



No. 08-021375- -00004-0000

Fecha: 2011-09-22 15:55:39 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 523 RESPUESTA Folios: 48



TM TAMAYO
ROYALTIES · PATENTS · TRADEMARKS

1/
48

SEÑORES

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

L. C.

**Referencia: Expediente 08-21375 sobre UNIDAD MOVIL DE DIAGNOSTICO
PARA TELECONSULTAS ESPECIALIZADAS.**

Oficio: 07722

ACTUACION: (1) Respuesta a Examen de patentabilidad.

Estimados señores:

CARLOS ORLANDO MAYA RODRIGUEZ, mayor de edad, vecino de ésta ciudad, identificado con la cédula de ciudadanía No. 17 117 818 expedida en Bogotá, Abogado titulado en ejercicio con la Tarjeta Profesional No. 17 402 del Consejo Profesional de la Judicatura, obrando como apoderado de la Sociedad FUNDACION CARDIOVASCULAR DE COLOMBIA según poder debidamente conferido y legalizado y dentro del término legal del cual pedimos prorroga, me permito dar respuesta al Oficio 07722 y al Requerimiento del Examen de Patentabilidad, y al Concepto técnico No. 1337 en los siguientes términos.

3. De la Solicitud de Patente

Sobre el capítulo de Reivindicaciones, y el requerimiento planteado por el Examinador, me permito allegar como Anexo un nuevo descriptivo y nuevo capítulo de Reivindicaciones donde se establece la relación de acople en entre sus componentes con claridad de la materia que se desea proteger, para que el señor examinador pueda evaluar y ejecutar el invención.



COLOMBIA:

Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Boveria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:

COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com



4. Determinación del Estado de la técnica.

Con relación al antecedente allegado por el Examinador, referente a la solicitud PCT de MEDICAL INTERACTIVE CORPORATION en el año 2004, ésta hace alusión a un Sistema integrado de cuidados intensivos y al método de operación.

El sistema en mención se basa en un sistema de computación soportado sobre una estructura para intercomunicar a través de una red la información obtenida del paciente.

El antecedente como tal y así aparece en su descripción, figuras y pliego de reivindicaciones se basa específicamente en proteger la conformación de una unidad médica con base en un monitor, y un sistema de computación y la facilidad de intercomunicación inalámbrica con otros puntos.

En ninguna parte del mencionado antecedente se hace referencia a equipos especializados, como los que se mencionan dentro de nuestra solicitud, concretamente sobre el Electrocardiógrafo digital y la unidad portátil de radiología, naturalmente apoyados sobre un sistema computarizado para la información sobre el paciente, que permite informar desde un hospital remoto hasta una clínica especializada

En consecuencia y sobre las consideraciones anteriores me permito solicitar respetuosamente una reconsideración del mencionado Concepto técnico emitido por ése Despacho certificando favorablemente la novedad de nuestra solicitud.



COLOMBIA:

Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:

COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com



5.- CONCLUSIONES

Se presenta una descripción clara y completa, que definen el alcance la invención, por lo que se aporta:

- NUEVO CAPITULO DESCRIPTIVO
- NUEVO CAPITULO REIVINDICATORIO
- NUEVOS DIBUJOS

El nuevo capítulo Descriptivo y Reivindicatorio que se anexan, se presentan con un contenido que se ajusta a los límites impuestos por la memoria descriptiva original, sin que exceda la invención solicitada.

De acuerdo con el nuevo pliego reivindicatorio, la presente invención cumple con los requisitos de patentabilidad exigidos en el Art. 14 de la Decisión 486/2000 de la C.A.N, en el sentido de Novedad, Nivel inventivo y Aplicación Industrial.

Por lo antes expuesto, ruego a usted dar por subsanado dicho requerimiento, sin perjuicio de lo cual desde ya nos acogemos a lo dispuesto por el inciso segundo del artículo 45 de la decisión 486 de la Comunidad Andina de Naciones que a la letra dice: "(...) Cuando la oficina nacional competente estimare que ello es necesario para los fines del examen de patentabilidad, podrá notificar al solicitante dos o más veces (...)"



COLOMBIA:

Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:

COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

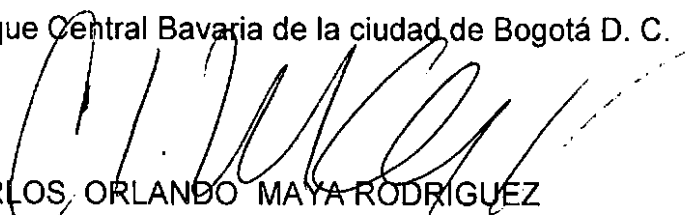
E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com



NOTIFICACIONES

Mi poderdante y yo recibiremos notificaciones en la Secretaría de su Despacho o en mi Oficina de Abogado situada en la Carrera 13A No. 28-38 Ofc. 230 Mz 2 Parque Central Bavaria de la ciudad de Bogotá D. C.


