

# Comunicaciones sanitarias

*José Manuel de la Riva Grandal \**  
*José Alfonso Delgado Gutiérrez \*\**  
*Angel Gálvez Martínez \*\*\**

## RESUMEN

Las comunicaciones sanitarias juegan un papel importante en la infraestructura tecnológica de los hospitales modernos. En un futuro próximo presentarán enormes posibilidades de desarrollo que las harán imprescindibles en los Centros Sanitarios.

Se estudian los diferentes sistemas de Telecomunicaciones, tanto intra como extrahospitalarias. Se hace distinción entre los sistemas informáticos centralizados y distribuidos. Se realiza un análisis diferencial de las diversas redes públicas de transmisión de datos.

## SUMMARY

Sanitary communications play a very important role in the technological structure of modern hospitals. Within a very short period of time, they will be absolutely necessary for Medical Centers.

Internal and external hospital communication systems are studied. Centralized and distributed information systems are described. We also present a differential analysis of the various types of Public Transmission networks.

Las comunicaciones hospitalarias juegan un papel importante dentro de la infraestructura tecnológica donde se apoya el trabajo diario de los centros sanitarios. Al principio sólo se realizaban las comunicaciones dentro del hospital, pero hoy en día existen ya redes de telecomunicación que incluso unen hospitales geográficamente dispersos. Las tecnologías, arquitecturas y funciones que normalmente se emplean para la comunicación interna de un Centro Médico son diferentes a las empleadas para enlazar hospitales. Es por ello por lo que hemos dividido su estudio en dos grandes áreas:

- Comunicaciones intrahospitalarias.*
- Comunicaciones interhospitalarias.*

### A: COMUNICACIONES INTRAHOSPITALARIAS

La arquitectura de los Sistemas Informáticos Intrahospitalarios ha recorrido el mismo camino que la informática tradicional. Al comienzo de su implantación, la arquitectura del siste-

ma de información intrahospitalario era centralizada y jerarquizada para más tarde ir evolucionando hacia estructuras descentralizadas más adaptables a las nuevas organizaciones sanitarias, dando lugar a los sistemas de información distribuidos.

### MODELO CENTRALIZADO

En un sistema de información centralizado, todos los medios de tratamiento y almacenamiento se sitúan en el mismo punto (figura 1), al cual están enlazados los diversos terminales

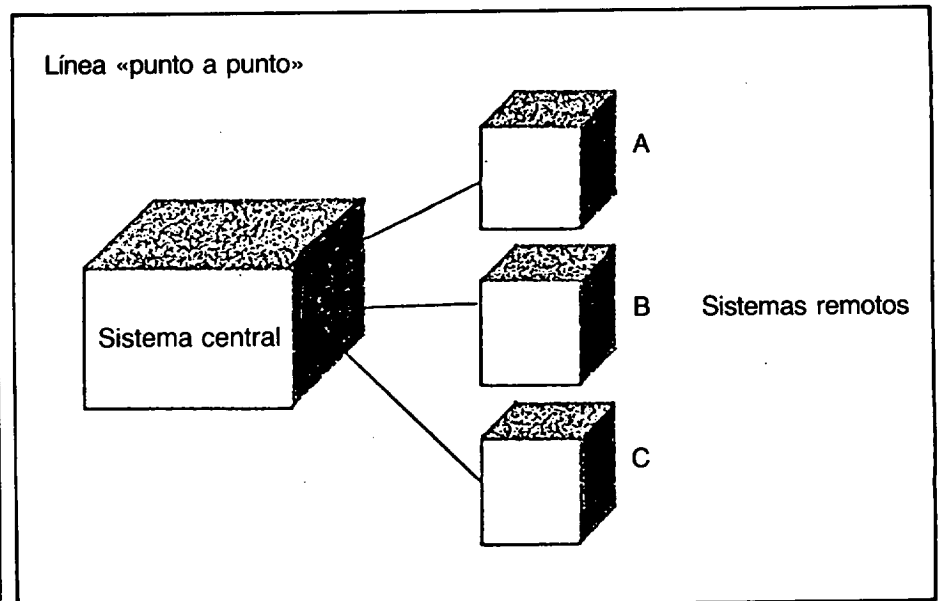


Figura 1. Esquema de un modelo centralizado. ETAPA 1.

que dialogan con el ordenador. Esta concepción posee ventajas y desventajas. Entre las ventajas del sistema cabe mencionar, su sencillez y su bajo

coste. Entre los inconvenientes, el más significativo es su baja fiabilidad, ya que todo el sistema depende del estado de funcionamiento del ordenador

