

Tema 11

Informàtica Mèdica y Telemedicina

11.1. Sistemas de información hospitalaria

Un sistema de información hospitalaria (Hospital Information System, HIS) es un sistema que centraliza toda la información generada por los distintos servicios del hospital a partir de un mismo paciente. Por tanto, la característica básica que define un HIS de otro sistema de información es su capacidad integradora. En sistemas tradicionales, existe una orientación en función de departamentos, por lo que los resultados generados por distintos servicios (radiología, laboratorio clínico, etc.) son generalmente plasmados en algún tipo de soporte físico (papel, película radiográfica, etc.) y transmitidos manualmente al especialista que los precisa para el diagnóstico. Un HIS está orientado al paciente, por lo que todos los sistemas que generan información están interconectados. Esto implica que el especialista puede obtener sobre una pantalla de ordenador en su servicio correspondiente la información de todos los departamentos implicados en las pruebas realizadas a un determinado paciente.

Esta concepción implica los siguientes componentes:

- Una estructura informática basada en una red de ordenadores que conforma la trama básica de un HIS, con unas características de velocidad y almacenamiento optimizadas. Pueden darse diversas arquitecturas, pero la más usual consiste en un sistema central conectado a múltiples sistemas de información clínica o departamental.
- La utilización de sistemas de adquisición de la información conectados a la red de ordenadores. Esto puede hacerse de forma directa o a través de una interfase con algún subsistema de adquisición (por ejemplo, el formado por todos los instrumentos de una unidad de cuidados intensivos). La utilización de concepciones de este tipo, en que la introducción de datos se hace automáticamente (no sólo los datos del instrumental médico conectado al paciente, sino también otro tipo de datos del historial), hace que la información contenida en los informes presentados al especialista sea mayor, mejorando por tanto la calidad del diagnóstico. No obstante, en la actualidad

los sistemas médicos suelen presentar formatos de codificación y terminología diferentes. Por tanto, es imprescindible una estandarización a nivel de formatos de ficheros de datos, e incluso de interfases entre los sistemas de adquisición y el HIS.

- La creación de un fichero único para cada paciente (*Computer-based patient record, CPR*), que contenga toda la información relativa a ese paciente, integrando por tanto datos de distinta naturaleza (datos personales, historial clínico, imágenes médicas, registros de bioseñales, etc.). Los sistemas actuales utilizan historiales de pacientes sobre soporte de papel. Esto implica que si un informe en particular está fuera de su lugar en un momento dado, deja de ser accesible, y el riesgo de que esto ocurra es relativamente alto en sistemas no orientados al paciente. Los CPR son la base de los HIS, asegurando la accesibilidad de todos los datos de forma automatizada. La clave, pues, es el soporte electrónico de los datos. También en este caso es necesaria una estandarización de la estructura de los CPR.
- Capacidad de acceso a bases de datos accesibles por red (centralizadas o distribuidas) que almacenen los CPR y proporcionen información complementaria. Este acceso debe estar controlado por mecanismos que aseguren la integridad y seguridad de los datos.
- Servidores de conocimiento para soporte de ayuda a la decisión, mediante el software adecuado, que permitan acceder al médico a bases de conocimiento sobre el diagnóstico y la terapia adecuada para cada paciente: sugerencias diagnósticas, peticiones de pruebas, protocolos terapéuticos, guías prácticas, alertas de potenciales interacciones entre medicaciones o entre medicaciones y alimentación, sugerencias de tratamiento etc., basándose en la información del paciente contenida en su CPR y el conocimiento previo que soporta el sistema.

La figura 11.1 muestra un diagrama genérico de un sistema HIS.

