas a las necesidades específicas de cada aplicación.
- Integración con PBX y redes telefónicas: un sistema de este tipo debe integrarse fácil y eficientemente con cualquier PBX y red de telefonía sea cual sea el tipo de interfaz que está presente (T-1, E-1, BRI, PRI, etc.). Los sistemas más avanzados son capaces de interactuar con plataformas de VoIP.
- Acceso inalámbrico ya través de la *Web*: el acceso actual se caracteriza porque, cada vez más, tiende a la movilidad universal, por lo que los usuarios del sistema exigen acceder a él en cualquier momento independientemente del lugar en que se encuentren.

### **3.17. FUNCIONALIDADES**

El primer paso hacia un sistema de comunicaciones unificado es la consolidación, en una única bandeja de entrada, de los mensajes de voz, correo electrónico y fax.

Un sistema de este tipo ofrece una serie de funcionalidades a sus usuarios, y son las siguientes:

- Mensajería vocal: las llamadas no contestadas, ya sea debido a que nadie contesta o bien porque el destino de la misma está ocupado, son transferidas automáticamente de la PBX al servidor de mensajería vocal. Una vez allí, se ofrece al llamante un mensaje de bienvenida y saludo en el que se le invita a dejar un mensaje para el usuario del buzón. Completada la grabación del audio de dicho mensaje, se adjunta a un correo electrónico y se envía al servidor de correo, de donde será recogido y reproducido cuando el destinatario lo solicite. Las funciones relacionadas con el buzón de voz son las siguientes:

\* Recepción de mensajes:

- El sistema puede reproducir mensajes, bien por defecto o bien definidos por el propio usuario, basados en su estado actual.
- Los usuarios pueden actualizar su estado desde su propio ordenador, a través de la línea telefónica, por Internet desde un navegador *Web* o bien empleando su PDA.
- Después de grabar el mensaje, se presenta al llamante un abanico de opciones tales como enviar un mensaje, reproducirlo, volver a grabarlo, borrarlo, asignar- le una prioridad, etc.

\* Recogida de mensajes:

- En el cliente de correo los mensajes de voz aparecen en la bandeja de entrada junto con los correos electrónicos y los faxes.
- A través de un teléfono DTMF es posible controlar el buzón personal borrando mensajes, reenviando mensajes a otros usuarios, etc.
- Acceso universal a través de un navegador *Web*.

\* Administración: los mensajes de voz se gestionan de la misma manera que los correos electrónicos.

- Fax: los faxes entrantes son recogidos por el servidor de fax, que los envía a las bandejas de entrada de los destinatarios.

\* Recepción de faxes:

- Faxes de alta y baja resolución: el sistema debe ser capaz de recibir faxes de alta y baja resolución procedentes de máquinas del grupo I, II y III.
- Gestión de grandes volúmenes de faxes: el máximo número de faxes que el sistema puede tratar está limitado únicamente por el espacio de almacenamiento disponible.
- Detección automática de fax: los faxes entrantes son detectados automáticamente, permitiendo a los usuarios disponer del mismo número de teléfono para voz y para facsímil.

- Distribución de fax por correo electrónico: los faxes entrantes se envían como ficheros adjuntos aun mensaje de correo electrónico basándose en una serie de reglas definidas por el usuario.

\* Recogida de faxes:

- Por correo electrónico: los faxes aparecen en la bandeja de entrada junto con los mensajes de correo electrónico y los mensajes de voz.

- Por teléfono: el sistema, empleando un módulo de síntesis de voz, reproduce el texto del mensaje de fax a través de la línea telefónica.

- Por Internet: el usuario puede ver sus faxes empleando un navegador web.

\* Envío de faxes:

- Envío a través de correo electrónico: los usuarios pueden enviar faxes directamente desde su ordenador mediante su cliente de correo electrónico.

- Envío a través de un *driver* de impresión: a la hora de enviar el fax, el usuario selecciona imprimir el documento en la máquina de fax, la cual se encargará de enviarlo de la manera apropiada.

\* Transmisión de faxes:

- Transmisión sincronizada: los faxes se encolan en el servidor y se envían en un horario prefijado para aprovechar las ventajas de horarios nocturnos, por ejemplo.

- Multifusión de faxes: es posible enviar un mismo documento a varios destinatarios en una única llamada, con el ahorro en costes que ello supone.

\* Administración de faxes.

### **3.18. SISTEMAS DE MENSAJERIA VOCAL**

La comunicación telefónica convencional requiere de la disponibilidad de los dos extremos para establecerse. Sin embargo, puede ocurrir que el abonado llamado no conteste la llamada, bien por no estar presente o bien por estar ocupado atendiendo a otro llamante. La mensajería vocal trata de solucionar este problema permitiendo que la comunicación entre el llamante y el llamado tenga lugar en tiempo diferido. Así, un sistema de mensajería vocal se encarga de la grabación, almacenamiento y reproducción de señales de audio (mensajes de voz) mediante un intercambio de señalización con el sistema de telefonía, ya sea éste una PBX o una Central Pública. Incrementan la eficiencia y el grado de servicio ofrecido al cliente la vez que reducen el número de contactos perdidos y proporcionan información importante sobre la compañía, sus productos y sus servicios. Este tipo de sistemas se agrupan de dos categorías básicas:

- **Sistemas integrados:** son fabricados, generalmente, por el propio proveedor del sistema de telefonía, hasta el punto de que suelen integrarse dentro del mismo chasis. Son adecuados en aplicaciones de mensajes cortos y rutinarios como, por ejemplo, en aquellas en las que únicamente se indican el nombre del llamante, su número de teléfono y un mensaje corto.
- **Sistemas independientes (*Stand Alone*):** se conectan al sistema de telefonía a través de un puerto SMDI (*Simplified Message Desk Interface*). Se emplean en entornos en los que existe un alto volumen de tráfico.