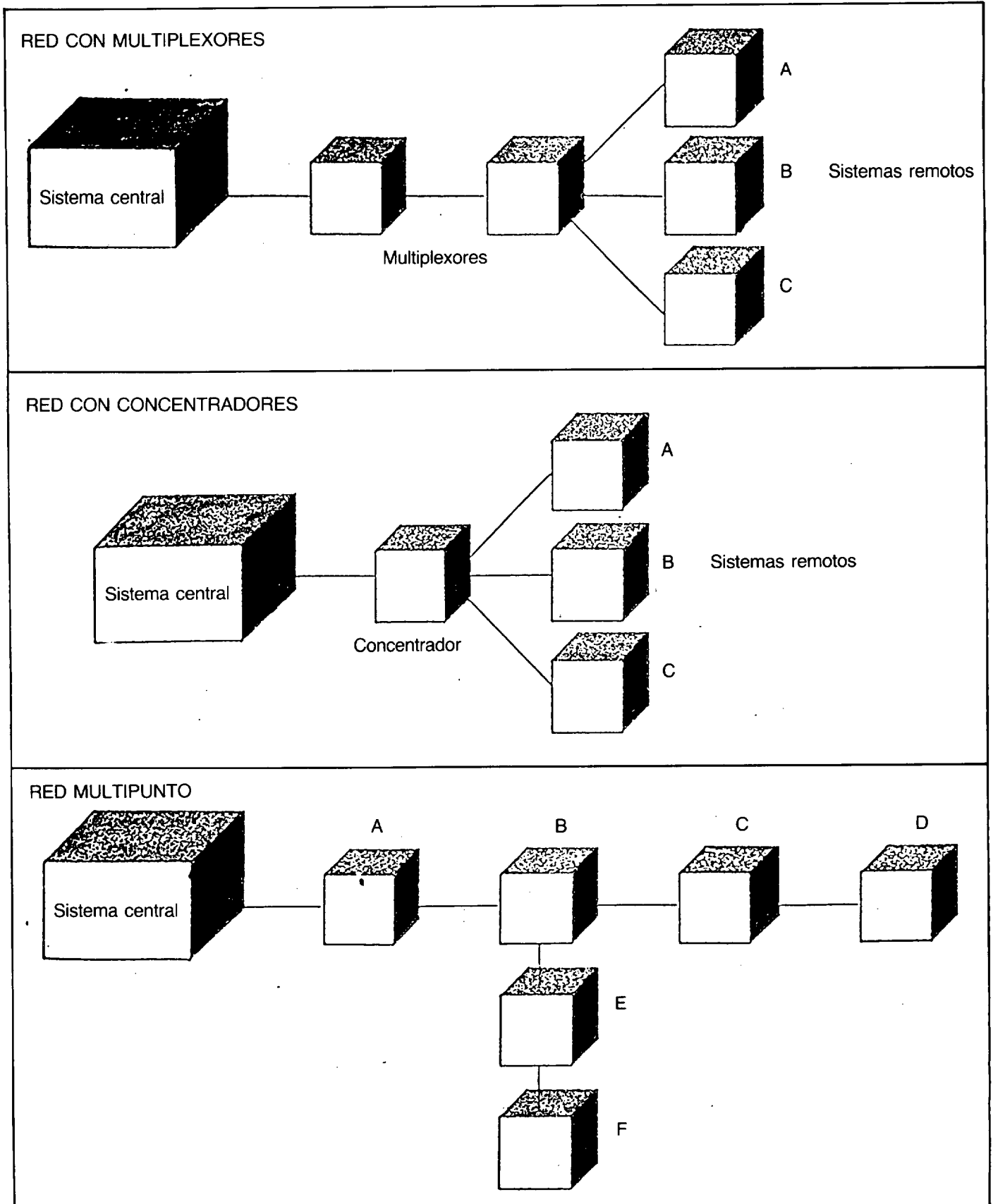


Figura 2. Esquema de modelo centralizado. ETAPA 2.

central. Este problema puede solucionarse mediante técnicas relativamente complejas, de duplicación de equipos, según el nivel de fiabilidad deseado. Otro inconveniente de este modelo digno de subrayar es que el crecimiento natural de la tarea informática conduce inexorablemente hacia configuraciones gigantescas, las cuales son difícilmente gobernables. Históricamente estos sistemas centralizados han evolucionado en cuanto a comunicaciones se refiere en tres etapas.

En los primeros sistemas teleinformáticos los terminales locales o remotos estaban directamente conectados al ordenador central mediante enlace de datos biunívocos. Posteriormente se introdujeron los concentradores y multiplexores (figura 2). Estos estaban unidos por un lado con los terminales (geográficamente agrupados), mediante enlaces de baja velocidad, y por el otro, con el ordenador central mediante un enlace de alta velocidad. La tercera etapa estuvo constituida por la aparición de frontales (figura 3) pequeños ordenadores, mediante los cuales se logra un mejor manejo de las comunicaciones entre los terminales y el ordenador central, al descargar a este último de todo lo referente a la gestión de las comunicaciones. Seguidamente vamos a analizar más detenidamente las diversas etapas.

### **ETAPA 1: Conexión directa de terminales al ordenador (fig. 1)**

En los primeros años de la informática, los ordenadores eran unos dispositivos extraordinariamente caros, en donde el coste del hardware o soporte físico era bastante superior al del software o soporte lógico.

Existe una demanda creciente por utilizar dicha máquina, por lo que se desarrollaron diversos programas y equipos, con los cuales se intentaba rentabilizar al máximo los escasos recursos de la máquina. Esta fundamentalmente dispone de una unidad de control, una unidad aritmética-lógica, una unidad de entrada/salida, una memoria principal y una memoria secundaria de considerable capacidad, aunque un poco más lenta que la anterior.

Para poder compartir estos recursos entre los diferentes usuarios, se elaboró un software de base especial —el

sistema operativo—, que controla el tratamiento de las aplicaciones, gestión de la memoria virtual, la gestión de los terminales, la gestión de colas, el almacenamiento, recuperación y protección de datos.

### **ETAPA 2: Concentradores y multiplexores**

Con el aumento del número de terminales (tanto agrupados como dispersos) se encarece la conexión de los terminales con el ordenador central por dos razones:

1) La gestión de las transmisiones para un número importante de terminales implica utilizar la potencia del ordenador central en tareas para las que no ha sido concebido, con la consiguiente ineficacia y merma de recursos, que deberían utilizarse en las aplicaciones.

2) Los costos de las líneas y enlaces utilizados en la conexión del ordenador con los terminales remotos empiezan a ser importantes. Además, estas líneas suelen tener una tasa baja de utilización, sobre todo en los terminales que trabajan en modo conversacional.

Para dar una respuesta satisfactoria a los dos problemas anteriores, y según se trate de terminales remotos agrupados o dispersos, se desarrollaron nuevas familias de dispositivos electrónicos.

#### **Terminales remotos agrupados**

Los concentradores y multiplexores son unos dispositivos electrónicos cuya utilización es especialmente rentable en aquellos casos en los que el grupo de terminales a conectar estén próximos entre sí, y todos ellos a distancia del centro de procesamiento.

#### **Concentradores (figura 2)**

Los concentradores son miniordenadores, en los que su arquitectura se orienta hacia las transmisiones, con un conjunto reducido de instrucciones, ciclo de ejecución muy rápido. El sistema operativo sólo realiza funciones sencillas, pero con la máxima velocidad de ejecución. Los dispositivos de interrupción y de la entrada/salida de transmisiones están muy desarrollados. Los dispositivos de almacena-

miento suelen tener poca capacidad.

Un concentrador tiene encomendado dos grupos de funciones claramente definidas: a) Funciones relativas al tráfico de datos; b) Funciones ligadas a las aplicaciones.

La principal función del concentrador es la de realizar la conexión entre terminales hospitalarios de baja velocidad y el soporte de transmisión de alta velocidad. Además, por el hecho de estar en contacto con los terminales hospitalarios y por su naturaleza programable, el concentrador es capaz de realizar ciertas funciones sencillas ligadas a las aplicaciones médicas.

#### **Multiplexores (figura 2)**

Los multiplexores suelen ser equipos cableados y sin inteligencia; por tanto, no pueden realizar en la mayoría de los casos más que la concentración de tráfico. Reciben las secuencias de datos de baja velocidad procedente de los terminales hospitalarios y los combinan en una sola frecuencia de datos de alta velocidad, que se transmiten hacia el ordenador central. En dicho lugar, un multiplexor realiza la función inversa y convierte la secuencia combinada de datos en las secuencias originales de baja velocidad. La multiplexación se puede realizar por división de frecuencias o por división de tiempo.