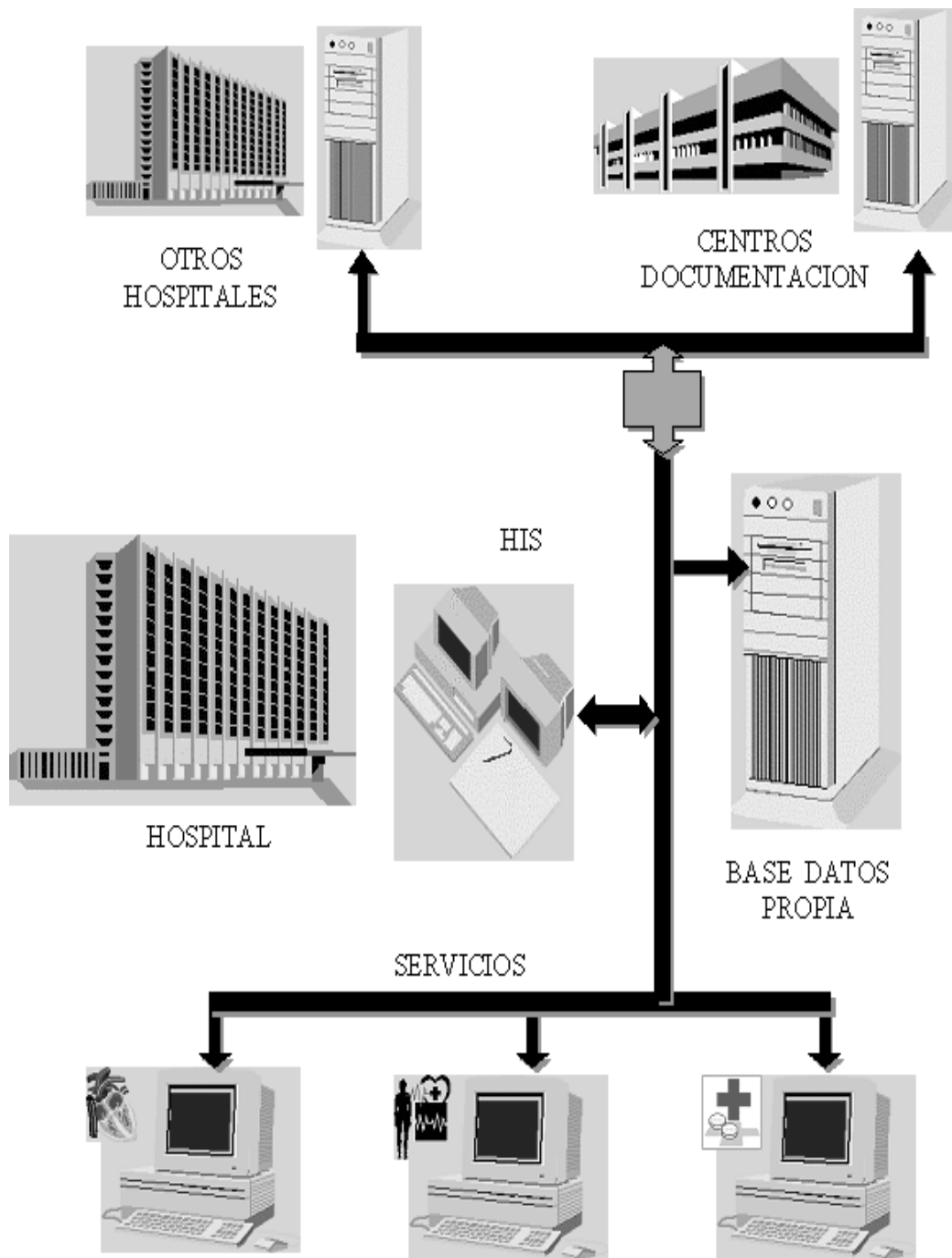


Figura 11.1. Estructura genèrica de un sistema HIS. El nivel superior corresponde a conexión del HIS con otros sistemas externos. Los niveles inferiores estarían implementados en el mismo hospital.