La capacidad de un sistema de este tipo está determinada por el número de puertos de entrada existentes y por el tiempo de almacenamiento de mensajes disponible. El primero se determina a través de un estudio de tráfico, mientras que el segundo depende de la aplicación específica de que se trate, aunque podemos seguir las siguientes directrices generales:

- En entornos de oficina en los que los mensajes se recogen, al menos, una vez cada 3 horas, se suele emplear un valor de tiempo de almacenamiento por usuario de 5 minutos.
- En sistemas de gran tamaño (de cerca de 1000 buzones o más), las economías de escala hacen posible una reducción a 3 o 4 minutos de almacenamiento por usuario, pero incluso en estos sistemas dicha reducción puede no ser justificable puesto que implica una disminución de la disponibilidad del sistema.

- Un buzón de voz típico debe configurarse para almacenar unos 10 mensajes de una longitud máxima de 3 minutos por mensaje.

Una vez determinados la capacidad de almacenamiento del sistema y el número de puertos de acceso, el siguiente paso es analizar los siguientes tres puntos:

- Tiempo de vida de un mensaje: hace referencia al tiempo durante el cual aun usuario le está permitido conservar un mensaje en su buzón. Un valor comprendido entre 14 y 60 días es bastante razonable. Por encima de estos valores, muchos sistemas eliminan automáticamente el mensaje salvo que el usuario indique expresamente lo contrario. En la mayoría de los casos, si un mensaje es tan importante como para tenerlo almacenado más de 60 días (por ejemplo, para ser empleado en un juicio), debe grabarse en algún dispositivo de almacenamiento magnético, menos volátil que un sistema de mensajería de voz.

-Gestión de los mensajes importantes: existen dos aproximaciones, que son:

- Ubicar los mensajes importantes en los primeros lugares de la cola con el fin de que sean los primeros que el usuario escuche.
- Notificar dichos mensajes importantes al usuario inmediatamente. En este caso, es necesario equipar al sistema de mensajería de algún mecanismo capaz de realizar llamadas salientes.

- Tipo de acceso: se refiere a la ubicación desde la que los usuarios accederán a sus buzones de voz respectivos. Si la mayoría de los mensajes serán escuchados desde líneas internas, el número de líneas entrantes será mínimo (entre 2 y 5). Por el contrario, si la mayoría de los accesos se realizan remotamente, será necesario mayor número de líneas.

### Funcionalidades

Las funcionalidades más destacadas de un sistema de buzón de voz son las siguientes:

- Acceso aleatorio a los mensajes: el usuario debe poder acceder a los mensajes como si se tratase de una grabadora convencional.
- Estándar de interconexión AMIS: se trata de un estándar que permite que diferentes sistemas de buzón de voz de vendedores distintos intercambien mensajes en cualquier sentido.
- Múltiples mensajes de bienvenida por usuario: un sistema de buzón de voz permite que cada usuario pueda conmutar entre al menos dos mensajes de bienvenida.
- Reenvío de mensajes: consiste en que un usuario tenga la posibilidad de reenviar mensajes a otros usuarios.
- Multifusión de mensajes: el usuario tiene la posibilidad de reenviar un mensaje a varios usuarios simultáneamente.
- Grupos de distribución: el usuario puede crear grupos de multifusión de mensajes predefinidos.
- Concatenación de mensajes: permite al usuario añadir cabeceras a los mensajes recibidos y reenviarlos a otros usuarios.
- Indicación de mensaje en espera mediante un tono especial que suene al descolgar el teléfono o un indicador luminoso que se encienda cuando el buzón del usuario no esté vacío.
- Acceso remoto a los mensajes del buzón.
- Mensajería privada en la que los llamantes pueden introducir un PIN y obtener mensajes secretos personales.
- Funcionalidades avanzadas:
  - Integración con sistemas de fax.
  - Recorrido del buzón: permite al usuario recorrer la cola de mensajes del buzón de voz, ir introduciendo comandos DTMF y escuchando únicamente los primeros cinco segundos de cada mensaje hasta encontrar el de su interés. En este

momento, mediante otro comando DTMF se indica al sistema que reproduzca el mensaje en su totalidad.

- Respuesta automática: si el sistema es capaz de capturar el CLID y de asociarle un mensaje, los usuarios pueden, por ejemplo, teclear un comando DTMF o un pinchar sobre un icono, y generar una llamada a dicho número (marcación rápida).
- Interfaz gráfica visual.
- Buzón de voz distribuido.
- Monitorización de mensajes.
- Acceso a los mensajes a través del navegador.

