

1. Definición.

La Red Digital de Servicios Integrados (R.D.S.I.) –según la definición establecida por la UIT–T (Unión Internacional de Telecomunicaciones)– es una red que procede por evolución de la Red Digital Integrada y que facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios, tanto de voz como de otros tipos, y a la que los usuarios acceden a través de un conjunto definido de interfaces formalizados.

Más comunmente puede describirse como una red que procede por evolución de la red telefónica existente que, al ofrecer conexiones digitales extremo a extremo, permite la integración de multitud de servicios en único acceso, independientemente de la naturaleza de la información a transmitir, y del equipo terminal que la genere.

Esta red coexiste con las redes convencionales de telefonía y datos e incorpora elementos de interfuncionamiento para su interconexión con dichas redes, tendiendo a convertirse en la única y universal Red de Telecomunicaciones.

2. Características.

Las principales características de la RDSI son las siguientes:

- Conectividad extremo a extremo.
- Conmutación de circuitos a 64 Kbit/s.
- Uso de vías separadas para la señalización y para la transferencia de información, lo que confiere al sistema en su conjunto una gran flexibilidad y potencia.

3. Descripción de la RDSI.

Para facilitar la comprensión de la RDSI, desarrollaremos la descripción del servicio en los siguientes puntos:

Estructura general de la RDSI.

- Redes de acceso y tránsito.
- Acceso de usuario.
- Nodos especializados.
- Estructura genérica del acceso de usuario a la RDSI.
- Canales de acceso en la RDSI.

3.1.1. Redes de acceso y Tránsito.

Podemos considerar que la red de acceso y tránsito de la RDSI es la misma que la de la ya existente Red Integrada Digital, la cual está constituida básicamente por centrales de conmutación digital conectadas mediante sistemas de transmisión digital.

- Centrales de conmutación digital.

Realizan principalmente conexiones por conmutación de circuitos a 64 Kbit/s. También contienen elementos necesarios para soportar el sistema de señalización por canal común. Son, además, elementos inteligentes que pueden dar soporte a facilidades adicionales y servicios de valor añadido, tanto para los usuarios como para la propia explotación de la red.

- Sistemas digitales de transmisión.

3.1.2. Acceso de usuario.

Constituye el elemento diferenciador entre la RDI y la RDSI, al permitir extender la conectividad digital hasta el terminal de usuario mediante unas configuraciones normalizadas. Incluye las instalaciones interiores propias del usuario así como el bucle del abonado (conexión con la central local).

3.1.3. Nodos especializados.

Pueden ser de diversos tipos, como por ejemplo, servicios de valor añadido, interconexión de redes, centros de explotación en red.

3.2. Estructura genérica del acceso de usuario a la RDSI.

Como ya se mencionó anteriormente, en el acceso de usuario pueden distinguirse dos partes principales:

- Instalación interior de usuario, formada por los equipos terminales de usuario y por una red interior que conecta dichos terminales a la línea de transmisión digital. Ciertas instalaciones de usuario pueden contener, además, equipos de conmutación local como, por ejemplo, centralitas digitales.
- Red local, formada por los sistemas de transmisión digital entre la instalación de usuario y la central local y, en ocasiones, por otros elementos auxiliares de conexión como por ejemplo, multiplexores.

Para facilitar el estudio del acceso de usuario, es preciso introducir una nomenclatura que permita, entre otras cosas, redactar una normativa que designe con precisión y sin ambigüedades cualquier aspecto relacionado con la red.

Así, en el aspecto de usuario se definen Puntos de referencia y Agrupaciones funcionales.

- Las agrupaciones funcionales representan o definen entidades que realizan funciones de manera agrupada. Se pueden corresponder con un equipo físico en su totalidad, o con parte de él.
- Los puntos de referencia identifican las interfaces entre agrupaciones funcionales distintas, y se pueden corresponder con interfaces reales, o con interfaces virtuales (internas en un equipo).

El conjunto de puntos de referencia junto con las agrupaciones funcionales constituyen una configuración de referencia suficientemente genérica como para describir cualquier realización práctica de acceso de usuario a la RDSI sin perder la necesaria precisión.

3.2.1. Agrupaciones Funcionales.

Si procedemos a describir las entidades funcionales tal y como nos las podemos encontrar partiendo desde el terminal de usuario, avanzando por la red interior de éste para alcanzar finalmente la central de comunicación telefónica, nos encontraremos las agrupaciones funcionales siguientes:

- Considerando que iniciamos la descripción en el terminal de usuario, nos encontraremos terminales específicamente desarrollados para la RDSI o terminales procedentes y preparados para cualquier otro tipo de red. En función de su origen, podremos establecer dos tipos de terminal de red: equipo terminal de tipo 1 ó más comúnmente ET1 y equipo terminal de tipo 2 ó ET2:
- Equipo terminal 1 (ET1)

Es el equipo terminal que está diseñado específicamente para conectarse directamente a la RDSI sin necesidad de ningún equipo adicional. Un ejemplo de ET1 es un teléfono RDSI.

- Equipo terminal 2 (ET2)

Representa cualquier tipo de terminal que no se diseñó originalmente para ser utilizado en la RDSI y que, por tanto, no se puede conectar directamente. Como ejemplo de ET2 podemos considerar un módem.

- Adaptador de terminal (AT)

Es el equipo por medio del cual podemos utilizar en la RDSI los terminales definidos en el punto anterior. En otras palabras, posibilita la conexión de equipos del tipo ET2 a la RDSI. Ejemplos de adaptadores serían adaptadores de interfaz V.35.

- Supongamos ahora lo que constituiría el caso más general de instalación interior de abonado, que los terminales descritos con anterioridad están conectados a algún tipo elemento de red privado de abonado tal y como podría ser una centralita, un concentrador, etc. Este tipo de agrupación se define como:
- Terminación de Red 2 (TR2)

Es una agrupación funcional que realiza funciones de conmutación, concentración y control en el interior de las instalaciones del cliente. Un ejemplo de TR2 puede ser una centralita o una red de área local.

Una TR2 se conectará a la RDSI en el punto de referencia T y proporciona al usuario el punto S necesario para conectar agrupaciones del tipo ET1 o AT.

No es imprescindible la existencia de TR2 en las instalaciones interiores de usuario, en cuyo caso los puntos de referencia T y S son coincidentes. A veces encontraremos esta coincidencia descrita explícitamente en la expresión punto de referencia S/T aunque, por lo general, también en estas instalaciones se habla del punto de referencia S de manera abreviada.

En todo caso, podrá existir o no, una TR2, pero siempre se necesitará un elemento "frontera" entre la instalación interior y la red local. Este elemento, presente siempre, es la TR1:

- Terminación de Red 1 (TR1)

Es el elemento que permite la interconexión entre la instalación interior del usuario a 4 hilos, y la red exterior, a 2 hilos.

La instalación interior del usuario se conecta al de la TR1, en el caso más general, en el punto de referencia T. Sin embargo, el caso más habitual es aquel en que no existe TR2 y por tanto el punto de referencia asociado es el S/T. El código de línea de la instalación del usuario es único y, por tanto, independiente del sistema que provea el acceso a la RDSI.

La TR1 se conecta al exterior en el denominado punto de referencia U. Este punto de referencia no define una única interfaz.

La TR1, además de permitir la interconexión, proporciona facilidades de mantenimiento y supervisión de los aspectos relacionados con la transmisión.

- Terminación de Línea (TL)

En la central local que proporciona el acceso se encuentra la TL, la cual en cuanto a sus funciones, puede considerarse equivalente a la TR1.

- Terminación de Central (TC)

La TC, que está ubicada en la central local, realiza la conexión de los canales de información con las etapas de conmutación de la central, soporta el procesamiento de la señalización de usuario, contra la activación/desactivación de la línea digital y realiza el mantenimiento correspondiente del acceso de usuario. En ciertos casos, los equipos de TC y de TL están integrados en el mismo equipo físico por lo que el punto de referencia que separa a ambos, el V, se convierte en un punto de referencia virtual.

3.2.2. Puntos de Referencia.

Resumiendo la definición de los puntos de referencia que han ido apareciendo en las descripción de las distintas agrupaciones funcionales:

- Punto de referencia R:

Representa el punto de conexión de cualquier terminal que soporte un interfaz normalizado (no RDSI) como pueden ser terminales modo paquete X-25, terminales V.24 o terminales con interfaz analógica a dos hilos.

- Punto de referencia S:

Se corresponde con la conexión física de los terminales de abonado a la RDSI. Es un interfaz de cuatro hilos, dos para transmisión y dos para recepción.

- Punto de referencia T:

Representa la separación entre las instalaciones de usuario y equipos de transmisión en línea. Posee las mismas características eléctricas que el interfaz S.

- Punto de referencia U:

Representa la línea de transmisión entre las dependencias del cliente y la central telefónica y se corresponde físicamente con el bucle de abonado a dos hilos existente actualmente.

- Punto de referencia V:

Representa la separación entre los elementos de transmisión y los de conmutación dentro de la central local de RDSI.

3.2.3. Topologías del Acceso Básico.

La red interior de usuario, en general, no es sino un cable de dos pares que discurre desde la TR1 según distintas topologías hasta un punto extremo en el que se conectarán, siempre, unas resistencias de terminación. A lo largo de este cable se encuentran una serie de rosetas en número variable. Atendiendo a la configuración del cableado, podemos distinguir entre tres tipos de configuración del acceso básico:

- Bus pasivo corto

En esta configuración, se dispone de un cable de hasta 200m, sobre el que se pueden instalar, distribuidas aleatoriamente, un máximo de 10 rosetas en las que se permite tener conectados simultáneamente hasta 8 terminales.

Existen dos modalidades de esta configuración: en la más habitual, la TR1 se ubicará en uno de los extremos

del bus que se extenderá en la longitud mencionada hasta finalizar en una roseta que incluirá una resistencia de terminación. La otra posibilidad consiste en ubicar la TR1 en un punto intermedio del bus estableciendo de esta manera dos ramas, ninguna de las cuales podrá superar los 200m. En este caso, la distancia entre los extremos del bus podrá ser de hasta 400m y en ambos extremos habrá una resistencia de terminación.

No se permiten configuraciones con más de dos ramas.

- Bus pasivo extendido

En el caso de que 200m no sean suficientes para llegar desde la TR1 hasta el emplazamiento donde se encuentran los terminales, se puede instalar este tipo de bus caracterizado por que con él se alcanzan hasta 500m. Sin embargo, en este caso solo se permite la conexión simultánea de un máximo de 4 terminales que, además, deberán encontrarse agrupados en los últimos 50m del bus. Presenta una sola rama con resistencia de terminación en su extremo. En otras palabras, se gana alcance y se pierde flexibilidad: menos terminales y no se pueden conectar en cualquier punto del bus.

- Bus largo

Si con el bus extendido no es suficiente, aún disponemos del bus largo, denominado así porque alcanza los 1000m. Presenta una sola rama con resistencia de terminación en su extremo. En este caso, solo se puede conectar un único terminal.

Por razón de soportar un único terminal, se conoce también esta tipología como bus punto a punto. No se debe confundir sin embargo esta terminología que hace referencia a una configuración de cableado, con otra que en los mismos términos se refiere al modo de funcionamiento de la capa de datos del protocolo de canal D.

3.3. Canales de acceso en la RDSI.

Para la transferencia de información y señalización se han definido en los RDSI los siguientes tipos de canales digitales (o vías de transferencia de la información).

- Canal B:

Es un canal a 64 Kbit/s. que transporta la información generada por el terminal de usuario.

- Canal D:

Es una canal a 16 ó 64 Kbit/s., dependiendo de la estructura de acceso del abonado, que se utiliza para transportar la señalización en el interfaz usuario-red. También puede utilizarse para transmitir información de usuario a baja velocidad.

- Canal n x 64:

Permite la transferencia de información de usuario a velocidades superiores a 64 Kb/s. Los valores válidos para n serán desde 2 hasta 30.

3.4. Configuraciones de acceso comercializadas.

Los canales de acceso a la RDSI descritos en el punto anterior, no se proporcionan de forma aislada, sino que se ofrecen agrupados en configuraciones normalizadas. Existen dos configuraciones elementales que se pueden comercializar de forma individual cada una de ellas, el denominado Acceso Básico y el Acceso Primario. Cada una de estas configuraciones, a su vez, se pueden agrupar entre sí, o incluso de manera

cruzada de tal forma que se obtengan funcionalidades que mejoran lo que ofrecería una simple agregación de prestaciones individuales; nos estamos refiriendo al Grupo de Salto y al Grupo ISPBX.

3.4.1. Acceso Básico.

Está constituido por dos canales B (a 64 kb/s.) para la transmisión de información, y un canal D (a 16 Kb/s.) para la señalización de usuario. Permite conectar simultáneamente hasta 8 terminales.

En el lado de instalaciones de usuario, (interfaz S/T), la velocidad de transmisión total es de 192 Kbs distribuidos de la siguiente manera: canales B, 1 canal D, y la información adicional necesaria para el mantenimiento del sincronismo, el mantenimiento de la estructura multitramas, (actualmente no se utiliza), y el control de acceso al canal de señalización. Como ya se mencionó, está soportado por una configuración a cuatro hilos (dos para transmisión y dos para recepción).

En el lado red, (interfaz U), la velocidad en línea es de 160 Kb/s. y la transmisión es full-duplex con técnicas de cancelación de eco.

3.4.2. Acceso Primario.

Está constituido por 30 canales B (a 64 Kb/s) y un canal D (a 64 Kbit/s) con una velocidad total de 2 Mb/s.

En el lado de las instalaciones de usuario (interfaz T) se dispone de una trama de 2048 Kbit/s que, a través de una agrupación funcional TR2 (normalmente una centralita digital cuyas extensiones pueden ser líneas de interfaz S) puede estructurarse en otras combinaciones de canales de entre las ya mencionadas.

En el lado red, esto es, para enlazar las instalaciones de usuario con la central RDSI, el acceso está soportado por una sistema de transmisión MIC a 2 Mb/s.