La multiplexación por división de frecuencia es una técnica que consiste en dividir la gama de frecuencias de transmisión (el ancho de banda, en bandas más estrechas, llamadas subcanales). A cada terminal hospitalario se le asigna uno de estos subcanales, por lo que la transmisión de los datos médicos se realiza simultáneamente a través de la línea. La multiplexación por división en el tiempo es una técnica que consiste en dividir el tiempo total de empleo del canal en intervalos iguales, asignando a cada terminal hospitalario uno de esos intervalos, pero proporcionando al usuario la capacidad total del canal.

Hoy en día esta técnica se ha sofisticado mucho con la aparición de la multiplexación isocrona y la estadística cuya descripción no cabe en este artículo.

#### **Terminales remotos dispersos (figura 2)**

Cuando los terminales hospitalarios no se encuentran agrupados geográficamente

camente, las configuraciones anteriores no son aplicables, siendo necesaria otra nueva, de tipo distribuido que se conoce como Red de Acceso Múltiple o Red Multipunto. Se caracteriza porque todos los terminales hospitalarios comparten un medio de transmisión, siendo necesaria una regla o protocolo que determine quién tiene el turno de comunicación, y así evitar que todos los terminales hospitalarios comuniquen a la vez. En los protocolos de comunicación se diferencian tres fases: a) Establecimiento de la comunicación. b) Transferencia de la información. c) La terminación de la comunicación.

A nivel de enlace físico existen dos métodos básicos de coordinación de la comunicación, centralizado y contienda. En el centralizado existe un controlador o moderador que da el turno de la transmisión a los terminales hospitalarios. En la contienda no existe moderador, y los terminales hospitalarios no necesitan autorización para transmitir, pudiendo producirse colisiones, por lo que es necesario un me-

canismo de recuperación de la línea en caso que éstas se produzcan.

**Sondeo y selección**

En la coordinación centralizada la medida de organizar la comunicación es mediante sondeo y selección. La función del sondeo consiste en que el controlador de la red multipunto pregunte a cada uno de los terminales hospitalarios si tiene que transmitir; si lo tiene preparado, lo transmite; si no tienen ningún mensaje preparado, el controlador de red sondea otro terminal hospitalario. Mediante el sondeo se resuelve la transferencia de información en el sentido terminal hospitalario hacia el ordenador central.

Para la transferencia en sentido inverso, se recurre a la denominada selección. El controlador envía, a través de la red, un mensaje con el código de dirección del terminal hospitalario destino, recibiendo sólo éste la información transmitida por el ordenador central.

**Contienda**

La contienda es un método de organizar la comunicación por el que los

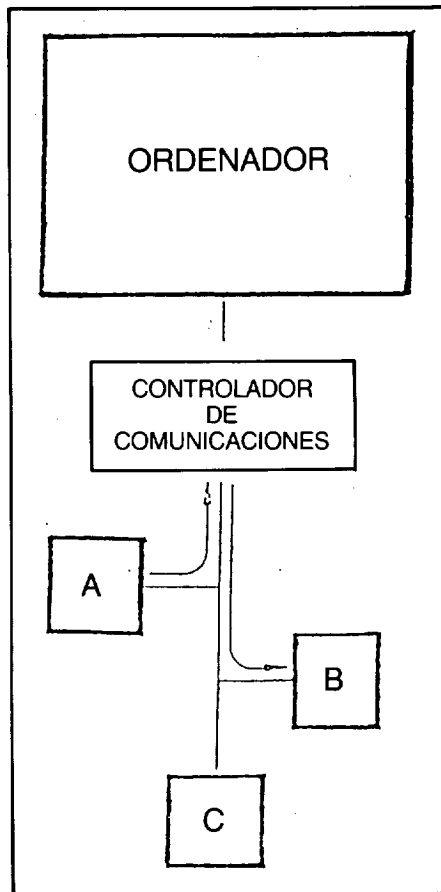
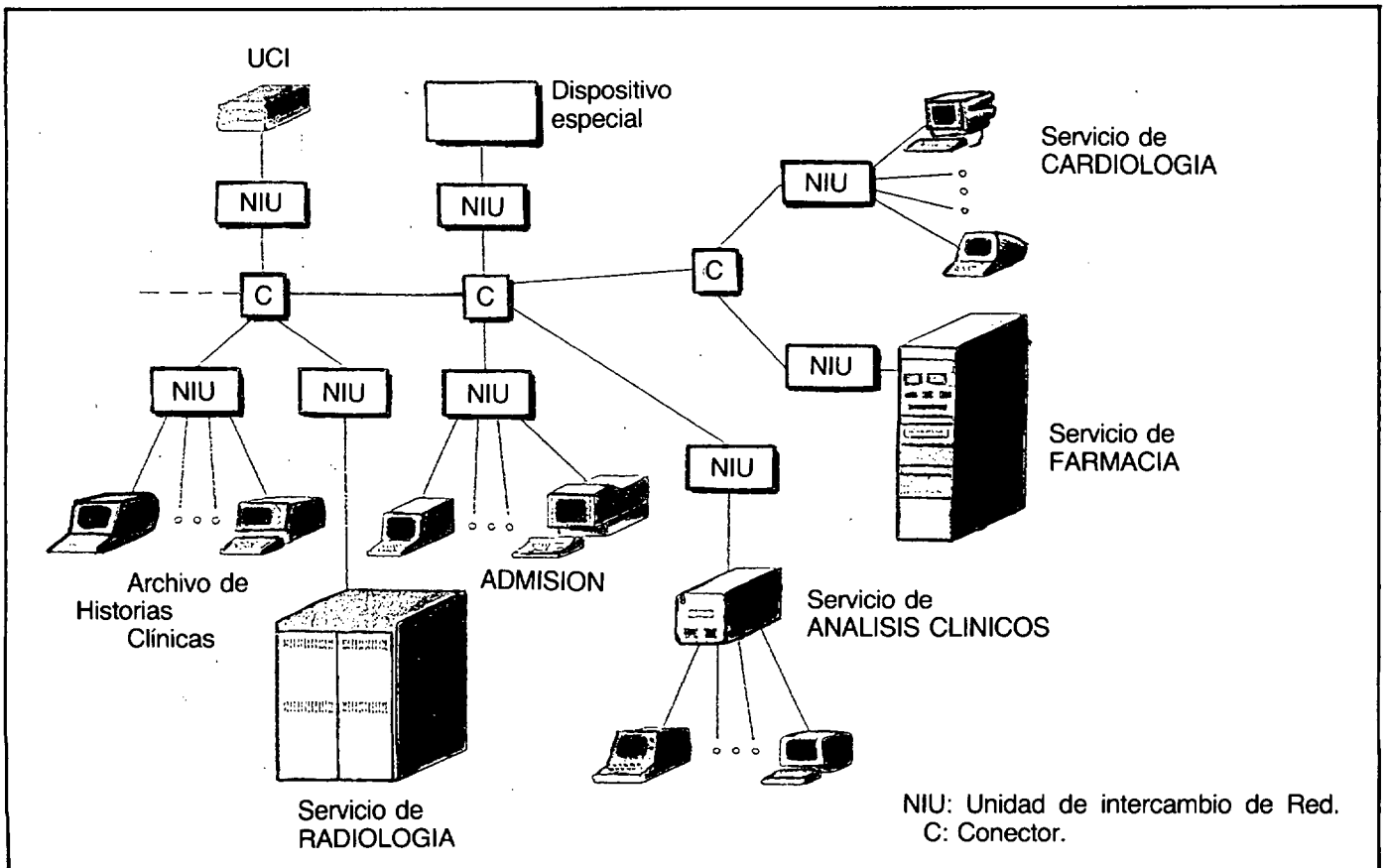