CARLOS ORLANDO MAYA RODRIGUEZ

CC 17 117 818

TP 17 402 del CSJ.



COLOMBIA:

Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:

COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com

(

(

●

(

○

●

(

UNIDAD MOVIL DE DIAGNOSTICO PARA TELECONSULTAS ESPECIALIZADAS

1. SECTOR TECNOLOGICO

- 5 La invención pertenece al campo de equipos biomédicos orientados a la prestación de servicios de salud, bajo la modalidad de Telemedicina. El equipo permite ampliar movilidad, registro digital de las señales del paciente, conectividad a Internet y autonomía de funcionamiento. Además, facilita la articulación, modernización y socialización de los procesos asistenciales y administrativos del sistema de salud, mediante la integración de los sistemas de comunicación
- 10 e información.

2. OBJETIVO

- La unidad móvil de diagnostico para teleconsultas especializadas es una herramienta que capta señales biológicas de un paciente, especialmente electrocardiográficas, en forma análoga a
- 15 partir de circuitos electrónicos que procesan y digitalizan los datos con el fin de enviarlos a un computador personal (PC) para su visualización, almacenamiento y transferencia de archivos empleando Internet a un servidor como punto de referencia, donde médicos especialistas reciben, descargan y analizan la información, con el fin de proporcionar un diagnostico inmediato.

20

3. ESTADO DE LA TECNICA

3.1. TECNOLOGIA ANTERIOR CONOCIDA

25 ELECTROCARDIOGRAFÍA.

La electrocardiografía es el estudio y registro de la actividad eléctrica del corazón con el fin de realizar un diagnóstico de su estado y fue desarrollado por Willen Eithoven en 1901.

Esa técnica registra gráficamente los potenciales eléctricos que se producen en el corazón.

- 30 Refleja la activación eléctrica del miocardio auricular y ventricular, así como la repolarización ventricular. La actividad eléctrica del nodo sinoauricular (sinusal), nodo auriculoventricular (AV), el Haz de His y sus ramas no es registrada en el electrocardiograma de superficie, pero mediante el análisis de la secuencia de la propagación del impulso se hace factible la deducción del comportamiento electrofisiológico de dichas estructuras.[1]

35

Un trazado normal de un electrocardiograma se compone de 12 derivaciones: tres derivaciones bipolares, tres derivaciones unipolares y seis derivaciones precordiales. Una derivación es bipolar cuando se registran la diferencia de potenciales entre dos puntos del cuerpo y las unipolares registran la diferencia de potenciales entre un punto del cuerpo y el centro eléctrico

40 del corazón.

Las derivaciones bipolares se forman con la derivación I conectada a ambos brazos; la derivación II conectada al brazo derecho y la pierna izquierda, y la derivación III, conecta el brazo izquierdo y la pierna izquierda. El electrodo conectado a la pierna derecha es simplemente una toma a tierra para efectos de seguridad. Según Einthoven los electrodos quedan en esta forma colocados en los vértices de un triángulo equilátero en cuyo centro estaría colocado el corazón (triángulo de Einthoven). Sobre esta hipótesis se basan todos los cálculos de la electrocardiografía.

- 10 Las derivaciones unipolares fueron propuestas por Wilson en 1934, donde se plantea un método de medir, no la diferencia de potencial entre dos electrodos, sino la potencia de fuerza en una extremidad. Mediante conexiones, junta la porción negativa de los alambres de las tres extremidades en un solo electrodo, a éste lo llama terminal central. Las tres derivaciones unipolares se llaman: La del brazo derecho, VR, la del brazo izquierdo, VL, y la de la pierna izquierda VF.
- 15

Las Derivaciones precordiales tienen el fin de hacer una exploración completa del corazón, con ayuda de la terminal central de Wilson, para explorar unos puntos específicos en el precordio. Estos puntos son seis y se sitúan V1 en el cuarto espacio intercostal derecho, junto a la extremidad esternal, V2 en el cuarto espacio intercostal izquierdo junto a la extremidad esternal, V4 en el quinto espacio intercostal izquierdo, donde se cruza con la línea medio clavicular. V3 en la mitad de la distancia entre V2 y V4; V5 y V6 en las líneas axilar, anterior y axilar media, donde se cruzan con una línea horizontal situada en V4. [2], [3]