3.4.3. Grupo de salto.

La funcionalidad del grupo de salto es una facilidad asociada exclusivamente a agrupaciones de accesos básicos mediante la cual, las llamadas dirigidas a un único número denominado número de cabecera ó número de salto, se ofrecerán por alguno de los posibles canales B libres disponibles dentro del conjunto de accesos que constituyen el grupo de salto.

Esta funcionalidad de búsqueda de línea solo puede estar asociada a un único número para determinado grupo de salto, pero dicho número no será el único disponible en cada uno de los accesos. Al constituirse en grupo de salto, cada uno de los accesos básicos que lo integran no modifican sus comportamientos individualizados, ni en relación con el repertorio de servicios suplementarios asociados a cada uno de dichos números. En otras palabras, los mismos terminales que se conectaban en un acceso básico seguirán funcionando en dicho acceso y en las mismas condiciones después de que a dicho acceso se le integre en un grupo de salto.

Al constituir un grupo de salto a partir de accesos básicos (individuales) que ya estuvieran en servicio se deberá tener presente que como número de cabecera de dicho grupo se podrá configurar cualquiera de los números disponibles con anterioridad en cualquiera de los accesos, excepto los números principales de cada acceso. Es decir, un número principal de un acceso, nunca podrá constituirse como número de cabecera o de salto de un grupo de salto.

Nótese que diferenciamos claramente entre dos conceptos que habitualmente se manejan indistintamente por un error de concepto: una cosa es el número principal que podemos definir como aquel que por defecto se asocia al establecimiento de una conexión de circuitos en el caso de que el terminal que inicia la llamada no se identifique o lo haga incorrectamente, y cuya principal "utilidad" está asociada a la identificación de acceso a

efectos de tarificación, etc. y otra muy distinta es el número de cabecera que debemos entender como aquel para el cual las llamadas dirigidas al mismo desencadenan un proceso de búsqueda de acceso libre entre los que constituyen la configuración sobre la cual se aplica este concepto. Esta matización, aparentemente sutil y arbitraria, permite dar coherencia al interfuncionamiento entre el servicio suplementario de grupo de salto y la presentación de identidad de usuario llamante.

Los servicios suplementarios ofertados para los accesos básicos con grupo de salto, serán los mismos que para el acceso básico. Sólo existen algunas restricciones para los servicios suplementarios que se aplican al número de salto.

El grupo de salto solo podrá ofrecerse para accesos básicos dependientes de una misma central RDSI y bajo una misma titularidad. No es necesario que se encuentren en el mismo local.

3.4.4. Grupo ISPBX de accesos básicos.

El grupo ISPBX de accesos básicos constituye una estructura de acceso a RDSI caracterizada por tratarse de una agrupación de accesos básicos, a la que la red asocia todo el rango de numeración contratado, de tal manera que desaparece la relación biunívoca entre número y acceso, estableciéndose en su lugar otra asociación entre el conjunto de accesos considerado globalmente y el rango de numeración. Así, una llamada dirigida a un número de entre los contratados, se ofrece al terminal que el usuario conecta en el grupo ISPBX por cualquiera de los canales B libres de cualquiera de los accesos. Existen distintas modalidades en cuanto a la manera en que podría distribuirse el tráfico entre los distintos accesos, (reparto cíclico, secuencial o aleatorio). La utilización de un grupo ISPBX implica la presencia de una agrupación funcional del tipo TR2.

4. Servicios de la RDSI.

Un servicio debe entenderse como una acción destinada a satisfacer una determinada necesidad. La RDSI puede ser la infraestructura soporte de los servicios de telecomunicación ya establecidos y de aquellos nuevos que, por su mayor capacidad, pueda ofrecer frente a las redes convencionales.

Los servicios que en la RDSI se contemplan se dividen en dos categorías básicas:

- Servicios portadores.
- Teleservicios.
- Servicios suplementarios.

4.1. Servicios portadores.

Estos servicios ofrecen al usuario RDSI, mediante una serie de interfaces normalizados, una capacidad de transporte de información, independientemente de su contenido y aplicación, entre dos equipos terminales.

Atendiendo a cómo se transmite esta información, podemos clasificar los servicios portadores en dos grupos:

- Servicios Portadores en Modo Circuito.
- Servicios Portadores en Modo Paquete.

4.1.1. Servicios portadores en modo circuito.

Estos servicios se caracterizan porque toda la información de señalización (para el establecimiento, control y liberación de un canal digital entre dos equipos terminales) se efectúa por el canal D de señalización, viajando la información propiamente dicha por el circuito digital establecido por el/los canal/es B.

Se clasifican según su categoría en:

- Servicio Portador a 64 Kb/s estructurado a 8 Khz sin restricciones:

Ofrece una capacidad de transferencia entre dos usuarios sin alterar la secuencia de bits transmitida. Para ello, requiere de la red conexiones transparentes de extremo a extremo.

- Servicio Portador a 64 Kb/s estructurado a 8 Khz para conversación:

Permite soportar comunicaciones vocales codificadas a 64 Kb/s. Dado que en este servicio portador la RDSI puede utilizar técnicas de procesamiento apropiadas para señales vocales con objeto de optimizar los recursos de red, no se garantiza la integridad de la secuencia de bits, ni se asegura la continuidad digital en la red.

- Servicio Portador a 64 Kb/s estructurado a 8 Khz para información de audio a 3,1 Khz:

Proporciona la transferencia de señales digitalizadas a partir de señales analógicas de 3,1 Khz de ancho de banda. Aunque este servicio transmite perfectamente señales de voz, está orientado a la transmisión de datos procedentes de modems que trabajan en dicha banda.

4.1.2. Servicios portadores en modo paquete.

La RDSI puede proporcionar acceso a los servicios portadores en modo paquete en dos modalidades diferentes:

- Mediante conexión de acceso a la Red Pública de Datos por Conmutación de Paquetes. En este caso, la RDSI se limita a proporcionar una conexión por conmutación de circuitos entre el usuario y la puerta de acceso a la RPDCP.
- Mediante servicio de circuito virtual de la RDSI. En este escenario, la RDSI dispondría de los elementos necesarios para soportar la conmutación de paquetes.

4.2. Teleservicios.

Los teleservicios son servicios que, apoyándose en la RDSI, proporcionan servicios más sofisticados. Aquí trataremos los teleservicios cuyas tecnologías hemos considerado más interesantes, aunque muchos de ellos están todavía en fase de desarrollo y habrá que esperar algún tiempo para ver su aplicación en la vida cotidiana.

La clave del desarrollo de la informática móvil está en los avances experimentados por la tecnología de las pantallas de los ordenadores portátiles que actualmente compiten en calidad de imagen, aunque no en precio, con los monitores CTR. La creciente duración de las fuentes de alimentación de los ordenadores portátiles, gracias a sus subsistemas de gestión de consumo, prolongan su autonomía de forma que hoy resulta habitual desplazar fuera de las oficinas a muchos empleados que se mantienen en contacto con ésta a través de la comunicación por modem. Esta variante, el trabajo móvil se complementa con el teletrabajo, o trabajo a distancia, que supone para las empresas un aumento de su productividad al disminuir los gastos generales y aumentar el rendimiento personal de sus empleados.

El comercio no volverá a ser el mismo, ya que la telecompra interactiva (distinta de la venta por TV), conocida como telecomercio, abrirá una nueva ventana al mundo de los bienes y servicios, especialmente para aquellas personas que tengan restringida su movilidad, ya sea por falta de tiempo, minusvalía o edad. Se podrá ir al supermercado virtual sin colas, carritos que empujar, ni problemas de aparcamiento. Podremos deambular por sus estanterías y comprar un producto con la presión de un simple botón. La telecompra afectará a la publicidad: los nuevos interanuncios serán diseñados para un tipo específico de consumidor y tendrán que

incorporar un interés informativo o de entretenimiento adicional al de los anuncios tradicionales. La nueva publicidad interactiva será también sutilmente inquisidora, lo que planteará el problema del almacenamiento, en manos de las empresas vendedoras, de cantidades ingentes de información acerca de los gustos de las personas, con el riesgo de su manipulación y utilización posterior. Finalmente, ámbitos como la telemedicina o la tele-educación, actividades ambas intensivas en información, se verán enormemente potenciados. La telemedicina no moverá físicamente a los pacientes sino electrónicamente la información, lo que se traducirá en nuevas herramientas de ayuda en campos como el diagnóstico, la terapia o la prevención. El uso de las aplicaciones multimedia a través de redes facilitará las consultas entre médicos de distintos centros, la enseñanza de la medicina y los exámenes y diagnósticos de pacientes allá donde se encuentren. En lo que se refiere a la educación, el fenómeno multimedia es el equivalente a inyectarle adrenalina. Se aprenderá donde y cuando se desee y como sea más conveniente: esto chocará con núcleos de conservadurismo educativo que hoy se ven conmocionados por realidades como que un profesor tenga alumnos que saben bastante más que él de ordenadores.

4.2.1. Informática Móvil.

La generalizada necesidad que tienen algunos profesionales de estar en contacto con la información de sus bases de datos o de otros centros, como servicios de información en línea, explica el crecimiento de la demanda de los ordenadores portátiles y, en menor medida, de los PDAs (Personal Digital Assistants) u ordenadores de bolsillo. La base de estas nuevas formas de utilizar las prestaciones del ordenador está, por un lado, en el desarrollo experimentado por la tecnología de las pantallas y, por otro, en la generalización de la telefonía móvil, que libera al usuario de la siempre engorrosa maniobra de desenvolverse entre la maraña de cables y enchufes necesarios para conectarse a la línea telefónica (esto en el mejor de los casos, ya que lo normal es que no exista la toma telefónica adecuada para conectar un modem).

En este sentido, la reciente implantación en nuestro país del GSM (Global System For Mobile Communication) potenciará, todavía más, la utilización de la informática móvil. El GSM es un sistema de telefonía móvil digital para toda Europa que presenta como principales ventajas, en relación con los anteriores servicios analógicos de 450 MHz y 900 MHz, la reducción en el futuro inmediato de los precios de los terminales (como efecto de la economía de escala en su fabricación a dimensión europea) y una mayor seguridad y calidad en las comunicaciones.

La otra gran base para el desarrollo del ordenador portátil es la tecnología de las pantallas electrónicas. Estas son fundamentales para la presentación de información, desde la TV doméstica a la industria del ordenador, pero todavía proliferan los tradicionales tubos de rayos catódicos (CRTs) cuya tecnología no ha podido ser utilizada para obtener un mayor grado de portabilidad. Los avances en este campo, han discurrido por la transición del monocromo al color, recorriendo una amplia gama de tecnologías de las que el cristal líquido es la más extendida actualmente y la que cuenta con más posibilidades de perfeccionamientos futuros.

La pantalla ideal debe ofrecer imágenes brillantes, agudo contraste y alta resolución, así como todos los colores del arco iris. Las pantallas planas, actualmente en desarrollo, son de reducido volumen, poco peso y bajo consumo de energía. Algunas sirven para escribir sobre ellas, como si de papel se tratara; podrán ser colgadas en la pared, como un cuadro, y, en otros casos, llevarlas uno mismo, como un reloj. Este tipo de pantallas dará lugar a una nueva gama de productos que podrán ser utilizados por el usuario de modo personal y permanente para acceder a cualquier tipo de información en cualquier lugar y en cualquier momento.

Las pantallas de cristal líquido LCDs (Liquid Cristal Displays) utilizan las propiedades de un tipo de moléculas orgánicas llamadas cristales líquidos que, como su propio nombre indica, son compuestos que fluyen como líquidos pero tienen un orden cristalino en la disposición de sus moléculas, fase de la materia que parece improbable pero que no es tan rara como puede creerse. Se ha comprobado que un químico orgánico, sintetizando aleatoriamente componentes, podría producir moléculas con propiedades de cristal líquido en uno de cada mil experimentos. Las pantallas de cristal líquido regulan la luz, emitida por un foco localizado en su

parte posterior, que atraviesa diversas capas de polarizadores, compuestos de cristal líquido y filtros de color. La imagen en pantalla se controla por una rejilla de electrodos que determina la cantidad de luz que pasa por cada punto de la rejilla o pixel (contracción de picture element, elemento básico de la imagen).

La tecnología más prometedora es la empleada en las pantallas de matriz activa que, a diferencia de las de matriz pasiva, utilizan una fina película de transistores (TFTs, thin-film transistors) que permite asignar un transistor a cada pixel. Se obtiene así una mejor calidad de imagen y una mayor velocidad de actualización de la pantalla, lo que reviste especial importancia en las aplicaciones multimedia que usan secuencias de vídeo animado. Los TFTs utilizan capas de diferentes materiales para formar el semiconductor, los aislantes y los electrodos, a diferencia de los transistores convencionales que lo hacen sobre la superficie de un único cristal semiconductor. Los TFTs pueden fabricarse sobre cualquier superficie, incluyendo cristal barato.

Actualmente las pantallas TFT ofrecen una calidad de imagen comparable a las CRT, pero a un coste muy superior, todavía el doble que el de las pantallas de matriz pasiva. Ya se ha alcanzado el estándar Super VGA (800 x 600 pixels), los ocho milímetros de grosor, 400 gramos de peso y menos de dos vatios de consumo. Pero el incremento de la demanda de las pantallas TFT (los cálculos indican que se multiplicará por dos en el año 2000) hará que sus precios lleguen a ser competitivos con las CRT, incluso en los dominios de la TV y los ordenadores de sobremesa, no contando con la presión competitiva de otras tecnologías en experimentación.

Ya se han producido experimentalmente pantallas de emisión de campo que no requieren, a diferencia de las TFT, transistores para activar los pixels, con una resolución igual a las LCD y la mitad de grosor. Este tipo de pantallas funcionan de forma parecida a los tubos de rayos catódicos, pero con una diferencia: en lugar de un cañón disparando electrones contra la cara interior de la pantalla, se utilizan millones de ellos, diseñados con técnicas tomadas de la industria de los semiconductores. Un consorcio formado por Motorola, Texas Instruments y Raytheon ha aunado sus recursos para desarrollar esta nueva tecnología.