Figura 3. Esquema de un modelo centralizado. ETAPA 3.



NIU: Unidad de intercambio de Red.  
C: Conector.

4. Esquema de un modelo distribuido de RED DE AREA LOCAL.

terminales hospitalarios compiten entre sí, o entran en pugna por el uso del medio de transmisión. Con este modo se pueden producir colisiones al tratar de comunicar varios terminales hospitalarios a la vez, que inutilizan temporalmente la transmisión de datos. Para recuperar de nuevo la comunicación, hay que arbitrar medidas para recuperar la línea.

Este método proporciona una forma óptima de acceso por los terminales hospitalarios que no tengan un gran volumen de tráfico de información. Es más simple que el método de sondeo y selección y es ideal cuando el acceso, aunque se demore unos minutos, es suficiente para satisfacer las necesidades del terminal hospitalario.

### ETAPA 3: Procesadores frontales (figura 3)

Hasta esta etapa la gestión de comunicaciones se realizaba en el ordenador a través de la unidad de control de comunicaciones, que formaba parte del propio ordenador o estaba ligada al procesador central. Dicha unidad consistía en un dispositivo electrónico cableado que utilizaba parte de la memoria del ordenador y consumía tiempo de proceso para poder realizar las funciones de comunicaciones, tanto locales como remotas.

La falta de inteligencia de esta unidad y la mencionada sustracción de recursos de ordenador central desembocó en la aparición de los procesadores frontales. Los frontales, o procesadores de comunicaciones, son miniordenadores, caracterizados por un software de base sencillo, pero especializado que le permite gestionar las líneas de transmisión y los terminales y está dotado de facilidades para gestionar colas de espera de mensajes.

El procesador de comunicaciones realiza el proceso de ensamblaje/desensamblaje de octetos sin robar ciclos de máquina al procesador principal. Periódicamente el ordenador central es interrumpido para transferirle bloques de datos. De esta forma, el procesador de comunicaciones libera al ordenador principal del manejo de las comunicaciones, permitiéndole ejecutar otras tareas.