25 **ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE SEÑALES BIOMÉDICAS**

Bajo ciertas condiciones las señales, como la proveniente del comportamiento eléctrico del corazón, se pueden representar y reconstruir completamente, partiendo de sus valores instantáneos, o muestras, igualmente espaciadas en el tiempo y esto permite de forma más flexible el procesamiento de las señales, lo cual es conocido como el teorema de muestreo. [3]

30

Los sistemas de adquisición de datos permiten tomar muestras de señales provenientes de algún fenómeno para después reconstruirlas para un posterior procesamiento dentro de un computador. Estos sistemas se componen principalmente de un transductor, que consiste en un dispositivo encargado de tomar una cantidad física medible, como temperatura, humedad, potenciales electrofisiológicos en una señal eléctrica. La etapa de acondicionamiento toma la señal de salida del transductor para filtrarla, amplificar y aislarla para entregarla a la etapa de conversión analógica a digital (CAD) [4.] Es recomendable usar en los sistemas de acondicionamiento de señales amplificadores presenten bajo offset y baja deriva, como también alta ganancia y alta impedancia de entrada[5]. El diseño de estos amplificadores está basado en el amplificador de instrumentación, que responde solamente a la diferencia entre

35

40

dos señales de entrada, presentan una extremadamente alta impedancia de entrada entre las entradas diferenciales y entre cada una de ellas y el común. El voltaje de salida será igual al producto de la ganancia del amplificador por la ganancia entre los dos voltajes de los terminales de entrada. [6], [7]

5

Existen muchas fuentes de interferencias que pueden afectar la calidad cuando esta no se encuentra debidamente amplificada en la etapa de acondicionamiento. Actualmente los sistemas de detección de Electrocardiografía (ECG) estándar (tanto clínico como de monitoreo) deben estar en capacidad de eliminar o reducir las perturbaciones dadas por fuentes de ruido
10 externos o internos, tanto como del equipo en su etapa de acondicionamiento y del paciente. La ausencia de eliminación de dichas perturbaciones conlleva a distorsiones de la señal de Electrocardiografía (ECG) y por consiguiente inconsistencias a la hora de realizar un diagnóstico. Uno de los mayores problemas encontrados en el registro de Electrocardiografía (ECG) es la aparición frecuente de la interferencia de 60 Hz y sus armónicos, generada por la
15 fuente de alimentación.

Las contracciones musculares o electromiografía (EMG) causan interferencias a niveles de mV. La línea de base del EMG está usualmente en el rango de los μV , y por lo tanto, es frecuentemente insignificante. Las señales resultantes de la contracción muscular pueden ser
20 asumidas como transcientes abruptos de ruido Gaussiano de valor medio igual a cero y banda limitada. [8]

Para eliminar interferencias que afectan a la señal a la entrada de la etapa de acondicionamiento se utilizan dispositivos denominados filtros, los cuales constan de un circuito
25 electrónico que tiene la capacidad de alterar el espectro en frecuencia de una señal eliminando aquellas componentes de otras señales no deseadas (ruido). [9] [10].

En los sistemas de adquisición de señales electrocardiográficas, son comunes los filtros pasa altos a la salida de la etapa de pre- amplificación para eliminar la componente de continua
30 generada por los electrodos conectados al paciente, con una frecuencia de corte de aproximadamente de 0.05 Hz y a la salida del amplificador se elimina el ruido con un filtro pasa bajos con frecuencia de corte de 100Hz. [11] [12]

Los filtros rechaza banda son empleados para eliminar el ruido ocasionado por la componente
35 de 60 HZ proveniente de las líneas de alimentación [13]. Para poder tener una señal en un formato que pueda manejar un sistema digital como un computador o un procesador es necesario recurrir al teorema de muestreo, con el cual se tiene la propiedad de representar una señal cualquiera analógica, por medio de muestras igualmente espaciadas en el tiempo.

Cuando la señal que se desea digitalizar es muestreada con una frecuencia por debajo de la establecida por el criterio de Nyquist se presenta el fenómeno conocido como Aliasing (alias), que causa una incorrecta reconstrucción de la señal adquirida [14] [15]. Para el caso de las señales electrocardiográficas se recomienda una frecuencia de muestreo de 1Khz con 12 bits de resolución [16].

Al poder contar con una señal electrocardiográfica en formato digital, es posible poder utilizar estos datos para desarrollar algoritmos que permitan realizar procesamiento a la señal e implementarlos en procesadores especializados en el tratamiento digital de señales. Gracias a los procesadores digitales de señales (DSP) se pueden implementar estrategias basadas en filtros digitales para eliminar interferencias de las señales electrocardiográficas. El uso de este tipo de filtrado ha sido de gran impacto en aplicaciones médicas.