Los principales obstáculos a la informática móvil vienen dados por la calidad de las pantallas y la infraestructura de comunicaciones inalámbricas. Un tercer obstáculo es la duración de las baterías; en este campo se ha avanzado notablemente en los últimos años persiguiendo un objetivo que ya se ha convertido en un tópico: lograr una duración superior a la de un vuelo transatlántico. Se asume, así, la hipótesis de que todos los usuarios de un ordenador portátil se suben con él a un vuelo de tan larga duración y, además, se pasan las ocho o diez horas correspondientes trabajando de forma febril e ininterrumpida. La hipótesis de trabajo parece un poco exagerada. En todo caso los avances en la tecnología de las baterías permite ya esa poco inteligente posibilidad gracias, paradójicamente, a las llamadas baterías inteligentes que incorporan microcontroladores integrados que monitorizan y comunican información instantánea sobre su estado. Gracias a subsistemas de gestión de consumo, las actuales baterías recargables prolongan la autonomía de los ordenadores portátiles, pudiendo prever su tiempo operativo con una gran precisión y establecer su táctica de gestión de consumo para optimizar la capacidad restante, lo que evita al usuario el riesgo de perder datos en la memoria en caso de que el ordenador deje de funcionar súbitamente por falta de batería.

El factor fundamental de una batería es su tecnología química, estando en cabeza en estos momentos, la de iones de litio y la híbrida níquel-metal (NiMH). Ambas tecnologías superan claramente a la, hasta ahora vigente, de níquel-cadmio. Las baterías NiMH tienen un tiempo de servicio superior en un 40% a las de níquel-cadmio, por lo que están reemplazando a éstas rápidamente y relegándolas a otros aparatos como las herramientas eléctricas. Las baterías de iones de litio tienen una densidad volumétrica de energía que es un 50% mayor que las NiMH, siendo su densidad gravimétrica de energía (energía por unidad de peso) de un 80 %. Por otra parte las células de iones de litio tienen una tasa de descarga bastante reducida (del 10%, frente al 25% de las NiMH), no sufriendo, por tanto, el efecto memoria que acorta la vida operativa de las baterías y que se produce cuando se descargan, parcialmente, repetidas veces: al poco tiempo, la batería empieza a recordar los ciclos parciales, de carga y descarga, reduciendo el voltaje de entrada antes de que su capacidad se agote por completo. Esto se evita –y es un consejo habitual en los teléfonos móviles– descargando totalmente las baterías antes de proceder a una nueva recarga. La tecnología se sigue desarrollando por lo que,

junto a más eficientes fuentes de energía, pronto se lograrán pantallas con mayores resoluciones y menor peso y consumo, lo que las situará en competencia directa con el papel, ya que responderán al toque de un lápiz electrónico. Se conseguirá, de esta manera, no sólo una mayor facilidad de uso de la interfaz con el ordenador (ya no serán necesarios los teclados), sino también la mitigación de un grave problema padecido a escala mundial: la deforestación.

4.2.2. Teletrabajo.

Hoy las posibilidades a que ya nos hemos referido que brindan la informática móvil y las redes de ordenadores permiten la descentralización de los centros de trabajo, una mayor atención de las empresas a la demanda y una más rápida capacidad de reacción en la producción. En otras palabras, mantener simultáneamente una centralización lógica y una descentralización física, aplicables a cualquier tarea intensiva en información. El nuevo papel de la informática distribuida, frente a la informática centralizada, posibilita nuevas formas de trabajo que cambiarán radicalmente la estructura y organización de las empresas, así como la mentalidad y los hábitos de los trabajadores. Éstos no perderán el tiempo en transporte; aquéllas tendrán que entender que ya no es necesaria la vigilancia personal para asegurarse la productividad del trabajador.

Las nuevas tecnologías de comunicación ya hacen mucho más fácil el trabajo fuera de las oficinas. Este hecho, junto a la preocupación creciente por nuevas y más flexibles fórmulas laborales y la dificultad de cambiar de casa cuando se cambia de empleo, explican el crecimiento del teletrabajo. Cada vez son más las personas que se benefician de la posibilidad de trabajar en sus domicilios, posibilidad que es especialmente interesante para aquellos trabajadores que, de otra forma, tendrían menos oportunidades de incorporarse al trabajo: padres con obligaciones domésticas o personas con alguna incapacidad física. Esto no quiere decir que el teletrabajo sea una solución masiva o generalizada. Muchos trabajadores encontrarán esa modalidad de trabajo solitaria y, por lo tanto, poco atractiva. Otros disfrutarán de más comodidades en las instalaciones de sus empresas que en sus propias casas. En los EE.UU. los teletrabajadores ya alcanzan los veinte millones. En Europa la cifra es más modesta, millón y medio, pero con previsiones de crecimiento del 50% anual. En España la cifra no pasa de cincuenta mil, pero también con tasas de crecimiento muy altas. Ya tenemos ejemplos de empresas, desde las pioneras como Rank Xerox o IBM, a las más recientes como British Telecom, que han desplazado servicios de información a operadores que trabajan desde sus casas. Telecom Italia ya ha iniciado un programa con doscientos cuarenta empleados a los que mantiene las mismas condiciones contractuales que a sus compañeros de oficinas, paga la electricidad que consumen en sus casas trabajando y dota a los equipos con que lo hacen de un mecanismo que activa una luz para que sus jefes sepan cuándo inician la actividad. Todo muy latino.

Las ventajas del teletrabajo para la empresa se concretan en un aumento de productividad provocado, en primer lugar, por una disminución de los gastos generales. Menos trabajadores en la oficina supone menos gastos de alquiler, menos consumo de energía y menos costes de amueblamiento. Añadamos a esa disminución de costes de funcionamiento la posibilidad de que una empresa cuente con los servicios de un tipo de trabajador de alta cualificación que exija flexibilidad de tiempo y localización. Finalmente, tengamos en cuenta el aumento de productividad de los propios teletrabajadores. Un empleado o empleada normal comienza su jornada laboral con la antelación suficiente como para, además del arreglo personal, tener tiempo para levantar y dar el desayuno a los hijos. Además, tendrá que llevarlos al colegio con la prisa y el estrés suficiente como para, con un medio de transporte propio o público, llegar a su trabajo entre las ocho y las nueve de la mañana.

Cuando una gran parte de los empleados llegan a sus oficinas, lo primero que necesitan es descansar. Vienen de enfrentarse a una tarea más propia de un sargento instructor de marines que de un ejecutivo, por lo que no se puede esperar que den media vuelta, olviden la pelea de primera hora de la mañana y se pongan a trabajar inmediatamente de forma productiva. Pensemos en el aumento de productividad de muchos de los empleados que pudieran evitar los desplazamientos. En el caso de España, cuatro diarios. En este último supuesto, con

una hipótesis de tiempo medio de traslado de media hora en cada trayecto y 47 semanas laborales de cuarenta horas, el tiempo (y sólo el tiempo, no estamos teniendo en cuenta el coste del transporte ni sus costes sociales como la congestión de tráfico y contaminación) gastado en trasladarse al trabajo sería el equivalente a doce semanas de trabajo, es decir, el 25% de la jornada laboral. Con los ajustes necesarios, estamos hablando de una posibilidad de aumento de la productividad del teletrabajador del 20%, que es una cifra de importancia para aquellas actividades intensivas en mano de obra susceptible de ser utilizada.

Junto a los factores ya señalados que promueven el auge del teletrabajo, cabe mencionar otros de naturaleza fundamentalmente cultural, entre los que destacan las nuevas actitudes ante la vida y la nueva mentalidad ante la empresa y las instituciones. Cada vez en mayor medida, el trabajador valora más su tiempo libre y, en algunos casos, la posibilidad de vivir fuera de la gran ciudad. Por otra parte, los jóvenes de hoy son menos dados a la fidelidad a una empresa o una institución y menos respetuosos con las jerarquías. Al ser más independientes y más audaces, no se sienten comprometidos con su empleador. Estos dos factores inducen el aumento de las actividades laborales subcontratadas por parte de las empresas, con la ventaja para ellas de transformar costes laborales fijos en costes de colaboración variables.

Las modalidades de teletrabajo adoptan tres variantes:

- El trabajador en casa. Implica trabajos con un alto grado de autonomía, que puedan formalizarse y delimitarse con facilidad, para que el trabajador realice, en su casa, unas tareas específicas. Dentro de esta variante así como en la de trabajo móvil, cabe mencionar la práctica del *hoteling*, que consiste en que cuando un trabajador necesita un despacho para entrevistarse con un cliente, lo reserva en su oficina, donde lo tienen preparado para que se sienta a gusto, con su nombre en la puerta y fotos de su familia en la mesa de trabajo, en un intento de creación de un «hogar virtual» que se desmantela en cuanto el teletrabajador vuelve a su casa a trabajar en la «oficina virtual». En algunas empresas, como Ernst and Young, auditores neoyorquinos, los empleados por debajo de los niveles de dirección no tienen mesas y deben reservar un despacho antes de utilizarlo. IBM ha desplazado de sus mesas a 5.000 empleados que trabajan en sus casas, en sus coches o en los despachos de sus clientes, lo que le ha supuesto un ahorro del 20% en el espacio de oficinas.
- Los centros de recursos compartidos. Están dotados de equipos de proceso de datos y telecomunicaciones y están dedicados a prestar servicios telemáticos a otras empresas, especialmente Pymes, ya que de otra forma no podrían acceder a tecnologías utilizadas por la gran empresa.
- El trabajo móvil. Esta variante la constituyen los trabajadores que tienen una movilidad permanente, como los vendedores, los auditores o empleados de los servicios de asistencia técnica a domicilio, para quienes el ordenador portátil y el teléfono móvil son herramientas habituales.

El teletrabajo requiere, por parte del trabajador, algunas condiciones imprescindibles, ya que no está pensado para los alérgicos a la autodisciplina ni para los incondicionales del cotilleo ante la máquina de café. Deberá ser capaz de fijarse objetivos y cumplirlos e imponerse un ritmo de trabajo agotador cuando el volumen de actividad lo requiera. La falta de contacto personal y de soporte inmediato exigen tenacidad frente a una soledad que, en ocasiones, resulta desalentadora.

En lo que se refiere al equipo necesario, lo más corriente es –aparte de un ordenador con un procesador mínimo 486/66, 8–16MB de RAM, CD-ROM y 500MB HD– la línea telefónica, un fax y un modem a 14.400 baudios. Para los teletrabajadores que requieran un mayor ancho de banda, ya es posible, en nuestro país, contratar una línea RDSI con dos canales de 64 kbps. Para aquellos que tengan una gran movilidad, la entrada en servicio del GSM ya les permite transmitir datos con un ordenador portátil provisto de una tarjeta PCMCIA conectable a un teléfono GSM.

El término *groupware* se utiliza para referirse a un sistema diseñado de forma que sus usuarios puedan interactuar entre ellos y la información. Una de las aplicaciones de *groupware* más prometedoras es la videoconferencia, que supone la posibilidad de ver al interlocutor cuando se habla con él al transmitir sonido e

imagen a través de la RDSI. La utilización generalizada de este tipo de herramientas, en un futuro inmediato, ayudará a resolver algunos de los problemas actuales como el aislamiento del teletrabajador.

El teletrabajo ya está creando, a su vez, un nuevo negocio. Algunas empresas, como la estadounidense Ameritech, han iniciado una línea de negocio dirigida al suministro de equipos y asesoramiento a aquellas empresas que establezcan planes de teletrabajo, ofreciéndoles servicio técnico de veinticuatro horas y mantenimiento y reparación de los equipos en el domicilio del teletrabajador. Como resultado de la entrada de Ameritech en el negocio del suministro al teletrabajador y su consejo en cuanto a las ventajas de utilizar la RDSI, la empresa ha visto incrementadas las ventas de este tipo de líneas.

Dentro del retraso típico con que en Europa adoptamos las modas, cabe señalar que el Informe Bangemann recomienda al Consejo Europeo, como primera aplicación, el teletrabajo, proponiendo la creación de centros piloto en 20 ciudades con objetivo de que, a finales de 1995, participen al menos 20.000 trabajadores. El objetivo propuesto es que en 1996 sean teletrabajadores el 2% de la población activa europea y que se llegue a diez millones en el año 2000.

Los efectos del teletrabajo ya vienen siendo muy importantes en el escenario transnacional. En 1991, Swissair trasladó 120 puestos de trabajo de billeteaje a Bombay con un ahorro de seis millones y medio de dólares, una media de 54.000 dólares por puesto de trabajo (los salarios indios eran la tercera parte de los suizos). Texas Instruments Inc. diseña sus más sofisticados procesadores en la India. Motorola ha desplazado trabajo de diseño de programación y equipos, no sólo a la India, sino a China, Singapur, Hong Kong y Taiwan. Las nuevas tecnologías de comunicación ya están poniendo en peligro los puestos (incluso los más cualificados) de los trabajadores de cuello blanco de Occidente, por los salarios enormemente competitivos de sus colegas de otros países. Algunos ya predicen el ahondamiento de las diferencias entre las clases ricas y las pobres al desaparecer prácticamente la clase media, constituida, en lo esencial, por ese tipo de trabajadores.

4.2.3. Telecomercio.

Uno de los bienes más escasos en cualquier hogar activo o en el que trabajen los dos cabezas de familia es el tiempo. Y piénsese en la cantidad de tiempo que consume el abastecimiento de un hogar formado por cuatro o cinco personas sólo por lo que se refiere a la alimentación (los de mayor tamaño ya requieren auténticas operaciones de logística). No es el acto en sí de comprar lo que consume tiempo, sino el desplazamiento y el aparcamiento, factores especialmente gravosos cuando se trata de adquirir algún tipo de mercancía que requiere la visita a varias tiendas para comparar precios y calidades.

La compra desde los hogares se ha venido realizando a través de dos modalidades: la venta por catálogo y la televenta. La venta por catálogo en nuestro país representa tan sólo el 0,6% del comercio minorista total, exceptuando la alimentación. Alemania llega al 5 % y los EE.UU. baten todos los años sus récords a base de tiradas masivas que rebasan la media de 100 catálogos al año por cada uno de los casi cien millones de hogares americanos. La venta por televisión en España alcanza los 15.000 millones de pesetas anuales, de los que más de la mitad son facturados por la empresa líder del sector, La Tienda en Casa, filial del Corte Inglés.