### Aplicaciones

Las aplicaciones de los sistemas de mensajería vocal se clasifican atendiendo al procedimiento de acceso a los mensajes y son tres:

- Telefonía virtual: los buzónes pueden ser creados desde cualquier teléfono asignándoles un número de buzón, una clave de acceso y un mensaje de bienvenida. El propietario del buzón podrá consultar los mensajes recibidos y cambiar el mensaje de bienvenida previa identificación. Por otra parte, los llamantes que deseen dejar un mensaje en el buzón, deben indicar el número de buzón y el mensaje. Esta modalidad permite disponer de buzón de voz a usuarios que no tienen asignado un terminal telefónico propio.
- Correo vocal: en este caso, el usuario del sistema dispone de su propio terminal, por lo que no es necesaria ninguna clave de acceso. Ésta es la aplicación más extendida.
- Mensajería unificada: es la integración del correo vocal, el correo electrónico y el fax en una aplicación única con procedimientos de acceso y consulta únicos.

### 3.19 FAX

El fax ha venido siendo, hasta la aparición del correo electrónico, la herramienta de comunicación empresarial más importante hasta tal punto que, incluso hoy en día, sigue empleándose con una gran difusión.

El protocolo de envío y recepción de faxes queda recogido en la recomendación T.30 de la ITU. El proceso es el siguiente:

- Escaneado del documento: convierte la imagen del papel a formato digital. La imagen escaneada se representa como un conjunto de *pixels*, cada uno de los cuales corresponde a un punto del papel. Cada *pixel* es codificado como blanco o negro.
- Codificación: las cadenas de *pixels* blancos o negros se convierten en códigos apropiados, de manera que un código corto se corresponde con una secuencia muy probable y viceversa. De esta manera, se reduce el tamaño del mapa de bits resultante antes de la transmisión del fax.
- Compresión y transmisión: una vez obtenido el código de la imagen original, tiene lugar un proceso de compresión previo a la transmisión del fax y cuya misión es la de adaptar el código al formato adecuado para su transmisión por la red telefónica.

En el otro extremo, el proceso es el inverso. Hasta hace poco tiempo, para establecer este tipo de comunicaciones, era necesaria una máquina dedicada y aislada a la que únicamente se podía acceder desplazándose físicamente al lugar en que aquélla estaba ubicada e introduciendo manualmente el documento que se quería enviar. Sin embargo, el avance de las arquitecturas cliente /servidor sufrido en los últimos años ha desembocado en la aparición de los servidores de faxes y los sistemas de fax bajo demanda. Un servidor de fax combina la tecnología propia de las máquinas de fax del grupo IV con la arquitectura cliente /servidor con el fin de mejorar las prestaciones de aplicaciones de envío/ recepción intensivas de faxes. A efectos prácticos, el resultado es que los faxes de cada usuario le llegan directamente a él, por ejemplo, en forma de correo electrónico. El problema que se plantea, entonces, es qué criterios seguir para la

distribución de faxes. En este sentido existen tres métodos básicos de encaminamiento empleados para hacer llegar el fax al destinatario correcto:

- Encaminamiento manual: por razones de seguridad sólo los cubre hojas de los faxes entrantes se presentan al administrador del sistema en su buzón de correo. Es el propio administrador el que, basándose en esta información, envía el fax al interesado. Algunos sistemas más sofisticados emplean tecnologías OCR (*Optical Character Recognition*) y OMR (*Optical Mark Recognition*) para leer el número de teléfono del destinatario y enviarte el documento automáticamente.

Los sistemas basados en OCR se basan en la búsqueda de etiquetas como «Destinatario» dentro del texto del fax entrante. El principal inconveniente es que los sistemas OCR actuales son muy limitados en cuanto a los caracteres que son capaces de reconocer; de hecho, las partes de texto escritas a mano suelen producir resultados erróneos. Sin embargo, esta técnica resulta óptima en aplicaciones en las que el formato del cubre hojas está bien definido como, por ejemplo, en contratos estándar u órdenes de compra. Este tipo de documentos de formato fijo simplifica el proceso de reconocimiento y aumenta la eficiencia del encaminamiento del fax.

- Utilización de un IVR: el llamante envía el fax a través de un IVR que hace las veces de frontal del servidor de fax. Esta solución permite al llamante seleccionar el destinatario de un menú e indicar que comience la transmisión del fax desde su teclado telefónico. Sin embargo, es requisito indispensable que el usuario llame desde una línea conmutable a fax.

-Técnicas basadas en la señalización: tienen la ventaja de ser mucho más fiables que las anteriores, pero el coste de las tarjetas de fax que soportan este tipo de técnicas es mucho mayor debido a que deben disponer de cierta inteligencia. Los métodos de distribución de faxes basados en la señalización son los siguientes:

- Técnicas basadas en DTMF (*Dual Tone MultiFrequency*): al igual que ocurre en el caso del OCR, resulta adecuada en aquellas situaciones en las que es posible controlar el comportamiento del emisor del fax. La distribución basada en DTMF requiere que el usuario marque un número y, en algunos casos, una extensión. Se precisa una tarjeta de fax capaz de reproducir un tono o un mensaje de voz que indique al usuario que debe comenzar la marcación.
- Técnicas basadas en DID (*Direct Inward Dialing*): en una línea troncal DID, se dispone de un conjunto de números (por ejemplo, del 5551000 al 5551050) asignados por el operador de telefonía. El encaminamiento se lleva a cabo asignando un número a cada usuario (cliente) del servidor de fax. Una vez que la tarjeta de fax responde a la llamada entrante, el operador envía los dígitos del número llamado. El principal inconveniente es que la troncal DID sólo se puede emplear para faxes entrantes y que se necesita otra línea independiente para faxes salientes.
- Técnicas basadas en DNIS (*Dialed Number Identification Service*): en este caso, la línea puede emplearse tanto para faxes entrantes como para faxes salientes. Con esta técnica y la anterior sólo es posible enviar un fax por línea en cada momento, por lo que hay que identificar a los usuarios que generan un alto volumen de tráfico de faxes y repartirlos entre diferentes líneas con el fin de balancear la carga.
- Técnicas basadas en *CallerID*: esta técnica se emplea para averiguar de dónde viene un determinado fax. Resulta útil en aplicaciones en las que sólo ciertas personas son responsables de cierto tipo de documentos.