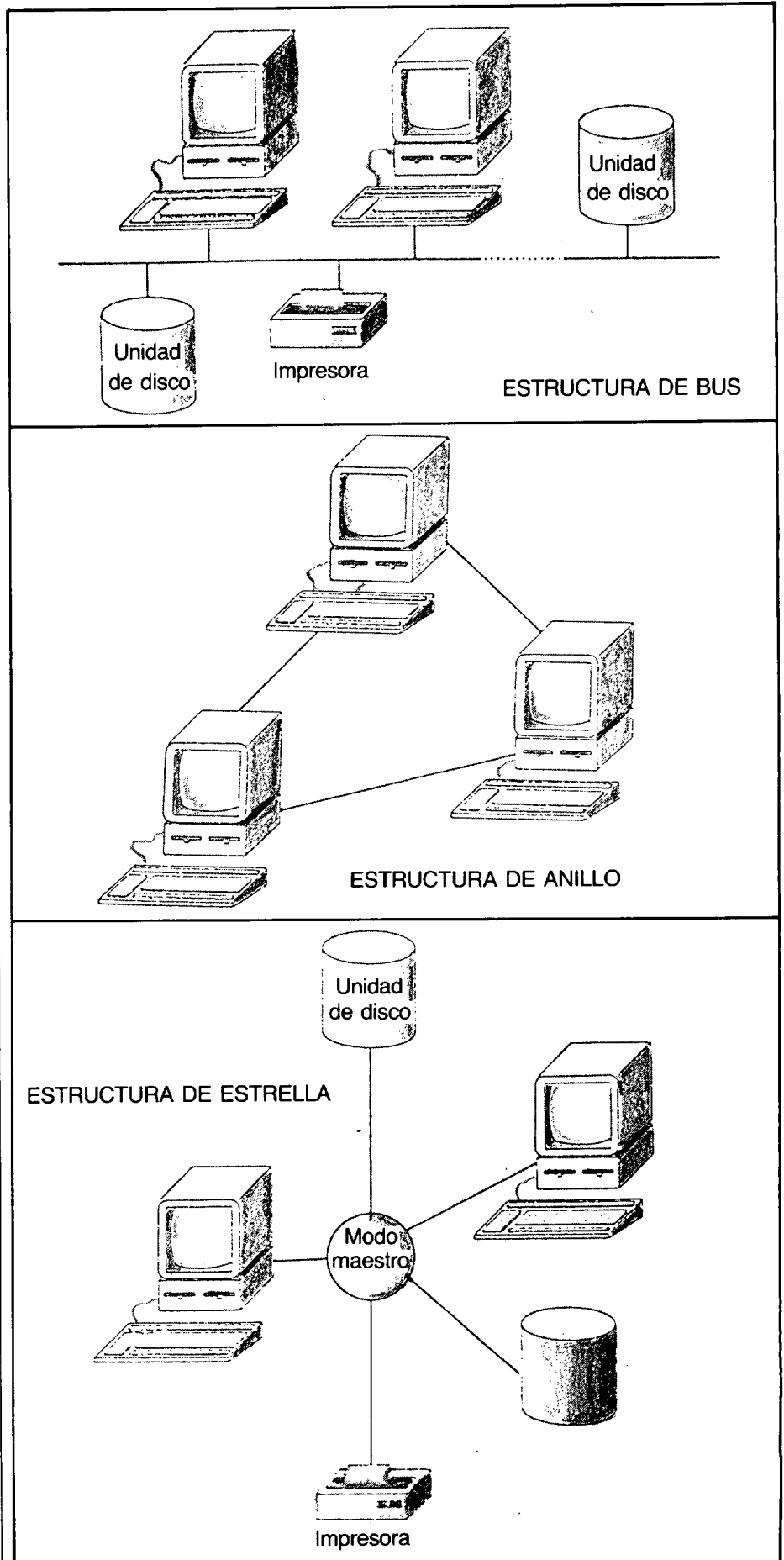


Figura 5. Topologías utilizadas en los distintos sistemas de redes locales.

## MODELO DISTRIBUIDO

El segundo modelo de Sistemas de Información Intrahospitalarios es el distribuido. Aquí la noción de Sistema Central desaparece completamente, ya que los medios de almacenamiento y de tratamiento se distribuyen en cada miniordenador, sin ningún tipo de relaciones jerarquizadas. La complejidad del sistema de información es mucho mayor, pero los servicios que ofrece son mejores, en la medida en que la información es adquirida, tratada y restituida en los departamentos hospitalarios en que se produce y consume. Además existe mayor libertad a la hora de introducir un miniordenador nuevo, pues su adaptación a los ya existentes es mucho más sencillo.

Sin embargo, este modelo también tiene desventajas, la más significativa es el problema de integración de módulos a través de la comunicación entre varios ordenadores presumiblemente distintos. La segunda desventaja es el hecho de que la historia clínica del paciente no reside en un único punto, sino que se encuentra fragmentada en múltiples miniordenadores, cada uno de ellos con su propia estructura de archivo, gestión de ficheros y criterio para guardar la información. Esto complica la definición de datos y la compatibilidad de los mismos en el tratamiento de los aspectos financieros y clínicos del paciente. También complica el almacenamiento y recuperación de la información del paciente con propósito de investigación u otros. Finalmente, la tercera desventaja es que al tener cada departamento hospitalario un procesador distinto se deben mantener varios contratos de mantenimiento, con la consiguiente carga financiera que esto supone.

El problema de la red de comunicaciones entre miniordenadores de diferentes casas comerciales instalados en el interior de un hospital genera una proliferación de protocolos intolerables. Al ser los miniordenadores de diferentes fabricantes, la comunicación entre ellos mediante un enlace punto a punto necesita protocolos de comunicación iguales. Es decir, para una red de miniordenadores son necesarios  $N(N-1)$  programas de comunicación para que puedan entenderse entre sí. Estos protocolos de comunicaciones deberán

ser desarrollados, mantenidos y soportados por recursos disponibles en cada ordenador. Para evitar esta proliferación enfarragosa de protocolos de comunicaciones, los fabricantes de ordenadores han desarrollado varias técnicas y arquitecturas, de las cuales sobresalen las redes de área local.

### Red de área local

Son una aproximación a la solución del problema de las comunicaciones distribuidas en el entorno hospitalario (figura 4). Una red de área local (LAN) consiste en una red de dispositivos, también llamados Unidades de Interconexión de Red (NIU), que son externos a varios módulos de computadores distribuidos, así como el nodo de comunicaciones que proporciona la interconexión física de los sistemas. Los miniordenadores se conectan a la NIU. Esos son normalmente microordenadores de varios tipos, pero también pueden ser terminales, instrumentos y otros dispositivos. El conjunto o agrupación de un dispositivo y un NIU constituye un nodo. Aunque no hay una definición precisa, está acordado que una red de área local normalmente consiste en varios decenas de nodos que están localizados en un área de varios kilómetros y que comunican mediante mensajes. Normalmente todos los nodos son propiedad de la misma organización, aunque pueden tener un ancho espectro de capacidades.

La NIU ejecuta el software que proporciona el camino lógico que mejora la funcionalidad de comunicaciones entre los usuarios distribuida de la red. Por tanto, una porción significativa de los protocolos de comunicaciones que normalmente reciben en cada miniordenador, tal como el software que gestiona la transferencia de datos en secuencia y libre de errores a un destino dado, se trasladan a la red de área local. Cada miniordenador que conecta con la red requiere un mecanismo estándar de comunicaciones con el NIU y de este modo logra el acceso a todos los otros usuarios de la red, a través de los servidores de la LAN. Así, el software desarrollado por cada ordenador se reduce de  $N-1$  protocolos a uno, y el de toda la red de área local se reduce de  $N(N-1)$  a  $N$ . Además, los protocolos que residen en el ordenador son más simples que los requeridos cuando

la LAN no estaba disponible. Desde la red se ejecutan muchas funciones de comunicaciones que anteriormente residían en cada uno de los ordenadores individualmente.

Existen varias estrategias o topologías para interconectar la NIU al medio de comunicaciones (fig. 5). Al principio, los dispositivos de red fueron conectados a un nodo «ad hoc» mediante múltiples enlaces punto a punto. Sin embargo, cuando el número de enlaces y puertas crece, el problema de instalación de enlace se hace ingobernable y su coste se dispara, sobre todo si la fase de transacción de datos es baja.

En la topología de estrella existen enlaces físicos entre cada nodo periférico y el central. Debido a que todos los datos pasan a través del nodo central, puede existir un cuello de botella serio si muchos nodos en un momento dado intercambian información. Por otra parte, si el nodo central se avería, todas las comunicaciones cesan. Además, una red en estrella puede tener dificultades de instalación en los hospitales de arquitectura distribuida, en donde los sistemas informáticos están esparcidos por varios edificios y estarían obligados a estar unidos por cables de comunicaciones con el nodo central.

En una topología de anillo, cada enlace conecta dos nodos, de forma tal que sólo existe un camino directo desde un nodo a otro, dado alrededor del anillo.

A menos que se proporcione un anillo redundante, un fallo en cualquier nodo de la red detendrá la comunicación de todo el anillo. Además, la red en anillo tiene dificultades de ramificación, no siendo muy idónea en aquellos centros sanitarios cuya concepción es distribuida.