La venta por televisión está a mitad de camino entre la venta por catálogo y la compra interactiva (a partir de ahora nos referiremos a la otra cara de la moneda: la compra). En la telecompra, el comprador ve un artículo en un anuncio o un canal específico de televenta, decide su compra y la efectúa a través de una llamada de teléfono, pagando con una tarjeta de crédito. La compra interactiva, a diferencia de la telecompra, supone que el comprador utiliza la propia TV para ordenar su adquisición. Este último tipo de compra interactiva es la modalidad del futuro y su generalización se facilita por la extensión de tecnologías que, hasta ahora, no estaban disponibles.

Con un sistema de compra interactiva, el comprador utiliza una serie de menús que lo conducen al tipo de producto que desea para analizar sus características a través de la explicación proporcionada por el ordenador

servidor del canal de compra. Las explicaciones serán más rigurosas y, desde luego, más pacientes que las de un empleado humano. Se podrá contemplar un videoclip en que se muestre la utilización práctica del producto y, en el caso de prendas de ropa, se podrá asistir a un ejercicio de simulación de «cómo nos queda». Finalmente tendremos la posibilidad de elegir el precio más competitivo entre todos los proveedores posibles.

Una de las grandes cadenas minoristas británicas, Sainsbury, ya ha puesto a punto una experiencia de supermercado virtual, sobre la base de un ordenador personal con procesador Pentium y un paquete de software comercial de realidad virtual. En ese supermercado virtual, sin colas, ni carritos que empujar, ni problemas de aparcamiento, se puede deambular por las estanterías y comprar un producto con la presión de un simple botón. Se puede ver cómo una mano retira el objeto elegido de la estantería y aparece en la caja de pago, momento en que se pueden reconsiderar las compras y cancelar algunas de ellas.

La compra interactiva abre una nueva ventana al mundo de los bienes y los servicios para aquellas personas que tienen restringida su movilidad, ya sea por falta de tiempo, minusvalía o edad. Además de ser un sistema de compra práctico, también puede ser divertido, pues se podrá «pasear» y «curiosear», desde casa, por el contenido de un gran almacén con resultados parecidos a los de una visita real. Bien es cierto que no dejarán de existir los grandes almacenes por la dimensión social y de entretenimiento con que completan su actividad comercial, en forma de diversiones complementarias como cines o cafeterías y restaurantes. La compra interactiva cambiará el comercio alterando los escalones tradicionales de fabricante, mayorista y minorista. Si son los fabricantes quienes producen los spots de sus productos en TV será inevitable que utilicen ese mismo medio para entrar en contacto directo con los consumidores. Esto supondrá la desaparición o, en el mejor de los casos, la drástica disminución de los almacenes mayoristas, lo que ya venía sucediendo al margen de la compra interactiva. (Walt Disney o Sony, por citar dos ejemplos, ya hace tiempo que tienen sus propias tiendas abiertas al público.) De hecho, esta tendencia se ha traducido, en los EE.UU., en la pérdida de 250.000 empleos en el sector del comercio mayorista desde 1989.

La publicidad se verá también afectada. Cambiará su naturaleza. Será más incisiva e invasiva. En la televisión interactiva, los anuncios o spots actuales tendrán que adaptarse para aprovechar las nuevas posibilidades de información al consumidor. Serán interanuncios diseñados para un tipo específico de consumidor que ya no estará irremediabilmente expuesto al bombardeo de la publicidad «generalista», porque elegirá la programación de TV en régimen de vídeo bajo demanda. Los interanuncios habrán de incorporar un interés informativo o de entretenimiento adicional, de una calidad tal que haga que el espectador «pida» verlos después de haber visto el programa de TV elegido: al ser interactivos podrán obtener del espectador información de gran utilidad.

Pensemos en los distintos aspectos relevantes de la compra de un automóvil para un joven de veinticinco años o un adulto de sesenta. Es evidente que mientras que para uno importarán más aspectos como el color y las prestaciones del motor, para otro serán la seguridad y la facilidad de conducción los más relevantes. Un interanuncio actuará como un buen vendedor inquiriendo (no olvidemos, es interactivo) hasta las más pequeñas peculiaridades de los gustos del comprador potencial. Partiendo de la base de que el interanuncio será diseñado para ser visto en lugar de ser evitado, tendrá que hacer algo con valor a nivel personal, que añada interés y diversión al mero contenido comercial. Las agencias de publicidad tendrán que afrontar nuevos retos de creatividad.

Pero esta nueva forma de publicidad, sutilmente inquisidora, planteará el problema del almacenamiento en manos de las empresas vendedoras de cantidades ingentes de información acerca de los gustos de las personas, que podrán ser manipuladas por los ordenadores del sistema de compra interactiva y exprimidas como si del jugo de una naranja se tratara. Ya hoy, sin la compra interactiva, cada vez que utilizamos una tarjeta de crédito para comprar un billete de avión, pagar un hotel, la factura de un restaurante o efectuar cualquier otra compra, vamos dejando en los ordenadores de la empresa emisora de la tarjeta (y también en los del Ministerio de Hacienda) rastros de nuestras preferencias y gustos que, en ocasiones, se convierten en una mercancía objeto de compraventa por parte de las distintas empresas interesadas en conocer nuestras

proclividades como consumidores.

El que todo ese cúmulo de información personal se acumule en una sola red plantea el problema del uso que de ella se puede hacer. La sombra del Big Brother, no suficientemente intimidatoria en la actualidad, dada la dispersión de la información recogida, puede sobrecogernos en un futuro en que esa información, detallada y en grandes cantidades, se almacene y, por tanto, se posea por una sola institución. Entretanto, y por volver al comercio electrónico, señalaremos que el gobierno de los EE.UU. ya ha decidido que, para mediados de 1997, todas sus compras y las de sus distintas agencias serán efectuadas a través de una red, no sólo para el cierre de las operaciones mercantiles, sino también para todo el proceso de búsqueda de proveedores, publicación de concursos, recepción de ofertas y, cuando la naturaleza de la compra lo permita, recepción del servicio de que se trate.

4.2.4. Telemedicina.

La medicina es una actividad intensiva en información. Hace un uso permanente de informes alfanuméricos (tanto escritos como verbales) y de imágenes. El volumen de información referida a sus proveedores y pacientes, así como la generada por la relación administrativa de la actividad médica con organismos como la Seguridad Social o las compañías de seguros, hace del mundo de la sanidad un ámbito amplio del empleo de las tecnologías multimedia. Se ha estimado que, el manejo de esa ingente masa de información consume cerca del 25 % de los recursos de un sistema sanitario que, por otra parte, alcanza ya tamaños muy relevantes en muchos países: en España, el 7% del P.I.B., siendo el primer empleador del sector servicios (en torno al 5 % de la población activa).

El envejecimiento progresivo de la población, junto a nuevos y graves problemas sanitarios como el SIDA, son aspectos que consumirán crecientes recursos económicos y saturarán la capacidad de prestación de servicios adecuados por parte de los distintos sistemas sanitarios. Una variante del teletrabajo, analizado en el apartado anterior, ayudará a resolver la congestión creciente de los servicios sanitarios, cuya demanda va a seguir creciendo en el futuro: la posibilidad de mover electrónicamente la información sin trasladar físicamente a los pacientes. Esto se traducirá, por un lado, en el soporte operativo del sistema sanitario, y en nuevas herramientas de ayuda en campos como el diagnóstico, la terapia o la prevención. Tema distinto, aunque no menos importante, es el capítulo de mejoras tecnológicas que la informática y las nuevas técnicas de vídeo han supuesto para actividades médicas como las quirúrgicas o el diagnóstico, de las que también nos ocuparemos, brevemente, más adelante.

El médico necesita toda la información posible sobre el pasado y el presente del paciente, incluidos también los datos sobre su entorno vital y profesional y la posibilidad de contar con un rápido acceso a la información útil de otros especialistas relacionada con casos similares. No es difícil imaginar la imposibilidad manifiesta de un médico, que tiene que vérselas con un paciente cada 15 minutos, para encontrar la información –en muchos casos manuscrita–, interpretarla y rellenar sus huecos (normalmente, también a mano) con la información verbal del paciente sobre la marcha, para reescribir por enésima vez su historia clínica. A la atenuación de estos problemas está dirigida la nueva CPR (computerized patient record) o historia clínica digital propuesta por el Institute of Medicine americano que, en su informe, identifica cinco objetivos:

- Apoyo del cuidado del paciente y mejora de su calidad de vida.
- Mejora de la productividad de los profesionales de la salud y reducción de los costes administrativos y financieros de la sanidad.
- Apoyo a los servicios de investigación sanitaria.
- Acomodación a los futuros desarrollos en materia de tecnología, política, dirección y financiación sanitaria.
- Asegurar la confidencialidad de los datos de cada paciente en todo momento.

Los actuales estándares de historias clínicas, compuestos por una amalgama de textos impresos o manuscritos,

radiografías, electrocardiogramas, datos de pruebas analíticas, etc., no cumplen estos objetivos.

Las CPRs actuales parten de la consideración del hospital como un proveedor primario y, en ocasiones único, de cuidados sanitarios, lo que era apropiado y relativamente efectivo hasta hace poco tiempo. Con la descentralización de la sanidad, el incremento de la medicina especializada y las alianzas institucionales, esa consideración ya es menos apropiada. Fuera de las instituciones individuales, la información de las historias clínicas también se está descentralizando, simultáneamente con los cambios experimentados en las relaciones entre proveedores de cuidados sanitarios, pacientes y fuentes de financiación. Las historias clínicas cambiarán del modelo centralizado a un modelo longitudinal; podrán ser recabadas por los pacientes desde cualquier parte del mundo en que se encuentren, lo que es especialmente importante dada la movilidad de las personas pertenecientes a determinadas profesiones o actividades de carácter multinacional.

El uso de las aplicaciones multimedia a través de redes, y especialmente las de vídeo interactivo, facilitarán las consultas entre médicos de distintos centros, la enseñanza de la medicina y los exámenes y diagnósticos de pacientes allá donde quiera que se encuentren. Los hospitales locales o rurales tendrán acceso a los especialistas y a la capacidad de investigación e información de los grandes hospitales. Ya se utilizan simuladores laparoscópicos con técnicas de realidad virtual que permiten a un cirujano operar sobre una anatomía generada por ordenador que simula fidedignamente situaciones reales, como la resistencia ofrecida por un hueso o la hemorragia de una incisión (no olvidemos que desde hace tiempo se utilizan simuladores para el entrenamiento de pilotos tan realistas que éstos pasan a volar con pasajeros en su primer vuelo real). Se llegará incluso a la atención telemédica en el hogar del paciente, que podrá autodiagnosticarse desde su casa con la ayuda de conocimiento médico.

Algunas herramientas actuales ya están demostrando su utilidad en tareas específicas como la predicción de un ataque de corazón. El largo nombre de instrumento predictor sensitivo-temporal de isquemia coronaria aguda permite a los médicos determinar con rapidez si un paciente está experimentando un ataque de corazón, utilizando un programa de ordenador en el que el médico introduce datos del paciente, como el sexo, edad, nivel de dolor torácico, etc. Esta información, junto con el resultado del electrocardiograma, predice en minutos lo que tradicionalmente requería horas y el consiguiente análisis de sangre. De esta forma se evita enviar a sus casas a pacientes sin el tratamiento adecuado debido a un diagnóstico erróneo y se reducen drásticamente los ingresos innecesarios de pacientes en las unidades de cuidados intensivos (se calcula que la mitad de pacientes no sufren realmente un ataque de corazón). Todo ello redundará, lógicamente, en ahorros muy considerables de recursos.

En el terreno de la investigación médica, las redes de ordenadores ya están desempeñando un papel decisivo. Ron Kikinas, profesor de la facultad de medicina de Harvard, dirige un proyecto que transforma la información de los claustrofóbicos escáneres de resonancia magnética en mapas de tres dimensiones del cerebro humano. Las imágenes son procesadas y analizadas en veinticinco potentes ordenadores en red y dos superordenadores conectados a seis escáneres de resonancia magnética y cuatro de tomografía. Miembros del equipo de investigación trabajan, desde el Instituto de Investigación del Cáncer de Heidelberg y desde Nueva York, colaborando en la segmentación de distintas estructuras del cerebro usando la Net para «entrar» en los ordenadores de Boston.

La anterior es una de las muchas muestras de cómo la investigación médica se ve facilitada con la superación de la dificultad, en tiempo real, de los distintos centros de trabajo y de las distancias, por muy grandes que éstas sean. Por cierto, la actividad empresarial no se queda a la zaga de la actividad científica. Un centro de radiología de New Jersey ya se anuncia en los periódicos explicando que no es necesario limitarse a exámenes menos rigurosos para evitar la claustrofobia de los escáneres de resonancia magnética de túnel: utiliza escáneres abiertos de la última generación e invita a llamar a un número de teléfono gratuito para informarse de las características de sus «amigables» instalaciones, sin problemas de aparcamiento, ni procedimientos de registro y servicios impersonales al uso y con el resultado de imágenes mucho más detalladas que las de otros escáneres para un diagnóstico más rápido y seguro. El anuncio es también una magnífica muestra de la

eficacia empresarial americana.

En el capítulo de técnicas quirúrgicas, los avances de la tecnología reducen los peligros de las intervenciones y los periodos postoperatorios. Los pacientes que requieren una operación a corazón abierto (medio millón al año en los EE.UU.) saben por experiencia propia que la denominación es demasiado suave para un procedimiento tan violento. Los cirujanos hacen una incisión en el pecho de unos treinta y cinco centímetros para abrir el esternón y acceder al corazón para una típica operación de bypass. La recuperación de ese estropicio puede llevar meses, con riesgos de infección y otras complicaciones.