11.1.1. Sistemas de imágenes médicas

Cuando las funciones a integrar por el HIS tienen una carga computacional elevada, resulta conveniente distribuir las en subsistemas con una estructura jerárquica. Un ejemplo de esto son los sistemas de comunicación y almacenamiento de imágenes (PAC: Picture Archiving and Communication). Como ejemplo, la tabla siguiente muestra el volumen anual generado en un hospital grande (600 camas) por los distintos tipos de imágenes utilizados en pruebas diagnósticas.

Tipo Imagen	Nº imágenes	Nº bits/imagen	Nº Gigabytes
Rayos-X	250.000	2048x2048x12	1573
CT	425.000	512x512x12	167
RM	225.000	512x512x12	88
Ultrasonidos	150.000	512x512x8	39
Medicina Nuclear	100.000	256x256x8	7
Total	1.150.000		1874

Tabla 11.1. Ejemplo de número y tipo de imágenes médicas y capacidad de memoria utilizada por año en un hospital.

Los PAC son sistemas de información dedicados exclusivamente a imágenes médicas, y que están insertados dentro de la estructura controlada por el HIS. La figura 11.2 muestra la estructura de un PAC y su interconexión con el HIS. La salida de los equipos de imágenes médicas (CT, resonancia magnética, medicina nuclear, ultrasonidos, rayos-X, etc.) puede ser directamente digital, o convertida a digital mediante dispositivos de digitalización tales como scanners. Una vez las imágenes están en formato digital, los datos se incorporan al PAC. La etapa de adquisición implica interconectar los equipos de imagen con la base de datos central y el sistema de almacenamiento. Los datos almacenados son accesibles a los especialistas a través de una red de estaciones de trabajo localizadas en distintos servicios del hospital. Es posible también acceso remoto (teleradiología) mediante redes externas (telefónica, cable, satélite, etc.). El HIS tiene acceso a las imágenes gestionadas por el PAC, pudiendo integrarlas en el CPR del paciente.