Por otra parte, el Fax Bajo Demanda o FOD (*Fax On Demand*) es un método de recogida de información que emplea un servidor de fax para la distribución automática de documentos en forma de imágenes. Es posible acceder al sistema desde la red telefónica o desde Internet. Una vez dentro, el llamante selecciona un documento del menú de disponibles e introduce el número de fax por el que quiere recibir dicho documento. El servidor de fax almacena en memoria dicho número de fax junto con una referencia al documento solicitado y cuando dispone de recursos para servir la petición, envía el documento al usuario llamante. Existen dos configuraciones de un sistema de FOD:

- Transmisiones en una llamada: son las más económicas para la empresa puesto que el cliente /usuario marca desde una máquina de fax y el documento solicitado se envía en la misma llamada. Por tanto, los costes de la transmisión son soportados por el cliente, pero éste debe estar llamando desde una línea de fax.
- Transmisiones en dos llamadas: en este caso, el cliente /usuario marca desde un teléfono e introduce el número de fax a través del teclado del terminal. Una vez recibido éste, se envía el documento solicitado al número de fax especificado. Puesto que es necesaria una segunda llamada para el envío del fax, los costes de la transmisión son asumidos por la empresa. Esta configuración presenta una serie de ventajas, puesto que es posible limitar el envío de faxes a determinadas áreas en función del número de fax, de ciertos criterios de encaminamiento, de la hora del día, etc., y que, por otra parte, los usuarios pueden llamar desde cualquier lugar y recibir el fax en cualquier otra ubicación.

### 3.20. CORREO ELECTRÓNICO

Tras la explosión de Internet, el correo electrónico se ha convertido en la herramienta de comunicación corporativa por excelencia, desplazando, en la mayoría de los casos, al fax e incluso al teléfono. Se trata de un mecanismo de comunicación de fácil manejo, sencillo y fácilmente integrable con otras aplicaciones.

Un usuario de un sistema de correo electrónico utiliza dos protocolos, uno para enviar y otro para leer, y que son el SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) y el POP3, respectivamente. SMTP está basado en una filosofía de conexión punto a punto, es decir, que un cliente SMTP contactará con el servidor SMTP del *host* destino directamente y guardará dicho correo hasta que se haya copiado con éxito en el receptor. La Figura 3.28 muestra un esquema de una comunicación SMTP:

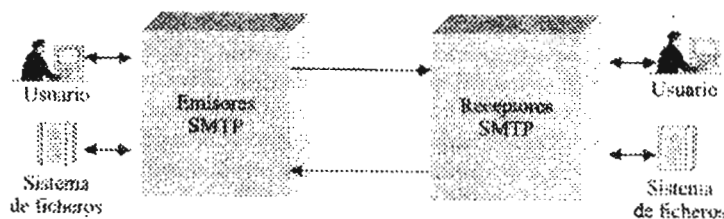


Figura 3.28 Esquema de una comunicación SMTP

El protocolo SMTP, a la hora recibir mensajes presenta el inconveniente de que, al ser una aplicación punto a punto, es necesario que el proceso servidor del receptor del correo esté disponible cuando el extremo origen desee enviar el correo, lo que no siempre es posible. La solución por la que se ha optado es descargar la función de servidor SMTP del usuario final, pero no la función de cliente. Es decir, el usuario envía correo directamente desde la estación, pero tiene un buzón en un servidor y deberá conectar con él para acceder a su correo. Este proceso queda especificado en el POP3.

Sin embargo, para soportar las exigencias de las nuevas aplicaciones corporativas y en aras a facilitar la integración con otros recursos, se han definidos dos protocolos más: por una parte, el protocolo LDAP (*Lightweight Directory Application Protocol*), que permite al servidor de correo exponer la información contenida en las cuentas de correo de los usuarios y, por otra, el protocolo IMAP, que hace posible conservar los mensajes de correo en el propio servidor, esto es, sin necesidad de bajarse los ficheros al descargar el correo, lo que resulta muy útil en aplicaciones de acceso remoto. Ambos protocolos requieren de la configuración tanto en el cliente como en el servidor.

Las plataformas de correo electrónico se basan en una filosofía cliente / servidor en la que el servidor de correo es el eje en torno al que gira toda la plataforma. En general, existen dos tipos de servidores de correo, que son:

- **POP Mail:** si se desea gestionar los mensajes entrantes y salientes a través de un servidor POP (sin pasar por una página *web* ), se precisa de un programa que sea capaz de manejar el correo y soportar el formato de mensajes MIME (*Multipurpose Internet Mail Extensions*).
- **WebMail:** además, existen otros sistemas de gestión del correo basados en páginas *web* que gratuitamente ofrecen sus servicios a través de páginas. La principal ventaja de estos es que es posible acceder a la cuenta de correo desde cualquier ubicación con el único requisito de que se disponga de un navegador *web*. Sin embargo, se suele tratar de servicios muy simples, si bien el nivel de seguridad y privacidad que ofrecen es bastante razonable. El inconveniente es su limitación a la hora de enviar ficheros adjuntos (hay un límite de capacidad), de almacenar mensajes y la velocidad de envío y recepción.