Los cirujanos de la Universidad de Stanford utilizan ya una técnica que constituye el mayor avance en décadas en la cirugía a corazón abierto: con media docena de pequeñas incisiones de un centímetro se introducen catéteres y, a través de ellos, con la ayuda de tecnologías de visualización, se opera con instrumentos adecuados que se manejan con precisión, dado que se cuenta con una clara visión tridimensional dentro del cuerpo del paciente. El dolor postoperatorio se reduce a unas horas, la estancia en el hospital a dos días y la recuperación a una o dos semanas. Al ser una técnica mínimamente invasiva, además de reducirse el riesgo de infección, el período de recuperación es directamente proporcional al trauma quirúrgico. Por otra parte, esta técnica no requiere parar y colocar aparte el corazón mientras que el paciente se conecta mediante tubos a la máquina que lo reemplaza. Desaparece, por tanto, el riesgo de operar a corazón abierto sobre una masa palpitante de músculo cardíaco.

Señalaremos, para terminar, que también dentro de las recomendaciones del Informe Bangemann, a que ya hemos hecho referencia, se propone como séptima aplicación el establecimiento de una «red de redes» de comunicación directa basada en normas comunes que interconecte a los médicos generalistas, los hospitales y los centros sociales a escala europea. Se beneficiarán así los ciudadanos, en cuanto pacientes, de una mejora sustancial de la asistencia sanitaria (mejores diagnósticos gracias al acceso en línea a especialistas europeos, reservas en línea de análisis y servicios hospitalarios por parte de médicos en toda Europa, estudios de compatibilidad para trasplantes, etc.).

4.2.5. Tele-educación.

La enseñanza no ha cambiado demasiado a lo largo del siglo. Los profesores siguen dando las clases, con sus ejemplos y sus preguntas, tal como ya lo venían haciendo los antiguos griegos en los primeros años de la moderna civilización. Las escuelas, y sus profesores, suelen ser núcleos de conservadurismo que hoy se ven conmocionados por realidades como que un profesor tenga alumnos que saben bastante más que él de ordenadores, lo que hoy es ya habitual. Los viejos canales de interactividad (profesor con el material docente y el entorno; alumno con el profesor, material docente y el entorno) pasan a ser potenciados de tal forma que la educación ha de ser repensada y redefinida. Incluso la escuela o la universidad, como reductos físicos donde se imparte enseñanza, pasarán a ser aulas virtuales en las que el educando se beneficiará de la libertad que el uso de los ordenadores da a sus usuarios. Se aprenderá donde y cuando se desee y como sea más conveniente.

La explosión del CD-ROM, la Net y el nuevo software que facilita las comunicaciones y la navegación por los servicios de información en línea, constituyen un nuevo arsenal de herramientas educativas que, tan sólo, han empezado a dar sus primeros pasos. Como alguien ha señalado, refiriéndose a la multimedia, «es como bombear adrenalina en el mercado de educación». El nuevo arsenal de herramientas educativas requiere la formación del profesorado como requisito indispensable para su uso generalizado. Si los profesores no son capaces de utilizar los nuevos medios, por omisión, impedirán que sus alumnos lo hagan. La solución estará en que por cada peseta gastada en equipos se gaste otra en formación del profesorado.

Las ventajas educativas del empleo de la Net en la enseñanza primaria han sido destacadas por el Consejo Nacional de Investigación americano:

- Acceso a información más actual, lo que incrementa la motivación de estudiantes y profesores.
- Acceso a información actual más precisa, tanto en ciencias sociales, naturales o físicas.
- Familiarización de los profesores, administradores y estudiantes con las tecnologías informáticas y de comunicación, con ventajas educacionales y de preparación para el mundo laboral.
- Desarrollo de colaboraciones entre estudiantes, profesores y administradores que lleva a intereses y experiencias comunes con independencia del lugar, fortaleciendo el sentido de pertenencia a una o más comunidades.
- Capacitación para una adquisición más activa de información y conocimiento, con un incremento de la interacción en el proceso educativo y mayor facilidad en el acceso a fuentes primarias de información.
- Refuerzo de la capacidad de lectura, escritura, localización de información y planteamiento y solución de problemas.
- Posibilidad de establecer un puente entre el hogar y la escuela, a través de la Net con los padres y tutores, que estarán informados de la marcha del alumno, sus tareas, actividades escolares, contenido y estructura de los programas, etc.

Las ventajas de la nueva tecnología educativa pueden agruparse en cuatro aspectos diferentes:

- Interactividad, ya que los ordenadores pasarán de ser simplemente reactivos a interactivos, pudiendo tomar iniciativas y actuar como ayudantes personales.
- Posibilidad de que los ordenadores estén omnipresentes en todos los medios actuales (desde libros a instrumentos musicales), con lo que el educando podrá elegir con toda facilidad el medio a través del que quiera recibir la enseñanza.
- La información podrá ser presentada desde diferentes perspectivas: en texto, en imagen, en gráfico, desde atrás, desde adelante, desde dentro ó desde fuera, pudiéndose reunir conceptos importantes de diferentes fuentes.
- La utilidad fundamental del ordenador está en la posibilidad de construir un modelo dinámico de una idea a través de su simulación. Se podrán comprobar teorías en conflicto. La posibilidad de «ver» con esas potentes representaciones del mundo equivaldrá al paso del sentido común a las matemáticas.

Los profesores no podrán ser sustituidos por los ordenadores, ya que éstos son meras herramientas de apoyo y estímulo a la educación que aumentan la eficacia de los profesores y que, probablemente, serán más guías en materia de información que simples repetidores de material educativo enlatado. Este cambio irá acompañando los niveles de educación correspondiente a las edades del sentido común de un mayor grado de responsabilidad de los propios estudiantes en su educación. Pero serán los profesores quienes les eviten caer en la trampa de la educación basura: aquella en la que la representación de las ideas sustituya a las ideas mismas, la educación superficial, en lugar de enseñar a pensar por uno mismo. Se ha comparado este tipo de educación con ser invitado a un gran restaurante para comer la carta, en lugar de la comida.

Tendremos que diferenciar la carta de la comida y poder pasar de una a la otra. ¿O llegaremos a no leer ni la carta, contentándonos –y engañándonos– con que la carta esté ahí? El acceso instantáneo de los educandos a un cúmulo de información mundial podría atontarlos en lugar de iluminarlos. De ahí que el papel de los profesores tenga que seguir siendo fundamental en la guía, consejo y utilización de las masas de información crecientes que lo inundarán todo. Los nuevos paradigmas educativos que sustituirán a los antiguos supondrán distintas implicaciones tecnológicas, tal como refleja el siguiente cuadro:

VIEJO MODELO	NUEVO MODELO	IMPLICACIONES TECNOLÓGICAS
Clases en aulas	Exploración individual	Ordenadores en red con acceso a información

Absorción pasiva	Aprendizaje	Modelo de simulación
Trabajo individual	Aprendizaje en equipo	Colaboración a través del correo electrónico
Profesor supersabio	Profesor consejero	Acceso a expertos a través de red
Contenido estable	Contenido cambiante	Necesidad de redes y herramientas de edición

En el campo de la investigación, la evolución de las redes con la adopción de la teleconferencia, el correo electrónico multimedia y la edición electrónica, supondrán las siguientes posibilidades:

- Comunicación, vía correo electrónico, con otros investigadores de cualquier parte del mundo.
- Transferencia de archivos de datos entre investigadores y entre éstos y las bases de datos.
- Contribución, participación y acceso a noticias de todo tipo (anuncios de conferencias, avances en campos específicos, etc.).
- Búsqueda electrónica de referencias.
- Acceso a ordenadores especiales de gran capacidad o con instrumentación de sensores.
- Acceso a instrumentos de investigación remotos controlados a distancia.

Las bibliotecas son las instituciones que, por su propia naturaleza, se verán más influidas por las nuevas tecnologías. En un país como los EE.UU., que tiene la red más extensa del mundo (15.500 bibliotecas), éstas son utilizadas por más de la mitad de la población adulta y el 75% de los niños de tres a ocho años de edad. La mayor parte de ellas ya ofrecen servicios electrónicos de información (el 80% de la bibliotecas públicas y el 99% de las académicas). De las que atienden a núcleos urbanos de más de 100.000 habitantes, cuentan con bases de datos en CD-ROM un 80%, búsqueda a base de datos remotas el 75%, ordenadores personales el 70%, software el 60% y acceso telefónico al catálogo un 30%. Si el panorama americano nos puede servir a los españoles de ejemplo para el futuro –con el natural retardo–, se puede inferir hacia dónde irán nuestras futuras bibliotecas, que, en un primer momento, se podrían convertir en casi ubicuos centros de conexión a la Net proporcionando su acceso en régimen de servicio público.

En sus recomendaciones al Consejo de Europa, el informe Bangemann, al que ya nos hemos referido, también propone como tercera aplicación el establecimiento de una red avanzada transeuropea de banda ancha y alta definición, de universidades y centros de investigación, que soporte servicios interactivos.

4.3. Servicios suplementarios.

Los Servicios Suplementarios modifican o complementan a un determinado servicio portador/teleservicio logrando funcionalidades diferentes. No tienen entidad ni significado si no están asociados a algún tipo de servicio portador/teleservicio y no pueden ofrecerse a un usuario como un servicio independiente.

La gama de servicios suplementarios es muy extensa, pudiendo crecer en el futuro a medida que las centrales RDSI vayan incorporando nuevas facilidades.

Aunque estos equipos son funcionalmente idénticos a los de las redes ya existentes y están disponibles en centralitas digitales, equipos multilínea, etc., otros sin embargo, son una auténtica novedad y sólo son posibles debido a la señalización de red y de usuario que incorpora la RDSI.

Una muestra de estos servicios es la siguiente:

- **PRESENTACIÓN DE IDENTIDAD DEL USUARIO LLAMANTE (CLIP)**

Permite al usuario, cuando actúa como abonado llamado, recibir la identidad del número llamante en caso de disponerse de ésta en la central local de destino.

- **RESTRICCIÓN IDENTIDAD DEL USUARIO LLAMANTE (CLIR)**

Hace que la red (y por tanto, sin que sea precisa ninguna actuación por parte del usuario) restrinja la identidad del usuario cuando éste actúa como abonado llamante a todas sus llamadas salientes.

- **PRESENTACIÓN DE IDENTIDAD DEL USUARIO CONECTADO (COLP)**

Permite al usuario, cuando actúa como abonado llamante, recibir la identidad del número conectado (el que acepta la llamada), caso de disponerse de ésta en la central local de origen. Con este servicio, el usuario llamante podrá constatar si el destino final de la llamada es distinto del indicado a la red mediante el número llamado como ocurre, por ejemplo, en presencia de desvíos.

- **RESTRICCIÓN IDENTIDAD DEL USUARIO CONECTADO (COLR)**

Hace que la red (y por tanto, sin que sea precisa ninguna actuación por parte del usuario) restrinja la identidad del usuario cuando éste actúa como abonado llamado a todas sus llamadas entrantes aceptadas.

- **MÚLTIPLES NÚMEROS DE ABONADO (MSN)**

Permite asignar múltiples números de RDSI a una sola interfaz.

- **MARCACIÓN DIRECTA DE EXTENSIONES (DDI)**

Permite a un usuario llamar directamente a otro usuario que depende de una centralita o cualquier otro sistema privado conectado a la RDSI. En otras palabras, permite realizar una selección directa de extensiones en fase de establecimiento de la llamada; es decir, sin postmarcación.

- **INDICACIÓN DE LLAMADA EN ESPERA (CW)**

Este servicio permite al abonado servicio recibir una indicación, cuando tiene los canales B de su acceso básico ocupados, de la existencia de una nueva llamada entrante. Una vez el usuario se ha percatado de la existencia de una llamada entrante en espera podrá aceptar ésta, rechazarla, o ignorarla.

- **LÍNEA DIRECTA SIN MARCACIÓN (LDSM)**

Este servicio permite a los abonados RDSI suscritos efectuar llamadas sin ningún tipo de marcación hacia un destino previamente determinado por el propio usuario. El destino puede ser modificado a voluntad del usuario y verificado por éste en cualquier momento. Así mismo, el suscrito puede, si lo desea, desactivar el servicio. Están definidas dos modalidades:

- **Línea directa sin marcación con establecimiento inmediato.**

En la que la red inicia inmediatamente los procedimientos de establecimiento de la llamada con el destino preprogramado tan pronto como percibe que el terminal ha descolgado.

- **Línea directa sin marcación con establecimiento diferido.**

En la que la red, una vez ha recibido una indicación de toma de línea sin información de direccionamiento, permanece 5 segundos a la espera de una posible marcación de un número de destino distinto del preprogramado. Transcurrido este tiempo sin marcación adicional, se inician los procedimientos de establecimiento de la llamada con el destino preprogramado.

- DESVÍO DE LLAMADAS (CFU)

Este servicio permite al usuario X registrar una dirección Y hacia la cual se desviarán, incondicionalmente, todas las llamadas dirigidas hacia la dirección X, siempre que los otros atributos del número (por ejemplo, restricción de llamadas salientes) lo permitan.

- IDENTIFICACIÓN DE LLAMADA MALICIOSA (MCID)

Permite a un usuario solicitar de la red la identificación y registro de una llamada dirigida a él.

En particular, la red guardará registro de:

- Identidad del usuario llamante.
- Identidad del usuario llamado.
- Fecha y hora en que se invocó el registro.

5. RDSI. Un poco de historia.

Antes de hablar de como está implementada esta nueva tecnología, cuáles son los esquemas de instalación de esta nueva tecnología, y de explicar los protocolos que utiliza (necesarios para controlar dispositivos RDSI), hemos pensado que sería adecuado explicar brevemente como se ha ido desarrollando el concepto de RDSI, y como surgió la necesidad su implantación en el mundo entero.

Por lo tanto, vamos a ver a modo de breve introducción como se desarrollaron los acontecimientos, hasta llegar a nuestros días (en lo que a comunicaciones se refiere).

- Años 60: Se encuentra la solución a un viejo problema, la pérdida de calidad de sonido en las llamadas a larga distancia. La solución consistía en utilizar canales de larga distancia digitales; en estos canales la voz era digitalizada y enviada como datos numéricos, volviéndola a convertir en una señal analógica en el otro extremo de la línea (figura 1).