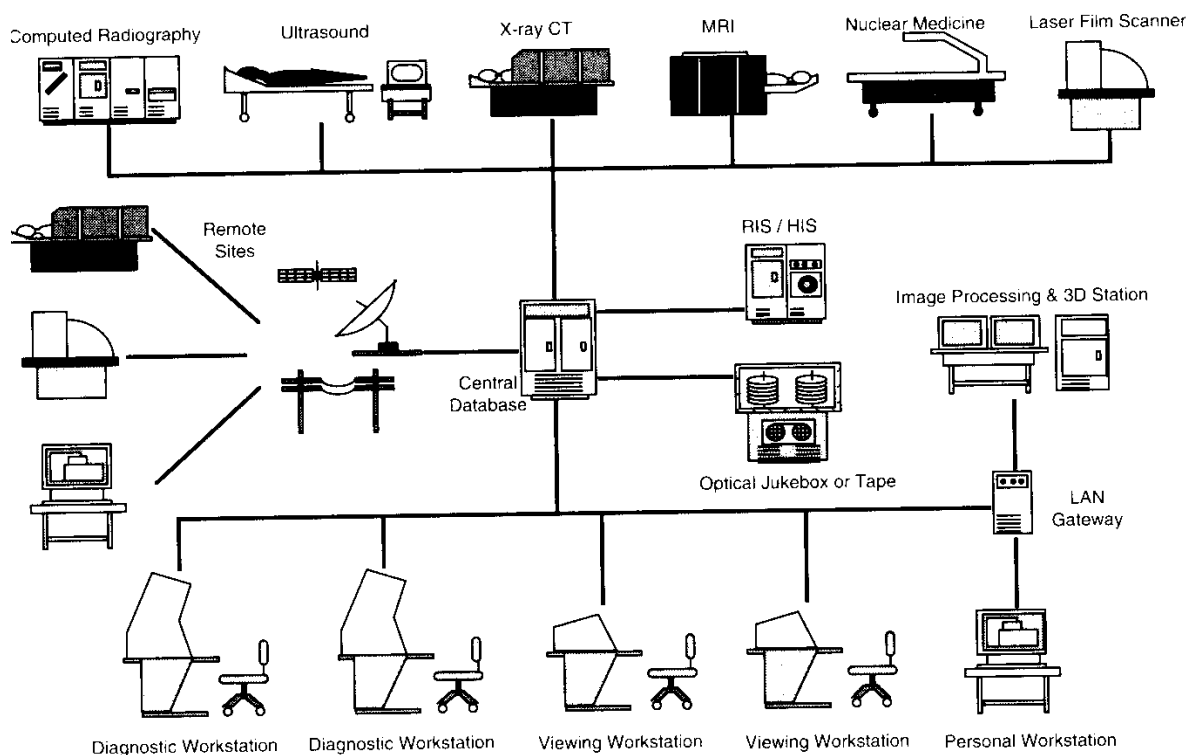


Figura 11.2. Estructura genèrica de un PAC y conexión con el HIS. (Leotta, D.F.; Kim, Y. Requirements for picture archiving and communications. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine)

11.1.2. Estandarización en información médica

Como se ha comentado anteriormente, para asegurar la viabilidad de los sistemas HIS y su interconexión en redes hospitalarias de ámbito amplio es necesaria una estandarización de todos los niveles de la infraestructura de información médica. Estos niveles incluyen identificadores de productos y pacientes, formatos de comunicaciones y mensajes, representaciones de datos clínicos, confidencialidad y autenticación e indicadores de calidad, entre otros.

Diversas organizaciones trabajan en la definición de estándares de aplicación médica. La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) ha establecido un modelo de comunicación para interconexión de sistemas abiertos basado en el IEEE/MEDIX, concebido para intercambio de datos entre HIS de diferentes hospitales.

En Europa, dos de los 16 Comités Técnicos (TC) del Comité Europeo de Normalización (CEN) están centrados en aspectos médicos: el TC 251 (Informática médica) y el TC 224 WG12 (Tarjeta de datos del paciente). El CEN TC 251 incluye grupos de trabajo en modelización de registros médicos, terminología, codificación, semántica, bases de conocimiento, comunicaciones, imagen y multimedia, dispositivos médicos, calidad, seguridad y privacidad.

El EDIFACT, desarrollado por las Naciones Unidas, es un estándar de comunicaciones genéricas utilizado en Europa y en algunos países sudamericanos. Por último, el RCS (*READ Classification System*) es un estándar de nomenclatura médica incorporado a CPR por el Servicio Nacional de Salud británico.

En Estados Unidos, existen dos organizaciones con competencias de coordinación en el desarrollo de estándares en el campo sanitario: el HISPP (*ANSI Health Care Informatics Standards Planning Panel*) y el CPRI (*Computer-based Patient Record Institute*).

11.2. Telemedicina.

El desarrollo de aplicaciones telemáticas en el entorno médico es actualmente un objetivo prioritario de los programas de investigación. El planteamiento usual en este tipo de iniciativas se suele centrar en las posibilidades de interconexión y transmisión de datos que proporcionan las tecnologías actuales de comunicaciones y redes telemáticas. Evidentemente esto permite, desde el punto de vista de aplicaciones sanitarias, compartir recursos muy especializados (y por tanto menos frecuentes y más localizados) en otros ámbitos. Por ejemplo, se puede disponer del diagnóstico de un especialista médico en centros de atención primaria (rurales y urbanos), o se puede conectar el paciente desde su hogar con un hospital. Esta conexión puede ser, a su vez, “*on line*” (teleconsulta multimedia interactiva) u “*off line*” (remitiéndose el informe del especialista al centro emisor). Otras opciones de conexión podrían darse entre servicios de grandes centros hospitalarios.

En cualquiera de los casos comentados, se obtendrían ventajas respecto a:

- Compartir recursos especializados (médicos especialistas, instrumental avanzado).
- Almacenamiento y acceso eficientes a historiales de pacientes a través de bases de datos interconectadas.