---

## Conclusiones.

*La convergencia de las redes de voz y las redes de datos ha tenido como consecuencia profundos cambios en el desarrollo y la implantación de soluciones corporativas para la pequeña y mediana empresa fundamentalmente. Esta integración total persigue dos objetivos básicos, que son:*

- Una única infraestructura de red que unifique y reemplace a las actuales redes de conmutación de circuitos y de paquetes existentes-
- El desarrollo de nuevos productos capaces de manejar conjuntamente voz, vídeo y datos sobre la red integrada.

Una red corporativa (privada) de voz tiene como fin proporcionar a los usuarios de dicha red (personas pertenecientes a una misma empresa, corporación institución o colectividad de usuarios) el disfrute del servicio telefónico con un ahorro en costos, puesto que todas las comunicaciones internas son gratuitas, ya que para conectar dos usuarios de la red corporativa entre sí no es necesario ocupar recursos de un operador público.

Además del ahorro de costos comentado, las redes corporativas, en algunas ocasiones, proporcionan facilidades y valores añadidos que no se encuentran en las redes públicas y que pueden ser implementados a la medida de las necesidades. Por contra, presentan algunos inconvenientes como pueden ser: la necesidad de realizar una inversión para adquirirla, la necesidad de tener personal propio, formado y cualificado para atenderla y requerir la actualización hardware y software para mantener sus prestaciones actualizadas.

En la actualidad los sistemas de conmutación que forman parte de una red corporativa pueden pertenecer a la propia entidad que hace uso de ellos o ser parte de una red pública que los cede para uso exclusivo de la misma, lo que formaría lo que se viene en llamar una VPN (Virtual Private Network). En ambos casos, las facilidades y servicios ofrecidos pueden ser similares, dependiendo de la implementación que se haga de la misma, puesto que la tecnología que soporta uno y otro tipo es similar y está al alcance de todos. Serán, pues, razones estratégicas y de negocio las que hagan decidirse por una u otra solución, siempre teniendo en consideración la oferta que hagan los operadores, el plan de tarifas ofrecidas y las condiciones de liberalización del mercado, que permitan o no adoptar una u otra.

Call Center es es una unidad o departamento en una empresa (o en una empresa especializada) que se dedica al cumplimiento de las funciones de comunicación interna y externa en una empresa. Las relaciones que pueden establecerse como un medio de comunicación en las empresas es: entre departamentos en la empresa, relación con usuario y cliente y funciones de marketing.

Un Call Center, se crea con la finalidad de aportar un canal de comunicación interna y externa dentro de la organización. Este canal innovador puede presentar múltiples variantes: chat, mail, voz, unidad rodante, por ejemplo.

La información que llega a la organización a través del Call Center es reutilizada para beneficio propio y de sus clientes; así como brindar oportunidades de mejora a la organización y sus miembros.

---

El presente trabajo se ha diseñado para dar a conocer en general las principales operaciones, manejo y fortalezas de un centro de llamadas.

Lo que se busca en un centro de llamadas es el reducir costos para las compañías e incrementar ganancias, ya que estas se centran específicamente en sus competencias centrales, estableciendo un outsourcing con los centros de llamada para que este se haga cargo de incrementar la rentabilidad de la compañía a través del tele marketing y otras áreas que no sean el giro principal del negocio.

El cálculo del personal necesario en los Centros de Llamadas no es trivial, el disponer de un agente de menos puede deteriorar los tiempos de respuesta hasta extremos irrazonables.

El mundo competitivo actual, nos obliga a realizar un esfuerzo para prestar el mejor servicio a los clientes. Los responsables de los Centros de Llamadas se ven así obligados a encontrar un punto de equilibrio entre dar un excelente servicio y mantener los costos bajo control.

El responsable de un Centro de Llamadas está obligado a realizar una previsión ajustada de las llamadas que va a recibir, y a utilizar las técnicas adecuadas de cálculo de tráfico para poder determinar el personal óptimo desde el punto de vista del nivel de servicio y costos asociados.

Un centro de llamadas tiene la suficiente flexibilidad como para poder adaptarse a cualquier tipo de empresa, sin importar el giro de esta. Lo que variará en cada caso, es el número de agentes a trabajar con cada empresa cliente.

---

## GLOSARIO

**ADPCM** (*Adaptative Differential Pulse Code Modulation*). Algoritmo de codificación de la señal que consigue que las muestras de una señal analógica queden representadas por una señal digital.

**Algoritmo**. Conjunto de pasos seguidos en la resolución de un problema.

**Ancho de banda**. Rango de frecuencias que un medio de transmisión es capaz de soportar y se mide en hercios (Hz). También se entiende, para transmisión digital, como la cantidad de información por unidad de tiempo que puede absorber la red (bits o bps).

**ANI** (*Authomatic Number Identification*). Número llamante. Véase *CallerID*. Aprovisionamiento de ancho de banda. Cálculo que debe llevar a cabo el ingeniero de red y que consiste en determinar el ancho de banda necesario para la integración.