En la topología de bus, todos los nodos se conectan al medio de comunicaciones y tienen una propiedad de que si un mensaje se envía desde un nodo dado, todos los otros nodos podrán recibirlo. La red en bus puede ramificarse, lo cual es útil en aquellos hospitales donde los sistemas informáticos están ubicados por departamentos o servicios. Además, si el bus queda averiado en un punto, los segmentos desconectados pueden seguir funcionando. Otra ventaja de esta topología es que no tiene un punto crítico de fallo, como ocurre en la topología de estrella o de anillo no redundante. Por todas las razones anteriormente expuestas se considera que la topología en bus

de un modo aislado; lo más común es que pertenezcan a organizaciones o agrupaciones sanitarias públicas o privadas, integradas en redes sanitarias (figura 6).

La necesidad que tienen los centros sanitarios de intercomunicarse entre sí este fuera de toda duda. Para poder realizar su actividad asistencia necesitan intercambiarse todo tipo de datos sanitarios y administrativos, entre los que destacan los siguientes:

- Extracto de historia clínica.
- Informes financieros.
- Información estadística.
- Documentación científica.

Para lograr esto, es necesario dotar a estas organizaciones de una infraestructura de telecomunicaciones que le permitan alcanzar los objetivos previstos. Hoy día las tecnologías de las telecomunicaciones ofrecen las siguientes alternativas:

- a) Enlace punto a punto.
  - b) Redes públicas de transmisión de datos.
- Conmutación de circuitos.

- Conmutación de mensajes.
- Conmutación de paquetes.

**ENLACE PUNTO A PUNTO**

La forma más sencilla de comunicaciones entre diversos hospitales geográficamente dispersos es mediante el enlace de los mismos a través de circuitos (de alquiler o dedicados) punto a punto, formando de este modo una red de telecomunicación privada.

Este modo de unir los hospitales manifiesta las siguientes ventajas:

- Los circuitos de transmisión están siempre disponibles, no necesitan un procedimiento de acceso y el retardo de la comunicación es mínimo.
- Los parámetros técnicos de la línea son constantes, al tiempo que los ruidos e interferencias producidos por los órganos de conmutación y los contactos móviles se reducen, con lo que se suprime un alto porcentaje de errores de transmisión.

es la apropiada para los hospitales.

El medio más común de comunicaciones en las redes de área local es el cable coaxial; sin embargo, tiene problemas de aislamiento y es muy sensible a las descargas y ruidos eléctricos inducidos por los equipos eléctricos que normalmente están instalados en un hospital. El cable de fibra óptica es más caro, pero sus parámetros eléctricos y físicos son más estables y su peso es menor, por lo que en un futuro próximo tendrá gran difusión en los hospitales.

**B: COMUNICACIONES INTERHOSPITALARIAS**

Hoy en día es difícil encontrar hospitales que realicen su labor asistencial

**CONFIGURACION DE LAS FUTURAS COMUNICACIONES SANITARIAS**

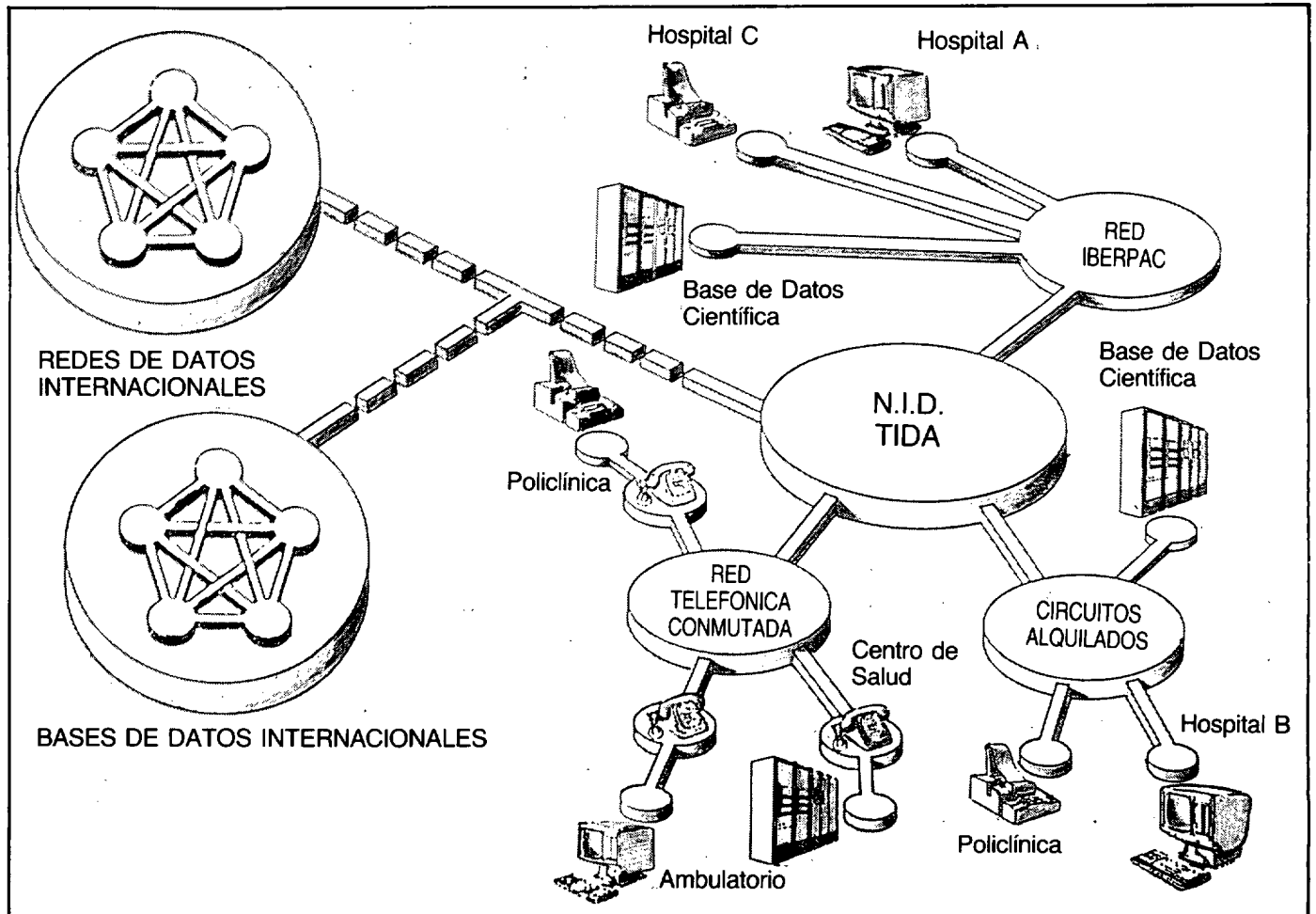


Figura 6.