Los requerimientos para implementar servicios de este tipo serían:

- Necesidad de incorporar estándares que compatibilizaran la información a diversos niveles (adquisición, almacenamiento, transferencia, etc.)
- Transmisión segura de información, con gestión de acceso autorizado.
- Rapidez de transferencia de datos, mediante la utilización de estructuras de transferencia de información adecuadas.

Podemos hablar de una estructura flexible de intercomunicación a varios niveles:

- Actualmente, la red telefónica básica, que está disponible en más del 90% de los hogares, es la red más utilizada en muchas aplicaciones que implican la conexión entre el paciente y el centro de atención primaria o el hospital, a pesar de su baja razón de transferencia. Con este soporte, pueden implantarse servicios tales como telealarmas, telemonitorización o control remoto del entorno domiciliario. La implantación de televisión por cable permitirá incrementar la capacidad de transferencia en estas conexiones, abriendo la posibilidad a servicios de teleconsulta médica, en los que son necesarios transmisión de video bidireccional.
- La conexión entre centros de atención primaria y hospitales podría realizarse a este mismo nivel o utilizando redes de transferencia de datos, dependiendo del grado de integración del sistema de salud en un área geográfica determinada. En cualquier caso, aunque la red telefónica pueda transmitir determinado tipo de datos, no resulta útil cuando la cantidad de información es elevada.
- La conexión entre hospitales y UCIs móviles mediante enlaces de RF permite adelantar pruebas y diagnósticos de pacientes críticos durante su traslado al hospital.
- Por último, la conexión entre hospitales o entre éstos y centros de documentación debe hacerse mediante redes locales (LAN) o de área amplia (Wide Area Network, WAN), dependiendo de su localización geográfica. Este tipo de interconexión permite también trabajar con CPRs distribuidos, es decir, aunque el CPR de un paciente es único en toda la red, puede estar físicamente almacenado en varias partes, cada una de ellas en una base de datos diferente. Las consultas y/o modificaciones a un CPR concreto se realizan desde cualquiera de los hospitales mediante el identificador del mismo, manteniendo de este modo la consistencia de los datos y evitando la necesidad de repetir pruebas ya realizadas anteriormente en otro centro.

La figura 11.3 muestra un esquema de los niveles de implementación comentados.