**BER** (*Bit Error Rate*). Tasa de error de bit. Constituye una medida de la calidad de la transmisión digital.

**Calidad del servicio** (*Quality of Service*). Es un parámetro significativo a la apreciación que el usuario hace de un determinado servicio, compuesto de varios factores.

**Cancelación del eco**. Cuando se transmite una señal, parte de "su energía es reflejada en el destino como consecuencia de una desadaptación de impedancias. Esta porción de señal reflejada se denomina eco. La cancelación del eco consiste, pues, en el proceso necesario para eliminar los efectos de la indeseada señal de eco.

**Cancelador de eco**. Dispositivo que, a través del filtrado adaptativo, minimiza el eco de una comunicación vocal a la vez que mantiene su carácter full-dúplex.

**CAS** (*Channel Asociated Signaling*). Sistema de señalización en el que la información de control y la información de usuario viajan juntas.

**CCS** (*Common Channel Signaling*). Sistema de señalización en el que la información de control y la información de usuario viajan por caminos separados.

**CCS#7** (*Common Channel Signaling Number7*). Sistema de señalización por canal común número 7 del CCITT, en el que la información de múltiples circuitos se transmite por uno solo. También, SS7.

**CDR** (*Call Detailed Record*). Información acerca de las llamadas implicadas en cierto sistema y que se suele utilizar para propósitos de tarificación, estudios de tráfico, etc. .

**CELP** (*Code-Excited Linear Predictive coding*). Algoritmo de compresión de la voz empleado para la codificación de baja tasa binaria (por ejemplo, 8 Kbps). Se emplea en las recomendaciones de la ITU-T G.728, G.729 y G723.1.

**Circuito de cola**. Parte de la red telefónica comprendida entre el codec y el terminal telefónico.

**Clasificación del tráfico**. Mecanismo por el cual se asignan tipos a flujos de tráfico de naturalezas distintas y que constituye la base de las técnicas de QoS.

**CODEC**. Contracción de CODificación y DECodificación. *Hardware* o *software* encargado de la conversión de una señal analógica a formato digital (codificación) y viceversa (decodificación). También puede llevar a cabo una compresión de la señal digitalizada.

**Codificación**. Conjunto de transformaciones a que se somete una señal con el fin de compensar los efectos negativos del canal y adaptar el formato de la misma para que su transmisión por dicho canal sea lo más eficiente posible.

**Codificador de forma de onda**. Dispositivo que lleva a cabo una codificación de la señal respetando el teorema de Nyquist.

**Codificación de voz**. Conversión de la señal de voz del dominio analógico al dominio digital y, opcionalmente, compresión de la señal digitalizada con el fin de reducir el ancho de banda de la señal resultante.

---

**Congestión.** Situación que acontece en una red cuando ésta resulta incapaz de aceptar más información. Suele ocurrir cuando las colas de los *routers* de la red se saturan.

**Control de admisión.** Técnicas de QoS que se basan en la no aceptación de más llamadas una vez que se ha superado el ancho de banda asignado al tráfico de voz con el fin de no afectar a la calidad de las llamadas que se están cursando.

**Control de la congestión.** Técnicas que definen el modo en que los nodos de la red deben extraer los paquetes de sus colas de transmisión.

**Compresión.** Reducción del ancho de banda de la señal.

**Corrección de errores.** Técnicas empleadas para subsanar los errores producidos en una transmisión de información. Consisten en el envío de información de redundancia que permite obtener el paquete sin errores.

**CPL** (*can Processing Language*). Lenguaje de *script* empleado en el desarrollo de servicios de voz sobre redes de paquetes. Se suele utilizar para la implementación de servicios sobre SIP.

**cRTP** (*Compressed Real Time Protocol*). Versión de RTP con una cabecera mucho más reducida y que se emplea para reducir el ancho de banda necesario en una comunicación RTP.

**CS-ACELP** (*Conjugate Structure Algebraic CELP*). Algoritmo de compresión CELP que proporciona un ancho de banda de 8 kbps y que se emplea en la recomendación G.729 de la ITU-T.

**CTI** (*Computer Telephony Integration*). Tecnologías caracterizadas por el empleo conjunto de las redes de telecomunicaciones (fundamentalmente, las redes de telefonía) y las redes informáticas.

**Disponibilidad.** Característica de un sistema que mide la probabilidad de que se encuentre en perfecto funcionamiento.

**Distribución de errores.** Consisten en la prolongación de los periodos de error de tal modo que se reduzca la probabilidad de aparición de los mismos.

**DNIS** (*Dialed Number Identification Service*). Servicio de identificación del número marcado.

**DSP** (*Digital Signal Processor*). Procesador diseñado específicamente para el tratamiento de señales en tiempo real.

**DTMF** (*Dual Tone Multi-Frequency*). Estándar de señalización telefónica según el cual ésta se envía en forma de un par de tonos de frecuencias diferentes (una alta y otra baja). Consigue mayor rapidez y seguridad que la marcación decádica o por pulsos.

**Eco** (*Echo*). Porción de la señal transmitida que vuelve al emisor junto con la señal del otro extremo o en ausencia de ella.

**Eco acústico.** Acoplamiento sufrido en diferentes partes del terminal telefónico.

**Eco eléctrico.** Fenómeno producido por las reflexiones que sufre la señal en el extremo receptor debido a una desadaptación de impedancias.