Puesto que en los enlaces digitales la información no sufre deterioro, las llamadas continentales podían tener la misma calidad de sonido que las llamadas locales. El esquema de digitalización elegido fue tomar muestras, que en Europa eran de 8 bits y en EE.UU. de 7 bits, a una velocidad de 8000 muestras por segundo ; esto significaba que estos canales debían funcionar a 64000 bits por segundo en Europa (8 bits * 8000 muestras) y 56000 bits por segundo en EE.UU. (7 bits * 8000 muestras).

- Años 70: Las compañías telefónicas se enfrentan a un nuevo desafío; las grandes empresas están interesadas en poder interconectar sus ordenadores; para satisfacer esta nueva demanda se crean las primeras redes experimentales de transmisión de datos.
- Año 1984: Asamblea general de la CCITT. Este organismo, dependiente de la ONU, tiene como función establecer los estándares técnicos utilizados en telefonía, con el fin de garantizar la compatibilidad entre los equipos de las diferentes compañías. En esta reunión se habla de los canales digitales, del imparable aumento de las comunicaciones por ordenador y de las nuevas demandas ya aparecidas o de previsible aparición (fax, videotexto, videoconferencia, televisión por cable,... (todas ellas las explicaremos en este trabajo)), y se toma una decisión histórica: la red telefónica mundial deberá reconvertirse en una red de transmisión de datos. El plan es que , en el siglo XXI, las típicas

líneas analógicas utilizadas por los teléfonos de voz se habrán sustituido por líneas digitales capaces de ofrecer cualquier tipo de servicio, inventando o por inventar; esta nueva red se bautiza con el nombre de RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).

La idea era muy buena, pero presentaba un problema enorme, la construcción de esta red. Si se quería que el proyecto fuera viable, la nueva RDSI debía crearse a partir de la vieja red de voz. El esquema finalmente elegido fue el de un desarrollo en dos fases; en una primera fase se sustituirían las viejas centrales de relees por nuevas centrales computerizadas, que aunque serían compatibles con los sistemas antiguos podrían ofrecer los servicios requeridos por la nueva red; paralelamente, todos los canales de comunicación (no solo los de larga distancia) se irían reconvirtiendo en canales digitales. Esto permitiría la existencia de un período de transición durante el cual estarían entremezclados enlaces analógicos y digitales ([figura 2](#)) y que concluiría en la RDI (Red Digital Integrada), una red en la que el único enlace analógico sería el que une el teléfono del abonado con la central ([figura 3](#)). Llegados a este punto, se entraría en la segunda fase, que consistiría en alargar los enlaces digitales hasta los abonados ([figura 4](#) y [figura 5](#)); la RDSI habría nacido.

- Años 90: Muchos países han completado la construcción de la RDI; puede ponerse en marcha la RDSI. Esta es la situación actual: como puede verse en la [figura 3](#), en el contexto de la RDI el teléfono del abonado está conectado a un conversor analógico/digital que convierte la señal eléctrica en información binaria que será transmitida a través de un canal de datos; en el otro extremo del canal, un conversor digital/analógico reconstruye la señal original. No olvidemos que en la red telefónica, el canal de voz es la unidad básica de funcionamiento; esto significa que la RDI estará formada por grupos de canales de 64 kbps. En Europa y 56 kbps. en EE.UU., lo que también supone que esta deberá ser la velocidad de los canales RDSI.

6.1. Europa y las recomendaciones para RDSI.

Europa ha sido el escenario de las primeras pruebas de la RDSI. Por ejemplo, Alemania ha concluido una prueba en diez ciudades, utilizando dos centros de conmutación RDSI en Stuttgart y Mannheim. El Ministerio de Comunicaciones alemán proporciona el interfaz S de la RDSI y el Adaptador Terminal (TA) para que los ETD existentes puedan utilizar el sistema. El sistema alemán emplea un TA X.21 para los interfaces X.21 de 2,4 y 64 kbps. y un TA X.21/bis para los modems de la serie V de 2,4 y 64 kbps. El Ministerio de Comunicaciones de Alemania Occidental, el Deutsche Bundespost, estima que en el año 2000 habrá 6 millones de abonados a RDSI.

El Ministerio de Comunicaciones Italiano comenzó sus ensayos de la RDSI en 1984, y ha incluido en su prototipo teléfonos digitales, vídeo de barrido lento y equipos interactivos de datos. Uno de los aspectos interesantes de la versión italiana es que permite conectarse también a la red de paquetes X.25. Los primeros abonados al sistema italiano fueron cuatro grandes empresas. SIP, la principal compañía telefónica de Italia, estimó que hacia 1990 el 90 por ciento de los bucles locales serían digitales.

El Reino Unido fue uno de los primeros países en introducir sistemas digitales integrados. El sistema inglés, conocido como IDA (Integrated Digital Access) está orientado a grandes usuarios. Su estructura está construida en torno a la familia de servicios System X de la British Telecom. Gran Bretaña planeó establecer 1000 puntos de acceso IDA en 1988.

Francia posee una de las redes telefónicas más modernas del mundo. A diferencia de otros países, Francia está introduciendo la RDSI a través de pequeñas empresas y zonas rurales. El ministerio de comunicaciones francés calculó que hacia 1996 el 95 por ciento del país tendría acceso a RDSI.

En Japón la Nippon Telegraph and Telephone está planificando y desarrollando una RDSI a escala nacional, cuya conclusión está prevista para el año 2000. Este sistema conocido como INS (Information Network System), será utilizado por 6000 abonados durante la fase de verificación y desarrollo. NTT prevé que la

mayoría de sus usuarios serán abonados residenciales.

6.2. Estados Unidos y las recomendaciones para RDSI.

Aunque las funciones y normas que regirán la RDSI se encuentra todavía en fase de desarrollo, se han efectuado diversas pruebas sobre las normas ya existentes. Así, por ejemplo, la compañía Bell de Illinois ofrece la RDSI con la central de conmutación digital 5ESS y una serie de programas mejorados. El software añadido proporciona a la central 5ESS funciones integradas de conmutación de circuitos y paquetes. Puede manejar datos y voz al mismo tiempo. El sistema de la compañía Bell de Illinois obedece las normas internacionales del CCITT para RDSI, incluyendo las relativas a los canales B y D. Los canales B operan a 64 kbps. y se utilizan para transportar información vocal y datos de conmutación de circuitos. El canal D admite datos de conmutación de paquetes, a velocidades de 16 o 24 kbps. Los canales B y d terminan en el ordenador 5ESS.

T1 Communications, un acreditado comité americano de normalización, ha emitido un borrador de estándar para una velocidad de transmisión de primario RDSI de 1,544 Mbps. Esta recomendación es muy similar a la norma del CCITT, y supone un importante paso hacia la implantación de la RDSI en Estados Unidos. La propuesta se ciñe a las normas I.430 e I.431 del CCITT para el nivel físico. En el nivel de enlace se emplea LAPD. Aunque la propuesta estadounidense ha introducido algunos pequeños cambios y ampliaciones a las normas I.440 E I.441 del CCITT. El nivel de red se ha simplificado, aunque sigue adaptándose claramente a las especificaciones I.450 e I.451 del CCITT.

El comité T 1 posee un subcomite (T 1D1) dedicado a trabajar sobre la RDSI. El T1D1 consta de tres grupos de trabajo:

- T1D1.1: Arquitectura y servicios de la RDSI.
- T1D1.2: Protocolos de conmutación y señalización.
- T1D1.3: Nivel Físico.

7. Anatomía de una línea RDSI.

Antes de ver la anatomía en sí de la RDSI (instalación que efectúan las compañías telefónicas), es necesario que aclaremos ciertos conceptos relacionados con la implementación física de la RDSI (qué son canales B, D, etc...), para luego pasar a explicar como se implementan en "casa". Una vez hayamos visto en este primer punto que ahora vamos a explicar los conceptos que hemos nombrado, hablaremos de la anatomía en sí de la RDSI.

7.1. Canales de Datos y Canales de Señalización.

Antes de pasar a ver lo que son canales de Señalización y de Datos, vamos a dar un pequeño recordatorio de lo que es la RDSI así como de los tipos de accesos que podemos obtener, y como obtenerlos, puntos estos sobre los que ahora sólo se pretende dar una pequeña introducción ya que se desarrollarán mas extensamente en puntos posteriores:

- Descripción (RDSI):

RDSI, (Red Digital de Servicios Integrados) es un sistema de conexiones telefónicas digitales que ha sido accesible (en realidad desarrollado en gran parte) en la última década. Este Sistema permite que los datos sean transmitidos simultáneamente a través del mundo usando conectividad digital punto a punto.

Con RDSI, voz y datos son transmitidos por los canales portadores (canales B de los cuales hablaremos mas extensamente en puntos posteriores) ocupando un ancho de banda de 64 kbps (en algunas tarjetas esta

velocidad puede ser limitada a 56 kbps.). Un canal de datos (canal D) se encarga de la señalización a 16 kbps. o a 64 kbps. según del tipo de servicio.

- Tipos de "acceso" a RDSI:

Existen dos tipos básicos de servicio en RDSI :

- BRI (Basic Rate Interface, Interface de Servicio Básico):

Consiste en dos canales B a 64 kbps. y un canal D a 16 kbps. lo que hacen un total de 144 kbps. Este servicio básico está pensado para satisfacer las necesidades de la mayoría de los usuarios individuales.

- PRI (Primary Rate Interface, Interface de Servicio Primario):

Este tipo de servicio, está pensado para usuarios con necesidades de capacidad mayores. Normalmente este servicio está formado por 23 canales B, además de un canal D a 64 kbps, lo que hacen un total de 1536 kbps. (estos datos son válidos para USA), mientras que para EUROPA un servicio primario está formado por 30 canales B además de un canal D a 64 kbps, lo que hacen un total de 1984 kbps. También es posible soportar varios servicios primarios con un solo canal D a 64 kbps.

- Canales 'H':

Los canales H, proporcionan una manera de agregar canales B. Son implementados del siguiente modo : H0 = 384 kbps. (6 canales B) H10 = 1472 kbps (23 canales B) H11 = 1536 kbps (24 canales B) H12 = 1920 kbps (30 canales B) Para tener acceso a un servicio BRI es necesario contratar una línea telefónica RDSI. Los usuarios también necesitarán un equipo especial terminal para poder habilitar la comunicación con la compañía telefónica o con otros terminales RDSI.

Como ya se ha dicho, la RDSI está formada por canales de comunicación digital a 64 Kbp (Kilo Bits Por Segundo), pero para las comunicaciones se necesita algo mas, ya que es necesario controlar la comunicación ... Es necesario poder llamar y colgar. Para estas funciones de control se utiliza un canal aparte, el canal de señalización; mediante este canal, con un protocolo de mensajes, se inician y terminan las llamadas y se realizan todas las funciones típicas disponibles en las líneas telefónicas modernas (y que las líneas RDSI conservan), funciones como retención de llamada, conferencia a tres, redirección de llamada, etc...

En la terminología técnica, los canales de transmisión de datos se denominan canales B, y los canales de señalización se denominan canales D.

Las compañías telefónicas ofrecen dos tipos fundamentales de líneas RDSI, las líneas básicas (BRI) y las líneas primarias (PRI). Una línea BRI consiste en un cable de dos o de cuatro hilos (dos son para la transmisión (ahora explicaremos mas detenidamente el cometido de los cables y canales) , y los dos hilos opcionales se utilizan para proporcionar alimentación eléctrica al terminal NT1). Sobre este cable se multiplexan dos canales B y un canal D (siguiente apartado) a 16 Kbps, lo que da una velocidad total de 144 Kbps ($64 * 2$ canales B + $16 * 1$ canal D = 144 Kbps.). Una línea PRI puede ser un cable coaxial o de fibra óptica sobre el que se multiplexan 30 canales B y un canal D a 64 Kbps, lo que da una velocidad total de 1984 Kbps.. En el lado del abonado, como puede verse en la [figura 5](#), la línea BRI finaliza en un terminal NT1, dispositivo que en esencia, es un módem; este aparato tiene un terminal de salida de 4 líneas llamado BUS S/T, al cual se puede conectar los equipos terminales (teléfono/fax, RDSI, ordenador,...) o un terminal NT2, que es un multiplexor que permite tener conectados varios equipos terminales a un mismo terminal NT1. Una línea PRI, en cambio, se conecta a una central (PBX) que dispone de interfaces para la conexión de terminales NT2.

7.2. Problemas de Compatibilidad.

El desarrollo del RDSI plantea dos problemas, el primero es la ya mencionada necesidad de mantener la compatibilidad con los equipos telefónicos existentes, y el segundo es que, puesto que se trata de una creación muy reciente, existen muchos aspectos que todavía no están adecuadamente estandarizados.

Como comentábamos al principio de este artículo, en Europa y EE.UU. la velocidad a la que trabajan los canales digitales de voz es diferente, lo que supone que la RDSI también irá a velocidad diferente. Por si esto fuera poco, el protocolo utilizado en el canal de señalización también es diferente a cada lado del Atlántico. Esto significa que los equipos de conexión a la red europeos y americanos son diferentes e incompatibles; es decir, que antes de comprar un equipo, el usuario debe asegurarse de qué funcionará con su instalación telefónica.

En cuanto a lo que vamos a reflejar en este trabajo, decir que será todo referente a las normas RDSI europeas, conocidas como Euro ISDN.

7.3. Circuitos Virtuales.

Existen múltiples técnicas para multiplexar varios canales sobre un mismo cable, y la elegida por el CCITT fue el de circuitos virtuales. Una pequeño recordatorio: Un circuito virtual es una técnica que se utiliza en protocolos de comunicaciones basados en paquetes (la unidad mínima de información es un paquete de bits o bytes). Cada paquete lleva una etiqueta que identifica un camino dentro de la red, camino que indica la ruta que deben seguir estos paquetes para ir desde el ordenador origen hasta el destino. Esto se puede ver en la [figura 6](#).