Por contra, como desventajas se pueden señalar las siguientes:

— Si los usuarios desean acceder a los ordenadores de otros hospitales, deberán multiplicar sus gastos de inversiones en cuanto a medios de transmisión.

— Los usuarios no se benefician de las economías de escala que se producen cuando se utiliza de forma compartida recursos de transmisión, concentración y conmutación.

— Salvo en el caso de red totalmente conectada, la fiabilidad no es alta.

— La administración pierde el control y la capacidad de ordenación de los medios de telecomunicación.

— Cuando los ordenadores son diferentes, se produce una acumulación de protocolos de comunicaciones.

Esta configuración es interesante en un sistema de transmisión de datos punto a punto en tiempo real, ya que la facilidad de operación, la ausencia de retardo, la baja tasa de errores, los hace interesantes en los casos que se requieren tiempos de respuesta cortos y tiempo de conexión largo.

## REDES PUBLICAS DE TRANSMISION DE DATOS

La conexión punto a punto no está justificada económicamente en aquellas aplicaciones que tengan una baja tasa de transacciones. En estos casos, la solución está en las redes públicas conmutadas, en las que la conexión entre hospitales se realiza a través de los equipos de conmutación de una compañía de comunicaciones. Actualmente existen tres modos de conmutación: circuitos, mensajes y paquetes.

### Conmutación de circuitos

Las redes de conmutación de circuitos ponen en comunicación los terminales de hospitales origen y destino, estableciendo un circuito físico entre ellos. La asignación del circuito se realiza mediante un mensaje especial de señalización, que se propaga a través de la red hasta el dispositivo electrónico situado en el hospital destino. Si éste está disponible, se devuelve un mensaje al dispositivo electrónico situado en el hos-

pital origen de la llamada para informarle de que el circuito entre ambos está establecido.

Los mensajes no sufren retrasos al no existir almacenamiento de la información en los nodos de la red. Asimismo, al no realizarse en el nodo ningún tipo de proceso sobre la información que lo atraviesa, hace necesario que los terminales de los hospitales conectados tengan idénticas las velocidades, el código y el protocolo de línea. Además, la red no se responsabiliza de la recuperación de los errores. En España existe una red pública de conmutación de circui-

tos explotada por la CTNE: La Red de Telefónica Conmutada. Mediante esta red se soportan los sistemas telefónicos para comunicación de voz.

Con la aparición de la necesidad de la transmisión de datos se optó (por razones económicas) por utilizar dicha red, para lo cual fue necesario adaptar las señales digitalizadas, con la que trabajan los ordenadores digitales, con los medios de transmisión analógicos, constituidos por la Red Telefónica Conmutada. El dispositivo electrónico esencial para llevar a cabo dicha adaptación es el MODEM (Mo-

## ESQUEMA DE UNA RED INTERHOSPITALARIA BAJO RED PUBLICA DE CONMUTACION DE PAQUETES

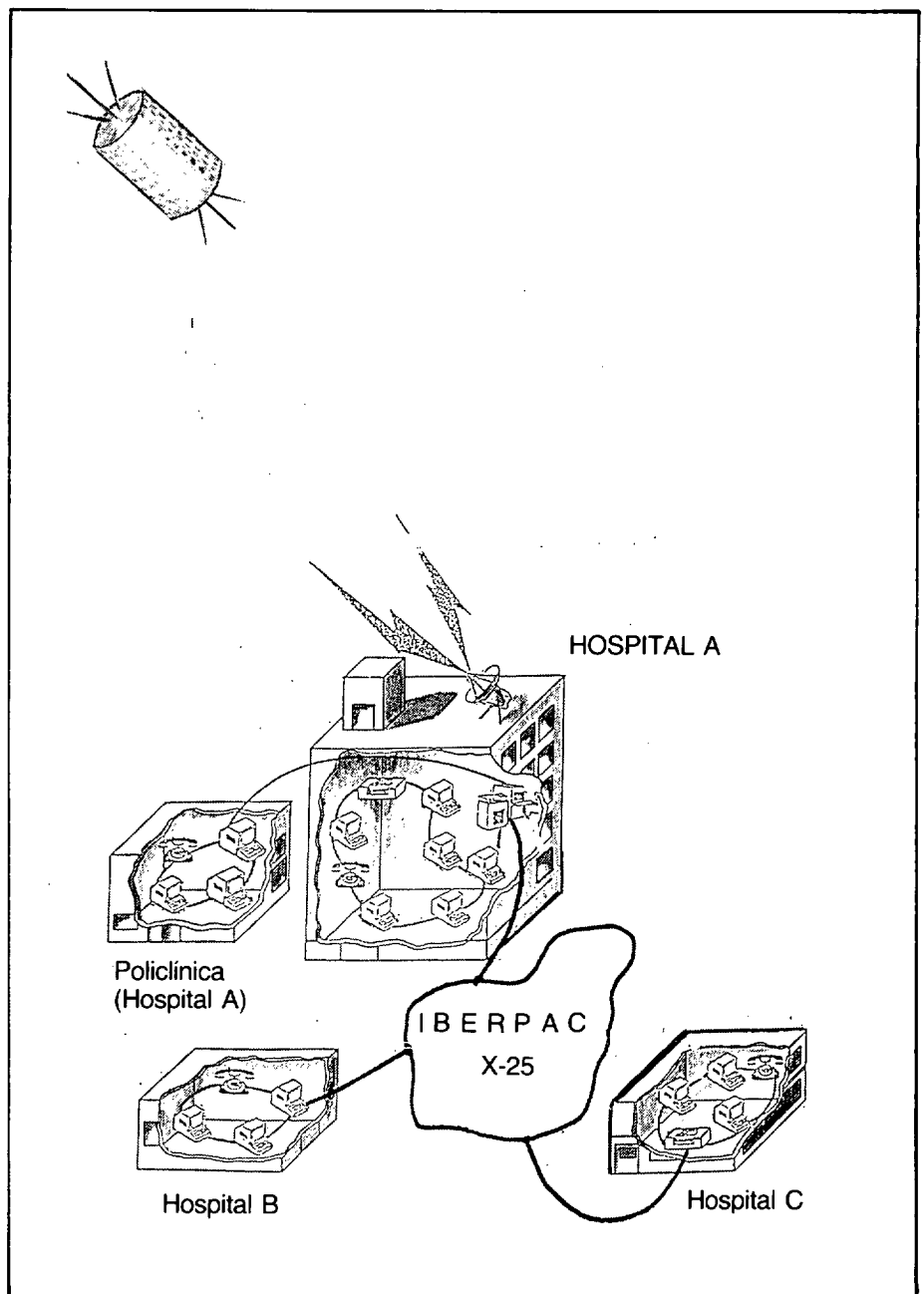


Figura 7.



dulador/Demodulador). Este aparato toma la señal digital del ordenador y la somete a una modulación (frecuencia pasa a amplitud) para adaptarle a la línea de transmisión. En el otro extremo de ésta (el receptor) se efectúa la operación inversa, demodulando la señal para extraer la información digital.