**ERL** (*Eco Return Loss*). Pérdidas de retorno que sufre la señal de eco y que aseguran que su nivel no sobrepasa un cierto límite.

**Erlang** (*Erlang*). Unidad estándar para la medida del tráfico telefónico, careciendo de medida. Un Erlang de carga indica la ocupación continua al 100 por 100 de un circuito telefónico.

**EI.** Agregado de señales a 2,048 Mbps.

**E.164.** Plan de numeración internacional.

**Filtrado adaptativo.** Técnica de procesamiento de señal que hace uso de coeficientes variables en función de diversos criterios para un fin concreto.

**Fragmentación del tráfico.** Conjunto de técnicas que consiste en la división de los paquetes en otros de menor tamaño, de manera que se disminuye la variación del tamaño de los paquetes y, por tanto, del retardo que sufren los mismos.

**G.711.** Codec de audio a 48,56 y 64 kbps. Utiliza codificación PCM. Se caracteriza por una alta calidad de la voz, gran consumo de ancho de banda y carga del procesador mínima.

---

**G.722.** Codec de audio a 48, 56 y 64 kbps.

**G.723 y G.723.1.** Codec de audio CELP a 5,3 y 6,3 kbps. Se caracteriza por una baja calidad de la voz, consumo de ancho de banda pequeño y alta carga del procesador debido a la compresión.

**G.726.** Codec de audio ADPCM a 40,32,24 y 16 kbps. Se caracteriza por una buena calidad de la voz, consumo de ancho de banda medio y carga del procesador mínima.

**G.728.** Codec de audio LD-CELP a 16 kbps. Se caracteriza por una calidad media de la voz, consumo de ancho de banda media y alta carga del procesador mínima debida a la compresión.

**G.729 y G729a.** Codec de audio CELP a 8 kbps. Se caracteriza por una calidad media de la voz, consumo bajo de ancho de banda y alta carga del procesador.

**Gatekeeper.** Entidad H.323 que se encarga de funciones tales como el mantenimiento del registro de los equipos (terminales, pasarelas y MCU), la traducción de direcciones y control de admisión.

**Gateway.** Véase pasarela.

**Pasarela.** Dispositivo encargado de interconectar dos redes de tipos diferentes.

**H.225.0.** Protocolo de la pila de H.323 encargado del control de llamadas.

**H.245.** Protocolo de la pila de H.323 que define el comportamiento del punto final (apertura y cierre de canales lógicos, intercambio de características, etc.).

**H.248.** Véase MGCP.

**H.261.** Codec de vídeo a 64 kbps.

**H.263.** Codec de vídeo para la RTPC.

**H.323.** Estándar de la ITU-T que recoge los protocolos empleados en el soporte de servicio de audio, vídeo y conferencia de datos sobre redes de paquetes sin garantía de QoS.

**IGMP (Internet Group Management Protocol).** Protocolo de nivel de red para la gestión de grupos *multicast* en Internet, y en general, en cualquier red IP.

**ISDN (Integrated Services Digital Network).** Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), que define una red conmutada de canales digitales que proporciona una serie de servicios integrados, siguiendo las recomendaciones Serie I del CCITT.

**IVR (Interactive Voice Response).** Servicio o aplicación que permite a los usuarios acceder a cierta información a través de la navegación por una serie de menús utilizando como herramienta de interacción el teclado del teléfono.

**Latencia.** Retardo extremo a extremo.

**LD-CELP (Low Delay CELP).** Algoritmo de compresión CELP que proporciona 16 Kbits. Medidas objetivas. Técnicas basadas en la experimentación y cuyo objetivo es proporcionar una referencia más analítica de la calidad de la voz sobre paquetes.

**Medidas subjetivas.** Técnicas basadas en el análisis de la opinión de una muestra de usuarios sobre la calidad de la voz ofrecida por una red de voz sobre paquetes.

**MGCP (Media Gateway Control Protocol).** Protocolo empleado para monitorizar y gestionar los eventos en los terminales y las pasarelas. El objetivo es separar la señalización y el control de llamadas del tráfico de voz. Está definida en la RFC 2705.

**Modem pass-through.** Proceso por el cual una señal de la red telefónica procedente de un módem se envía a la red de datos sin tratamiento previo.

**Modem relay.** Proceso por el cual una señal de la red telefónica procedente de un fax se convierte a un formato adecuado para su tratamiento por parte de la red de datos.

**MOS (Mean Opinion Score).** Sistema de medida de la calidad de la voz a través de conexiones telefónicas.

**Multicast.** Proceso de transmisión PDU desde una fuente a múltiples destinos.

---

**MCU (Multipoint Control Unit).** Punto final que soporta tres o más terminales y pasarelas en una única conferencia multipunto.

**PCM (Pulse Code Modulation).** Transmisión de información analógica en formato digital a través del muestreo y codificación de muestras en número fijo de bits.

**Pasarela.** Dispositivo, *hardware* o *software*, encargado de la interconexión de las redes de tecnologías diferentes. En el contexto de la voz sobre paquetes, es el nexo de unión entre la red de voz y la red de datos.

**Paquete.** Colección de datos tratada como una unidad.

**Previsión de la congestión.** Técnicas cuyo objetivo es anticiparse a las posibles situaciones de congestión mediante la monitorización del tráfico.