Los protocolos de circuitos virtuales disponen de un subprotocolo para abrir y cerrar dichas rutas, es decir, para "llamar" (crear una ruta que conecte nuestra máquina con otra máquina de red) y "colgar" (eliminar esa ruta).

8.1. Primer Nivel. El protocolo ATM.

El protocolo básico de la RDSI es el ATM (Asynchronous Transfer Mode). En él, el paquete (celda) tiene una longitud de 53 bytes, dividida en una cabecera de 5 bytes, y un campo de datos de 48 bytes de longitud; el formato del paquete puede verse en la [figura 7](#).

El ATM es un protocolo atípico en muchos sentidos; así, no incluye el subprotocolo para crear y eliminar los circuitos virtuales; además, un protocolo de comunicaciones corriente incluye en su cabecera una suma de chequeo, que permite detectar los errores producidos dentro del paquete durante la transmisión, y unos números de secuencia que tienen una doble función por un lado sirven para que el receptor pueda ordenar los paquetes si estos le llegan desordenados, y por otro lado sirven como referencia para, en caso de error, poder indicarle al emisor cual ha sido el paquete defectuoso para que lo vuelva a enviar. En el protocolo ATM encontramos un campo de chequeo, pero que sólo comprueba la cabecera, por que el sistema es incapaz de detectar errores en el campo de datos; además, si se detecta un error en una cabecera la celda es descartada, no está previsto ningún mecanismo para recuperar las celdas con errores.

La razón de todas estas peculiaridades es que, en primer lugar, el ATM está concebido para ser implementado por hardware, en módulos que serán programados externamente (por eso no incluye mecanismos para abrir y cerrar circuitos virtuales); en segundo lugar, está previsto que los circuitos virtuales sean fijos, lo que significa que las celdas siempre seguirán el mismo camino a través de la red, por lo que siempre llegarán a su destino en el mismo orden en el que fueron enviadas (por eso no se incluyen números de secuencia); y en tercer lugar, porque es un protocolo diseñado para ser rápido, para que el tiempo que tardan las celdas en viajar desde el emisor hasta el receptor sea mínimo, lo que significa eliminar cualquier proceso intermedio que imponga

retardos; por eso no se incluye ningún mecanismo de corrección de errores.

8.1.1. Encapsulado de Información Binaria.

El protocolo ATM está concebido para encapsular información procedente de canales binarios síncronos utilizando el esquema de multiplexación por tiempo; esto quiere decir que el controlador lee el estado del canal X veces por segundo (siendo X la velocidad de transmisión de ese canal) y los bits obtenidos los va guardando en el campo de datos de una celda ATM, cuando esta celda se ha rellenado, se envía. En el lado receptor, se leen los bits de la celda y se van escribiendo en el canal de salida a la misma velocidad X a la que fueron leídos; si una celda se pierde, se considera que todos sus bits valían uno. Nótese que, desde el punto de vista de los dispositivos, el canal binario es un registro de 1 bit que es escrito por el emisor y leído por el receptor. Si se dispone de varios canales binarios (lo normal en la RDSI), este proceso se aplica en cada canal por separado, y cada celda ATM contendrá información procedente de un único canal. De lo dicho se desprende que los canales ATM transmiten información binaria pura, sin ningún tipo de formato ni protección contra errores; exactamente de la misma forma como la transmitiría un cable serie que conectara directamente el emisor y el receptor, así, en la comunicación RDSI, el protocolo ATM proporciona el nivel físico

8.2. Segundo Nivel. Canales B y Canales D.

Como se ha visto, dentro de una línea RDSI tanto los canales B como el canal D son líneas binarias síncronas, la diferencia entre ellos (aparte de la velocidad) es que, mientras los canales B pueden conectarse a cualquier otro sistema (a cualquier otro número de teléfono), el canal D está permanentemente conectado al ordenador de la central telefónica. Esto quiere decir que, en los canales B, los usuarios son libres de utilizar los protocolos que deseen (en teoría), mientras que en el canal D deberá utilizar el protocolo que decida la compañía telefónica. Los protocolos utilizados en el canal D están debidamente estandarizados; el más básico es el LAP-D (que es un subconjunto del protocolo HDLC), el encargado de la detección y corrección de los errores de transmisión; encima de este encontramos el Q.931, que es el protocolo de señalización propiamente dicho, y el X.25, que permite usar este canal también para la comunicación entre usuarios.

8.3. Tercer Nivel. Protocolos dentro del Canal B.

En principio, como se ha dicho, nada impide que los usuarios de RDSI conectados mediante un canal B se pongan de acuerdo para utilizar el protocolo que deseen, pero el RDSI es un servicio creado por las compañías telefónicas para permitir una comunicación abierta y fluida, por lo que se han definido algunos como estándar. Existen dos que se puede considerar como los más básicos:

- A-law: No es un protocolo de comunicaciones, sino el método empleado para digitalizar la señal de voz; éste fue el esquema que se eligió en su día para codificar la señal de voz y enviarla por los canales digitales; este sistema conserva en la RDSI; éste es el único protocolo bajo el cual un terminal RDSI puede comunicarse con un teléfono ordinario.
- BONDING: Es un procedimiento que permite fusionar un grupo de canales B para formar un único canal de comunicación a alta velocidad; así, en el enlace básico se puede hacer un bonding de los dos canales B disponibles para formar un canal de 128 Kbps, eso sí, no hay que olvidar que la compañía telefónica tarifica canales B, por lo que en este ejemplo se tendría que pagar por dos llamadas.

La gama es bastante más amplia, el protocolo de nivel inferior es el V.110, es un protocolo que permite reducir la velocidad de un canal B, haciendo posible la conexión a otras redes de menor velocidad (p.ej. la RDSI americana), encima de éste se encuentra el HDLC, que es el encargado de proporcionar la detección y corrección de errores. Encima de estos se sitúa el protocolo X.75, que es el que realmente gestiona las comunicaciones por el canal.

8.4. V.110. La compatibilidad obligada.

Imaginemos que una compañía de telefónica desea que los usuarios de la RDSI puedan hacer conectar con modems analógicos conectados a la red convencional; ¿Cómo podría hacerlo?, la solución es simple, introducir una pasarela que convierta los bits procedentes del canal B en una señal de módem. Sin embargo, queda un problema pendiente, los modems funcionan como máximo a 28.800 bps. La solución a este problema es simple, reducir la velocidad del canal B para igualarla a la velocidad del módem, sin embargo, existe un grave problema, no se puede cambiar la velocidad de un canal RDSI. Para resolverlo se creó el V.110, que es un protocolo que encapsula un pequeño número de bits de datos procedentes del canal de baja velocidad (en este caso, el módem) dentro de tramas de 80 bits de longitud, organizadas en forma de paquetes de 10 bytes, que se envían por el canal de alta velocidad.

Como se ve en la [figura 8](#), esta trama puede almacenar hasta 48 bits de datos. En la [figura 9](#) se pueden ver algunos de los encapsulados utilizados.

En la [figura 9](#) también se puede ver que la conversión no es a 64 kbps, esto se debe a que la conversión se hace en dos pasos, en el primero se convierte desde el canal de baja velocidad a un canal intermedio de 8,16, o 32 Kbps, y en el segundo paso se convierte a 64 Kbps. En esta figura también se puede ver que cada bit se almacena repetido, esto se hace como mecanismo de protección contra los errores en la transmisión. Los equipos terminales deben disponer de un módulo capaz de empaquetar y desempaquetar dichas tramas, entregando (y recogiendo) los bits de datos al nivel superior (normalmente, el HDLC).

8.5. HDLC. El Nivel de Enlace.

El protocolo HDLC se diseñó para proporcionar un mecanismo de detección y corrección de errores de propósito general a los enlaces digitales, entendiendo como enlace un único cable que conecta dos máquinas (enlace punto a punto), o varias máquinas (enlace multipunto), este protocolo es muy extenso, por lo que rara vez se utiliza la implementación completa; lo normal es que se utilicen subconjuntos (como el ya mencionado LAP-D).

Como se ve en la [figura 10](#), el HDLC consiste en tramas de bits que están delimitadas por unas banderas de 8 bits de longitud que contienen el valor 01111110 binario. Cuando el receptor encuentra este valor en el canal, comienza la lectura de una trama, lectura que termina cuando vuelve a encontrar este mismo valor. Nótese que una bandera puede indicar, simultáneamente, el final de una trama, y el comienzo de la siguiente. Puesto que dentro de una trama, en el campo de datos de usuario puede aparecer este valor, el transmisor insertará automáticamente un bit a 0 detrás de cada bloque de cinco bits a 1; el receptor, a su vez, eliminará cada bit a 0 que siga a un bloque de cinco bits a 1; con este esquema se garantiza que nunca aparecerá el valor de la bandera dentro de los bits de datos, es decir, el usuario puede colocar cualquier información dentro del paquete, la transmisión es totalmente transparente.

El campo de dirección está previsto para sistemas multipunto; en el RDSI se conserva por compatibilidad.

Como se ve en la [figura 10](#), las tramas incorporan una dirección, un código de control y unos números de secuencia. Los números de secuencia de recepción indican el número de secuencia de la siguiente trama que se espera recibir; así, si una trama es recibida correctamente, este valor se incrementará, haciendo que el emisor mande la siguiente trama; si la trama se pierde el valor permanecerá igual, con lo que el emisor la volverá a enviar.

Las tramas de control gestionan fundamentalmente el control de flujo y la notificación de errores.

8.6. X.75. El Nivel de Red.

El X.75 es un protocolo que originariamente se diseñó para interconectar redes X.25; funcionalmente, es idéntico a este último, hasta el extremo de que muchos manuales, al describir el X.25, en realidad dan la

descripción del X.75.

Este protocolo corresponde al nivel de red, lo que quiere decir que los paquetes pueden pasar por varias máquinas y recorrer varios enlaces antes de llegar a su destino. Es un protocolo orientado a circuitos virtuales (igual que el ATM), cuyos paquetes van encapsulados dentro de paquetes HDLC, por lo que no necesita ningún mecanismo de detección y corrección de errores. El formato de los paquetes X.25/X.75 se puede ver en la figura 11.

Al igual que el HDLC, este protocolo también incluye números de secuencia y confirmación de recepción, en este caso el objetivo es el control de flujo, es decir, garantizar que el emisor no enviará más paquetes de los que el receptor puede procesar.

Aunque el protocolo de paquetes sea idéntico, entre el X.25 y el X.75 existe una diferencia importante; el X.75 soporta múltiples enlaces físicos. El protocolo X.25 se concibió para utilizar un único cable (enlace), el que conecta el ordenador del usuario con la central telefónica, en cambio, un equipo X.75 debe soportar como mínimo dos enlaces, uno por cada una de las redes X.25 que interconecta. Esta característica es la que lo hizo ser elegido para convertirse en el protocolo estándar de la RDSI, el X.75 permite ocultar al usuario la estructura física del RDSI, ofreciendo un mecanismo de canales virtuales que se van mapeando sobre los canales B, según sea necesario, por ejemplo, si tenemos un enlace básico (dos canales B) y hacemos dos llamadas al mismo número de teléfono (esto incluye llamadas a diferentes extensiones de un mismo número), ambas llamadas circularán sobre el mismo canal B utilizando diferentes circuitos virtuales, en cambio, si llamamos a diferentes números, entonces se utilizarán los dos canales B.

9. Conmutación Digital.

Una red digital completamente integrada ha de ser capaz de conmutar señales entre los distintos componentes de la red. Se está utilizando cada vez más la tecnología de conmutación digital para llevar a cabo las funciones de encaminamiento y conmutación de las informaciones formadas por los pulsos digitales. En la [figura 13](#) aparece un sencillo conmutador digital por división en el tiempo. El conmutador gobierna el acceso a un bus común, que se abre y cierra en intervalos determinados para permitir la transmisión de datos digitales entre los distintos dispositivos conectados al conmutador. En esta ilustración, si suponemos que el ETD A se está comunicando con el ETD F, el conmutador cerrará el acceso al ETD A y al ETD F durante el mismo intervalo de tiempo, en el cual se podrá transmitir un segmento de datos o de conversación hacia el dispositivo receptor a través del bus.

La velocidad de muestreo PCM es de 8000 muestras por segundo. Un conmutador digital ha de ser capaz de ofrecer 8000 intervalos para cada conexión. Por tanto, para n sesiones, el conmutador ha de conmutar a una velocidad de $n \times 8000$. Cualquier sistema pequeño es capaz de conmutar más de 2 millones de bits por segundo, lo cual permite manejar unos 30 canales PCM.

Existen dos modos de conmutación digital :

- Conmutación espacial: La conmutación espacial conecta todos los intervalos de tiempo de entrada (por ejemplo el número 4) con todos los intervalos de salida número 4. La conexión a través del conmutador solamente se mantiene mientras dura el intervalo.
- Conmutación por división en el tiempo: El conmutador digital por división en el tiempo más elaborado separa las señales PCM individuales y las conmuta a través de una facilidad de intercambio de intervalo (TSI) que vemos en la [figura 14](#). El TSI puede ser un conmutador no bloqueable, en el que se dispone de tantos intervalos de entrada como de salida. Un canal puede conmutarse desde la posición temporal X en una trama de entrada a una posición temporal Y en una trama de salida. En los sistemas más complejos suele conectarse un TSI con otro para formar un conmutador digital llamado conmutador multiplexado en el tiempo (TMS). Un TMS ofrece una dimensión adicional, el tiempo. A

diferencia de otros sistemas de conmutación de muchas centrales de conmutación privadas (PBX), en las que el camino permanece abierto durante todo el tiempo que dure la llamada, un TMS cambia durante cada uno de los n intervalos de las tramas digitales procedentes del multiplexor por división en el tiempo (como un banco de canales).