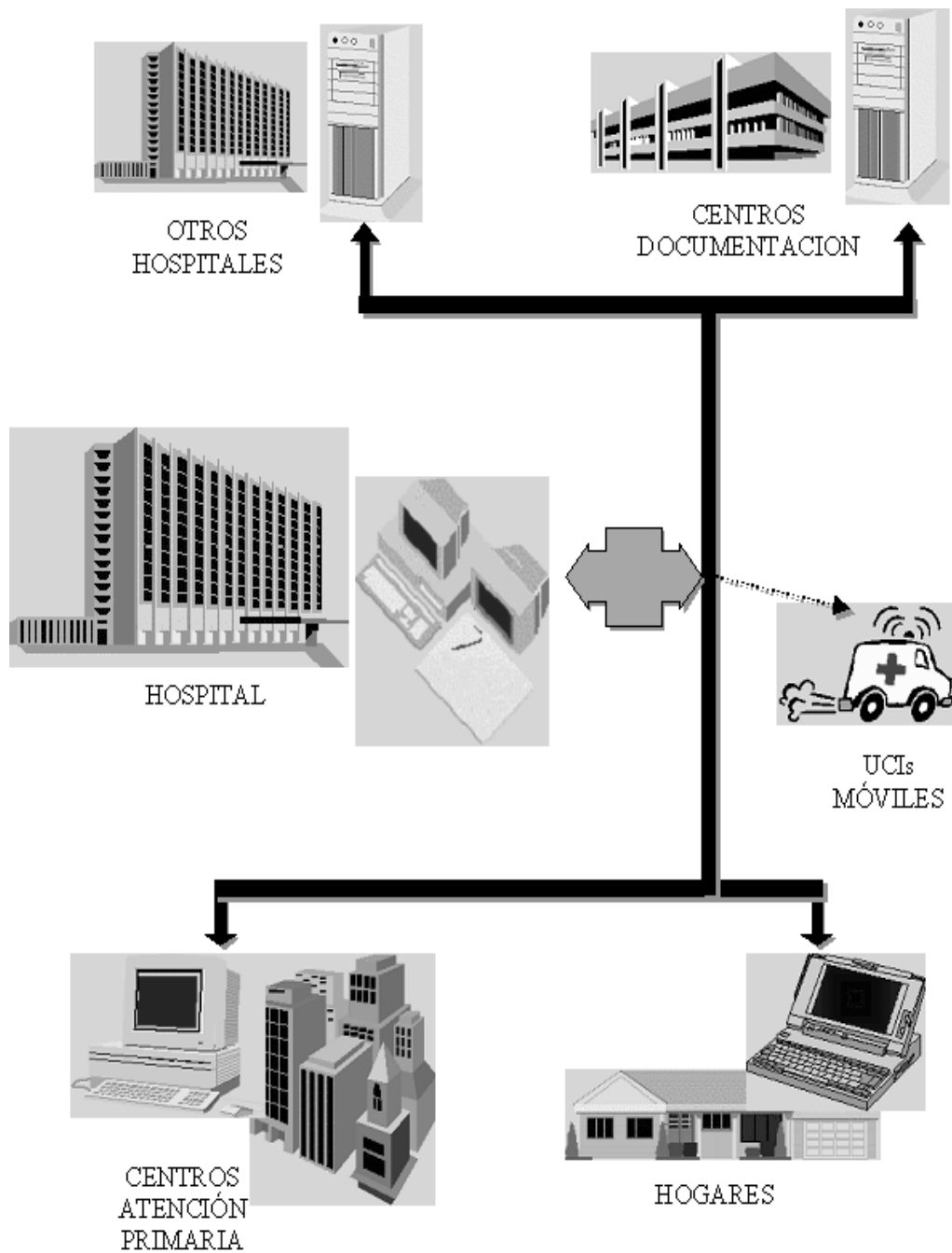


Figura 11.3. Niveles de integración de aplicaciones en telemedicina.

11.2.1. Teleasistencia domiciliaria

Dentro del ámbito de aplicaciones de telemedicina, un campo en rápido crecimiento es el de la teleasistencia domiciliaria. Este hecho está motivado por diversos factores, tales como el progresivo envejecimiento de la población debido a unas mayores expectativas de vida, o la necesidad de realizar un seguimiento más optimizado del paciente tras el alta hospitalaria.

El desarrollo de este tipo de aplicaciones debe tener en cuenta una serie de factores adicionales a los usuales en otros sistemas de aplicación médica. Podemos destacar:

- Seguridad: puesto que estos sistemas están diseñados para ser utilizados en el domicilio del paciente, y en general no se dispone de personal cualificado que pueda detectar fallos en los mismos, la seguridad debe ser mayor incluso que en los dispositivos hospitalarios.
- Facilidad de uso: esta característica es clave para que el sistema sea utilizado correctamente. Por tanto, la complejidad del diseño debe ser transparente al usuario (por ejemplo, funciones de autocalibración, de detección automática de fallo de contacto de electrodos, etc.).

Como ejemplo de este tipo de sistemas, comentaremos brevemente un monitor de apneas desarrollado por EdenTec Corporation. Las apneas o pausas respiratorias durante el sueño son muy comunes, y existen diversas aproximaciones a su tratamiento. En este caso, el objetivo es detectarlas en niños de corta edad ya que se supone que pueden ser la causa del síndrome de muerte súbita del recién nacido. La figura 11.4 muestra el diagrama de funcionamiento del monitor de apneas.