### Conmutación de mensajes

En esta modalidad de conmutación el terminal fuente envía a la red los mensajes completos, precedidos de una cabecera en la que se introduce entre otros datos de dirección del terminal destino. La red, a través del nodo más cercano al terminal ubicado en el hospital origen, recibe el mensaje y lo almacena; posteriormente interpreta la cabecera y cuando esté disponible un circuito de salida lo envía hacia el dispositivo situado en el hospital destino a través de otros nodos de la red. Por ello, esta técnica requiere que los nodos de la red tengan capacidad de almacenamiento, debido a la necesidad de almacenar mensajes completos. Asimismo, los nodos deben tener potencia de proceso para no sólo interpretar la cabecera de los mensajes, sino para efectuar, si es necesario, conversiones de códigos y de velocidad para permitir la comunicación entre interlocutores con equipos informáticos diferentes. Otra ventaja es que puede haber retransmisión de mensajes en caso de errores.

Como inconveniente de esta técnica de conmutación cabe citar: la cantidad de memoria necesaria en cada nodo de la red debe ser elevada. Aun así, los

mensajes largos bloquean la disponibilidad de enlace, lo que provoca retardos del orden de minutos.

### Conmutación de paquetes

Esta técnica de conmutación nació como consecuencia de los trabajos de investigación en la red de telecomunicación de mensajes ARPA (Advanced Research Project Agency), patrocinados por la Agencia de Proyectos Avanzados de Investigación, del Departamento de Defensa de los EE. UU. (DARPA). Se comprobó que esta red alcanzaba una gran eficacia en el transporte de datos cuando el mensaje era de un formato y longitud fijos y cercano a 256 caracteres.

La conmutación de paquetes es similar a la de mensajes, con la diferencia de que los mensajes del usuario se fragmentan en unidades discretas llamadas paquetes, de formato normalizado y son enviadas a la red mediante una técnica de almacenamiento y envío de un modo independiente. Los paquetes viajan de un modo disperso a través de los nodos de la red, por caminos distintos hasta alcanzar finalmente el nodo más cercano al terminal ubicado en el hospital destino, en donde de nuevo son ordenados y ensamblados hasta la reconstrucción del mensaje original.

Esta facilidad de que los paquetes viajen de un modo disperso se debe a que la red está dotada de la posibilidad de encaminamiento alternativo, para que en el caso de que un enlace esté saturado, el paquete pueda ser enviado por otro camino distinto y de esta forma disminuir el retardo en la transmisión. Otra ventaja es que los requerimientos de capacidad de almacenamiento son menores que en la conmutación de mensajes.

Un paquete, en general, consta de un campo de cabecera, un campo de cola

y un campo central. Dentro de la cabecera puede ir una serie de información relativa al terminal hospitalario origen del paquete, terminal destino del mismo, número del mensaje, además de otros. El campo de datos contiene la información que se intercambia entre los usuarios. El campo central lleva información para la comprobación de errores, lo cual se realiza en los puntos apropiados a lo largo del camino de la transmisión.

En este modo de conmutación no existen circuitos físicos que unan los terminales hospitalarios en comunicación, sino circuitos denominados virtuales. Normalmente las administraciones de redes de conmutación de mensajes ofrecen dos modalidades de comunicación básicas:

- Circuitos Virtuales Permanentes.
- Circuitos Virtuales Conmutados.

En los Circuitos Virtuales Permanentes no se necesita una fase de establecimiento de la comunicación previa a la fase de transmisión de datos, ya que la red posee en los nodos de los mismos la información de encaminamiento suficiente para transmitir paquetes entre los terminales situados en los hospitales abonados a este servicio.

En los Circuitos Virtuales Conmutados, mediante el procedimiento de llamada virtual, se selecciona el terminal situado en el hospital destino y es la red la que establece el circuito virtual mediante la información de selección enviada por el terminal hospitalario que solicita la llamada.

Estas redes son de reciente desarrollo y es bueno recordar que fue la CTNE la primera Administración de servicio de telecomunicaciones en el mundo que puso en funcionamiento una red de estas características, la Red Especial de Transmisión de Datos, hoy día denominada Red Pública de Conmutación de Paquetes: IBERPAC (fig. 7).

## BIBLIOGRAFIA

PERSONAL COMMUNICATION: «Resouces Management Branch TRIMIS Program Office». US Dept. of Defense.

CLARK, D.; PAGRAM, K.; REED, D.: «An introduction to Local Area Networks». Proc. IEEE 66,1497. 1978.

TOLCHIM, S.; BERGAM, E.; KAHN, S. et al.: «Progress and experience in the implementation of a hospital Local Area Networks». USCF. Proceeding of the IEEE MEDCOMP. Philadelphia, 1982.

DAVIA, D. W.; BARBER, D. L. A.; PRICE, W. L.; SOBOMONIDES, C. M.: «Computer Network and their protocols». John Wiley, Chichester UK, 1979.

GEE, K. C. E.: «An introduction to Open System Interconnection». NCC Publications. Manchester UK. 1980

MAYER, J.: «Local distribution in computer communication». IEEE (USA). Communication magazine Volume, 19,2:1981; 6-14.

TAMEMBAUM, A. S.: «Computer Networks. Prentice-Hall Inc.». Englewood Cliffe. New Jersey, USA. 1981.

MACCHI, C. J. F.; GUILBERT, T.: «Teleinformatique». Ed. Dunod. Paris, 1979.

SWAM, A. J.: «Data communication protocols». NCC Publication. Manchester, 1979.

BERTSEKAS, D. P.: «Dynamic behavior of shortest Path Routing Algorithm of ARPANET type». Int. Symp. Inform. Theory. Carigona. Italia, 1979.