La idea es similar al concepto de conexión virtual empleado en conmutación de paquetes y en X.25 varios usuarios comparten un enlace físico (o un ancho de banda). La [figura 14](#) pone de manifiesto esta relación. El TSI A acepta un flujo multiplexado en su registro de almacenamiento de entrada, y almacena un segmento en la posición 6 del buffer. Poco tiempo después, transfiere estos datos a la posición 20 de su buffer de almacenamiento de salida. El TMS, en un instante concreto, conectará el buffer de salida del TSI A con el buffer de entrada del TSI Z. En este caso, durante el intervalo 20 las muestras del TSI A serán transferidas también al segmento 20 del TSI Z. Una vez haya ocurrido esto, el TSI Z transferirá su buffer de almacenamiento de entrada, el segmento 20, a la posición 15 de su buffer de almacenamiento de salida, y los datos serán transmitidos. De este modo, las informaciones digitales serán conmutadas a través de un conmutador digital por división en el tiempo. Aunque no aparece en esta figura, la facilidad TMS/TSI proporciona transmisión bidireccional, el TMS emplea el mismo intervalo de tiempo para entrelazar los datos que proceden de la otra dirección, con lo cual se consigue la transmisión en dúplex integral.

La conmutación digital ha encontrado su lugar en la industria de las centrales de conmutación privadas, y ha resuelto uno de los principales impedimentos que limitaban el empleo de estos equipos para la conmutación de datos.

10. CAPI, la librería de funciones estándar.

Para manejar dispositivos RDSI desde los programas de aplicaciones se ha creado el CAPI, que es el acrónimo de "Common ISDN API", y define un protocolo que comunica el programa con el driver a través de dos colas de mensajes, una de envío, para los mensajes enviados por la aplicación al driver, y otra de recepción, para los mensajes enviados desde el driver a la aplicación. Si el sistema es multitarea, cada programa que esté en marcha dispondrá de una cola de recepción de mensajes propia, en cambio, la cola de envío es común a todas las aplicaciones. Cuando un programa envía un mensaje, la respuesta a ese mensaje se envía también como un mensaje.

Se ha elegido este sistema porque permite ignorar el mecanismo exacto utilizado para ejecutar las llamadas al driver, lo que lo hace independiente del sistema operativo, de hecho, existen implementaciones de CAPI para MS-DOS, OS/2, UNIX, etc. El CAPI solamente tiene definidas cuatro llamadas a función:

- **API_REGISTER:** Registrar aplicación, esta función informa de que una aplicación va a hacer uso del dispositivo RDSI, al ejecutarla se crea una cola de recepción, se realizan las inicializaciones necesarias devuelve un identificador que deberá ser utilizado en los mensajes.
- **API_RELEASE:** Librería aplicación, esta función informa de que la aplicación ya no necesita el dispositivo RDSI, al ejecutarla se liberan los recursos que se hayan podido ocupar y se elimina la cola de recepción.
- **API_PUT_MESSAGE:** Envía un Mensaje, esta función coloca un mensaje en la cola de envío.
- **API_GET_MESSAGE:** Recibe un mensaje, esta función lee el siguiente mensaje de la cola de recepción de la aplicación.

11. Formatos de los Mensajes.

Los mensajes se componen de una cabecera seguida de una tabla de parámetros de longitud variable, el formato de los mensajes se puede ver en la [figura 15](#). Cada mensaje debe ir identificado por un número para poder saber a que mensaje se refiere cada mensaje de respuesta.

Para los parámetros se dispone de cuatro tipos básicos de datos, el byte (8 bits), la palabra (16 bits), la doble palabra (32 bits) y la estructura (un byte donde se almacena la longitud en bytes seguido por los datos). El CAPI dispone de mensajes para manejar todos los aspectos de la comunicación RDSI, incluyendo la posibilidad de trabajar sobre canales B directamente, o bien utilizar el protocolo X.75 para trabajar sobre canales virtuales.

12. RDSI de banda ancha. El futuro no quiere esperar.

Pese a que la RDSI todavía esta a medio construir, los ingenieros ya están pensando en su sucesora: la RDSI de banda ancha. Esta nueva red será, fundamentalmente, idéntica a la RDSI actual con la diferencia de que la velocidad mínima de los canales será de 2 megabits por segundo, pudiendo llegar a los 100. Los investigadores ya están desarrollando toda una nueva gama de aplicaciones para esta nueva tecnología, que podrá sentar las bases de toda una nueva gama de servicios basados en la televisión de alta definición.

13. Utilización de RDSI desde un ordenador personal.

Como ya se ha dicho, cuando se contrata una línea RDSI la compañía telefónica instala un terminal NT-1, siendo responsabilidad del usuario instalar el equipo terminal de conexión en su ordenador. Existen múltiples formas de conectar dicho equipo al ordenador, aunque lo más corriente es que sea una placa que se enchufa en una ranura de expansión.

La mayoría de los terminales RDSI europeos están basados en el juego de chips desarrollado por Siemens, que ofrece el servicio básico, de todas las maneras, también pueden encontrarse equipos que ofrecen funciones de valor añadido, como la incorporación de un conector para enchufar teléfonos analógicos convencionales, e incluso la incorporación (en la misma placa) de un módem analógico (un V.32bis por ejemplo), de esa forma, se garantiza la compatibilidad con el sistema telefónico antiguo.

El software necesario para hacer funcionar la placa es un driver para la misma, encima del cual se colocan los protocolos V110, HDLC, X.75 y Q.931, que se estructuran tal como se muestra en la [figura 12](#). Encima de todos estos protocolos se sitúa la capa mas importante: el CAPI.

En MS-DOS, este software está formado por una serie de programas residentes en memoria, cada uno de los cuales implementa un protocolo.

Este software mencionado sólo permitirá utilizar aplicaciones RDSI, para poder utilizar el software existente se necesita un módulo adicional, el CFOSS, que emula un módem Hayes, haciendo posible la utilización de los programas de comunicaciones convencionales sobre RDSI.

14. Ventajas de la RDSI frente a la RTC (Red Telefónica Conmutada).

En este punto veremos qué ventajas podemos obtener en caso de disponer de una línea RDSI. Hemos considerado que las ventajas de la RDSI frente a la RTC son resumibles en tres grupos, estos son ventajas en cuanto a velocidad, ventajas en cuanto a la no necesidad de múltiples interfaces (líneas telefónicas), y ventajas en cuanto a la señalización. Pasamos a ver cada uno de ellos :

- Velocidad:

El MODEM tuvo una gran importancia en las comunicaciones entre ordenadores. Permitió a los ordenadores comunicarse entre ellos convirtiendo la información digital que ellos producían en una señal analógica que fluía a través de la red telefónica pública. Pero existe un límite superior en cuanto a la cantidad de información que una línea telefónica analógica puede soportar (transmitir). Actualmente este límite está en los 56 kbps usando un equipo especial. Usualmente los modems mas extendidos tienen una velocidad máxima de

transmisión de 33.6 kbps, aunque están limitados por la calidad de la conexión analógica y es rara la vez que van a velocidades mayores de 26.4 o 28.8 kbps.

RDSI, en cambio, permite tener múltiples canales digitales, y permite que operen simultáneamente a través del mismo cable telefónico. El cambio empieza cuando las centrales de conmutación de las redes telefónicas empiezan a soportar conexiones digitales. Así, el mismo cableado telefónico puede ser usado (con una señal digital en lugar de una analógica) para transmitir datos directamente.

Este esquema permite un radio de transmisión de datos mucho mayor que el permitido por las líneas analógicas. Un canal RDSI Básico (BRI), usando un protocolo adicional para el canal (como BONDING, o Multilink – PPP) soporta una velocidad de transferencia de hasta 128 kbps (sin compresión de datos de ningún tipo).

- Múltiples Dispositivos:

Antes, era necesario tener una línea telefónica para cada dispositivo que se quisiera usar simultáneamente. Por ejemplo, era necesaria una línea telefónica para un teléfono, otra para un fax, otra para el ordenador y otra para un sistema de video-conferencia en caso de que se quisieran usar todos estos aparatos simultáneamente. Por lo tanto estar bajando un fichero, mientras estas hablando por teléfono o viendo una animación real en una pantalla de vídeo puede necesitar un número excesivamente alto de líneas telefónicas (sobre todo en precio). En cambio, la RDSI nos permite combinar diferentes fuentes de datos digitales y enrutar cada una de ellas al destino adecuado. Debido a que la línea es digital, es más fácil mantener los niveles de ruido e interferencias bajo mínimos mientras combinamos todas las señales que recibimos de los distintos dispositivos. RDSI técnicamente se refiere a un grupo específico de servicios digitales que nos son dados a través de un único interface estándar. Sin RDSI, serían necesarios diferentes interfaces para cada dispositivo.

- Señalización:

Con RDSI, la compañía de teléfonos, en lugar de mandar un voltaje de llamada a la campana de nuestro teléfono ("Señal `InBand'") nos mandará un conjunto de señales digitales en un canal separado ("señal `Out-of-Band'"). El canal `Out-of-Band' permite no "molestar" a conexiones que previamente hayamos establecido y el restablecimiento de llamada es muy rápido. Por ejemplo, un módem V.34 normalmente necesita entre 30 y 60 segundos para establecer una conexión, en RDSI esto normalmente no lleva más de 2 segundos.

Bibliografía

Para la realización de este trabajo, se han consultado diversos documentos y en diferente formato, así he dividido la bibliografía según los diferentes lugares de donde ha sido obtenida.

- Libros :

Redes de Ordenadores. Protocolos, Normas e Interfaces.

Uyless Black.

Ra-ma. Edición : 1989.

Redes de Ordenadores.

Andrew S. Tanenbaum.

Prentice–Hall.

Segunda Edición : 1988.

- Internet :

Dan Kegel's ISDN Page : [<www.idiscover.co.uk/isdn/>](http://www.idiscover.co.uk/isdn/)

RDSI en español : [<www.geocities.com/SiliconValley/Heights/5770/>](http://www.geocities.com/SiliconValley/Heights/5770/)

- Revistas :

Solo Programadores.

Año 2. Número 10.

- Guías :

Redes de Ordenadores.

María Jesús Recio.

Prensa Técnica. Edición de 1997.

Redes de Computadores.

Jose Félix Rabago.

ANAYA Multimedia. Edición de 1994.

ANEXO: Configuración de Referencia.

La RDSI está configurada por un conjunto de equipos y elementos, denominados agrupaciones funcionales, separados entre ellos por los llamados puntos de referencia

Figura 1: Red Telefónica clásica con enlaces de larga distancia digitales.

Figura 2: Red con enlaces Analógicos y Digitales.

Figura 4: Red RDSI.

Figura 5: Esquema de una Conexión Básica.

Figura 6: Red basada en Circuitos Virtuales.

Figura 7: Protocolo ATM.

Figura 9: Adaptación de velocidades utilizando el protocolo V.110.

Figura 10: Protocolo HDLC.

Figura 11: Protocolo X.25/X.75.

Figura 12: Estructura de protocolos RDSI en un ordenador.

Figura 13: Conmutador digital por división en el tiempo.

Figura 14: Conmutador digital multiplexado en el tiempo.

Figura 15: Estructura de paquetes CAPI.

ÍNDICE

1. Definición.

2. Características.

3. Descripción de la RDSI.

3.1. Estructura de la RDSI.

3.1.1. Redes de Acceso y Tránsito.

3.1.2. Acceso de usuario.

3.1.3. Nodos especializados.

3.2. Estructura genérica del acceso de usuario a la RDSI.

3.2.1. Agrupaciones Funcionales.

3.2.2. Puntos de Referencia.

3.2.3. Topologías del Acceso Básico.

3.3. Canales de acceso en la RDSI.

3.4. Configuraciones de acceso comercializadas.

3.4.1. Acceso Básico.

3.4.2. Acceso Primario.

3.4.3. Grupo de salto.

3.4.4. Grupo ISPBX de accesos básicos.

4. Servicios de la RDSI.

4.1. Servicios portadores.

4.1.1. Servicios portadores en modo circuito.

4.1.2. Servicios portadores en modo paquete.

4.2. Teleservicios.

4.2.1. Informática Móvil.

4.2.2. Teletrabajo.

4.2.3. Telecomercio.

4.2.4. Telemedicina.

4.2.5. Tele-educación.

4.3. Servicios suplementarios.

5. RDSI. Un poco de historia.

6. Principales Recomendaciones RDSI en el mundo.

6.1. Europa y las recomendaciones para RDSI.

6.2. Estados Unidos y las recomendaciones para RDSI.

7. Anatomía de una línea RDSI.

7.1. Canales de Datos y Canales de Señalización.

7.2. Problemas de Compatibilidad.

7.3. Circuitos Virtuales.

8. Protocolos en los que se basa la RDSI.

8.1. Primer Nivel. El protocolo ATM.

8.1.1. Encapsulado de Información Binaria.

8.2. Segundo Nivel. Canales B y Canales D.

8.3. Tercer Nivel. Protocolos dentro del Canal B.

8.4. V.110. La compatibilidad obligada.

8.5. HDLC. El Nivel de Enlace.

8.6. X.75. El Nivel de Red.

9. Conmutación Digital.

10. CAPI, la librería de funciones estándar.

11. Formatos de los Mensajes.

12. RDSI de banda ancha. El futuro no quiere esperar.

13. Utilización de RDSI desde un ordenador personal.

14. Ventajas de la RDSI frente a la RTC (Red Telefónica Conmutada).

Bibliografía.

Anexos:

- **ANEXO: Configuración de Referencia.**
- **Figura 1: Red Telefónica clásica con enlaces de larga distancia.**
- **Figura 2: Red con enlaces Analógicos y Digitales.**
- **Figura 3: Red RDI.**
- **Figura 4: Red RDSI.**
- **Figura 5: Esquema de una Conexión Básica.**
- **Figura 6: Red basada en Circuitos Virtuales.**
- **Figura 7: Protocolo ATM.**
- **Figura 8: Protocolo V.110.**
- **Figura 9: Adaptación de velocidades utilizando el protocolo V.110.**
- **Figura 10: _Protocolo HDLC.**
- **Figura 11: Protocolo X.25/X.75.**
- **Figura 12: Estructura de protocolos RDSI en un ordenador.**
- **Figura 13: Conmutador digital por división en el tiempo.**
- **Figura 14: Conmutador digital multiplexado en el tiempo.**
- **Figura 15: Estructura de paquetes CAPI.**

1

39