La detección de la respiración se hace mediante técnicas de medida de bioimpedancia, utilizando dos electrodos situados en el tórax e inyectando corriente de baja intensidad y alta frecuencia (100-200 μ A; 25-100kHz). El monitor amplifica la diferencia de potencial obtenida, con variaciones que indican el movimiento respiratorio. El diseño de la interfase con el usuario se ha simplificado, consistiendo básicamente en dos botones: el de encendido y el de *reset*. El indicador de alarma está localizado tras un panel plástico, siendo visible únicamente cuando se dispara la alarma. También dispone de un sistema de autocomprobación que se activa cada vez que se pone en marcha el aparato.

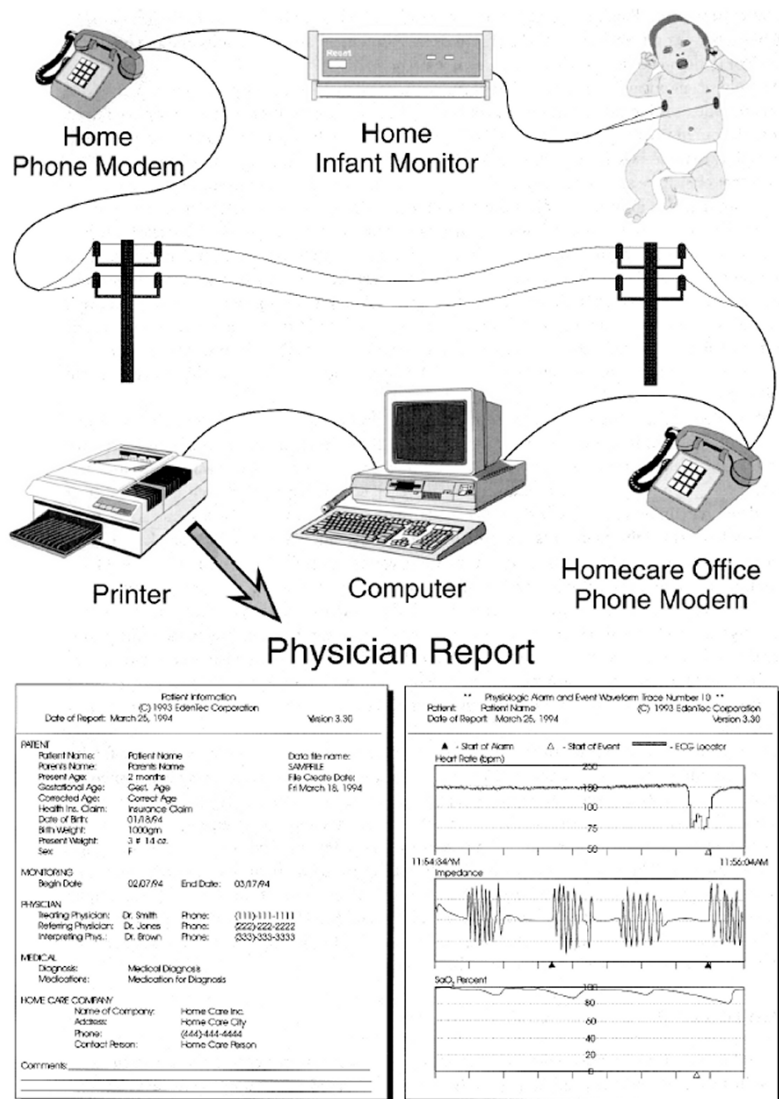


Figura 11.4. Diagrama de funcionamiento y ejemplo de informe del monitor de apneas. (J. Bronzino Ed. "The Biomedical Engineering Handbook". CRC Press).

Existen diversos tipos de alarmas. Una de ellas se activa ante fallos en la alimentación del sistema. Las provocadas por la detección de una pausa respiratoria generan además diversos niveles de intensidad sonora, progresivamente mayores con el tiempo desde el comienzo de la detección. El informe de este tipo de alarmas puede transmitirse al centro médico por *modem*, permitiendo así su análisis por el especialista.