**QSIG.** Protocolo de señalización entre una centralita privada y una central de conmutación de un operador o entre centralitas.

**QoS (Quality of Service).** Conjunto de requerimientos de un tipo de tráfico que asegura un cierto nivel de servicio, ancho de banda y disponibilidad.

**Rango dinámico.** Margen de valores que puede tomar una determinada señal.

**RAS (Registration, Authentication and Status).** Especificación de H.323 que permite la autorización y autenticación de una sesión.

**Recuperación de errores.** Consiste en la obtención, por algún medio, de un paquete que sustituirá al original y que puede ser más o menos similar a éste.

**Retardo.** Tiempo empleado por la señal en viajar desde el origen hasta el destino atravesando los equipos intermedios de la red.

**RTCP (Real Time Control Protocol).** Protocolo de control y monitorización de la QoS definido en la RFC 1889. Suele ir asociado a RTP.

**RTP (Real Time Protocol).** Protocolo de transporte de datos en tiempo real definido en la RFC 1889. Proporciona identificación del tipo de carga, número de secuencia, información de temporización y monitorización de aplicaciones en tiempo real.

**RTT (Round Trip Time).** Tiempo que emplea la señal en viajar del emisor al receptor y volver de nuevo al origen.

**RSVP (Resource Reservation Protocol).** Protocolo de señalización que permite reservar los recursos de red en flujos de datos no orientados a la conexión. Está especificado en la RFC 2205-2209.

**RTPC.** Red Telefónica Pública Conmutada.

**RTSP (Real Time Streaming Protocol).** Protocolo empleado para interactuar con un servidor de datos en tiempo real.

**SCP (Stored Control Program).** Programa *software* de control almacenado que se utiliza en las modernas centrales telefónicas para su configuración sin necesidad de cambiar el *hardware*.

**SDP (Session Description Protocol).** Protocolo empleado para la descripción de sesiones, independientemente de la aplicación de que se trate. Se recoge en la RFC 2327.

**Servidor de telefonía.** Elemento aparecido en las redes integradas como consecuencia de su adaptación a la filosofía cliente-servidor y que se encarga, entre otras cosas, de las funcionalidades de control de llamadas.

**SIP (Session Initiation Protocol).** Protocolo para establecer sesiones *unicast* entre dos puntos finales. Está recogida en la RFC 2543.

**SNR (Signal to Noise Ratio).** Medida de los niveles de ruido relativos en sistemas analógicos y de la distorsión introducida por el proceso de cuantificación en sistemas digitales.

**Soft-phone.** Aplicación *software* que se ejecuta en la CPU del puesto de usuario y que hace las veces de terminal telefónico.

---

**Supresor de eco.** Dispositivo que elimina el eco a través de un detector de actividad que convierte la comunicación vocal en semidúplex.

**Teléfono IP.** Aparato telefónico que incorpora un codec para llevar a cabo la conversión analógico-digital en el propio terminal.

**Teorema de Nyquist.** Establece que una señal se podrá recuperar fielmente a partir de sus muestras, siempre y cuando éstas se recojan con una frecuencia igualo superior al doble del ancho de banda de la señal original.

**Terminal H.323.** Elemento de la red que proporciona una comunicación en tiempo real bidireccional con otro terminal H.323.

**TOS (Type of Service).** Byte del datagrama IP que identifica la calidad de servicio deseada para un determinado tipo de tráfico.

**Trama.** Conjunto de datos enviados como una unidad. Según los protocolos empleados, puede ser de longitud fija o variable.

**VAD (Voice Activity Detection).** Mecanismo de ahorro de ancho de banda que se basa en la no transmisión de paquetes de voz durante los periodos de silencio.

**VoATM (Voice Over ATM).** Tecnología de transmisión de voz sobre celdas, que se basa en la utilización de ATM como soporte tecnológico.

**Vocoder.** Codificador de voz que muestrea a menor frecuencia que la de Nyquist paliando los efectos negativos que ello produce a través del empleo de técnicas adicionales basadas en características de la propia señal de voz.

**VoFR (Voice Over Frame Relay).** Tecnología de transmisión de voz sobre tramas empleando para ello Frame Relay.

**VoIP (Voice Over Internet Protocol).** Tecnología de transmisión de voz sobre paquetes caracterizada por el empleo de la pila de protocolos IP como transporte.

**Voz sobre paquetes.** Prestación de los servicios típicos de una red de conmutación de circuitos (telefonía, fax y mensajería vocal) a través de una red de datos.

**WFQ (Weight Fair Queuing).** Algoritmo de control de la congestión que identifica los paquetes de voz de cada conversación y asegura que el ancho de banda se reparte por igual entre las conversaciones individuales. Es una manera de estabilizar el comportamiento de la red en situaciones de congestión.

---

## **Bibliografía.**

### **Convergencia de las telecomunicaciones.**

Steven Shepard.

### **Guía completa de protocolos de telecomunicaciones.**

Rad com.

### **Integración de voz y datos.**

Jose M. Huidobro.

David Roldan.

### **Comunicaciones y redes de computadoras.**

William Stallings.

## **Sites Web.**

<http://acterna.com>.

[www.telmex.com](http://www.telmex.com)

[http://www.sunrisetelecom.com/espanol/frame\\_relay.pdf](http://www.sunrisetelecom.com/espanol/frame_relay.pdf)

[http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/tutorial\\_fr.html](http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/tutorial_fr.html)