El procesamiento digital de señales es un área de la ciencia y la ingeniería que se ha desarrollado rápidamente durante los últimos 30 años gracias a los avances tecnológicos en los dispositivos digitales y la fabricación de circuitos integrados, lo cual ha dado un gran aporte en el tratamiento de señales en tiempo real gracias a la elaboración de filtros digitales que fácilmente se pueden implementar en ordenadores a través del diseño de algoritmos que aportan gran confiabilidad y precisión. [17]

La función de los filtros digitales es la misma de los filtros analógicos, con la diferencia de que su implementación es basada en circuitos lógicos o computadores personales y sus operaciones son realizadas sobre una secuencia de números obtenidos de las muestras tomadas de una señal continua. La precisión de los filtros digitales depende principalmente de los errores de redondeo, el cual es directamente determinado por el número de bits que el diseñador escoge para la representación de las variables en el filtro. El cambio de parámetros de los filtros digitales son de fácil manejo por lo cual, esta característica es de gran importancia en aplicaciones de señales médicas donde muchas de las señales tienen bajas frecuencias que pueden ser distorsionadas por las desviaciones de voltajes en los circuitos analógicos.

Hay muchas técnicas de filtrado digital aplicado para el tratamiento de las interferencias de la señal electrocardiográfica. Uno de los tareas de procesamiento mas comunes aplicados al Electrocardiógrafo (ECG) es el suavizado (*smoothing*) de datos para reducción de ruido de alta frecuencia. Algunas de las fuentes de ruido de alta frecuencia incluyen la interferencia de 60 Hz, por artefactos de movimiento y los errores de cuantización. Otro simple método para reducir este ruido es un simple promediado de una cantidad de datos consecutivos. Como ejemplo de un filtro suavizador se puede mencionar el filtro de promediado móvil de Hanning, el cual calcula un promediado móvil ponderado donde el dato central tiene el doble del peso de los otros dos datos. También es común en el procesamiento de señales biomédicas la remoción del ruido de una frecuencia particular o de un rango específico (por ejemplo 60 Hz) de

una señal, como un simple método para remover completamente una frecuencia específica de una señal se puede poner un cero en el círculo unitario localizado en la correspondiente frecuencia. Por ejemplo, si es usada una frecuencia de muestreo de 180 muestras por segundo, un cero ubicado a $2\pi/3$ remueve el ruido de la línea de 60 Hz. [18]

5

Además del filtrado digital, el procesamiento digital de señales ha colaborado para desarrollar nuevas técnicas para el análisis del electrocardiograma. Actualmente se ha optado por emplear la Electrocardiografía de alta resolución o también llamada de alta frecuencia que es de gran utilidad a la hora de realizar estudios que permiten detectar despolarizaciones cardiacas de baja amplitud y de alta frecuencia que no son aparentes en el electrocardiograma común de doce derivaciones y con bajas tasas de muestreo. Este tipo de electrocardiografía es una técnica computarizada de diagnóstico no invasivo que permite identificar desvalorizaciones cardiacas de baja amplitud y de alta frecuencia. Es un método aceptado para la identificación de los pacientes con riesgos de arritmias ventriculares.

15

Esta técnica es útil ya que la electrocardiografía convencional desde sus orígenes ha estado orientada hacia la detección de los cambios morfológicos producidos por la despolarización y la repolarización, así como la medición de las relaciones temporales de las ondas P, QRS y T. Debido a que estos cambios usualmente participan señales eléctricas con frecuencias menores a 100Hz, la amplitud de la banda usada en los electrocardiográficos comerciales está limitada por esta frecuencia.

20

Los electrocardiogramas de alta resolución son el producto de técnicas basadas en computadora que persiguen mejorar la fidelidad de la señal proveniente del corazón, para detectar señales de muy baja amplitud. El análisis del Electrocardiógrafo (ECG) por computadora tiene su origen en la búsqueda de métodos automáticos que simulen la interpretación humana. Estas técnicas buscan aumentar la resolución del Electrocardiógrafo (ECG), con el fin de lograr una mayor amplificación de las pequeñas señales en un amplio espectro.

25

30

Estos procesos de la señal electrocardiográfica son posibles de realizar a través nuevos dispositivos para tratamiento digital de señales (DSP). En la actualidad se ha empezado a utilizar estos procesadores de bajo costo para desarrollar equipos basados en DSP para el procesamiento de señales biomédicas como el electrocardiograma con el fin de realizar reconocimiento de eventos y tratamiento de interferencias, permitiendo hacer análisis más profundos de la señal cardiaca utilizando frecuencias de muestreo de 20 Khz y altas velocidades de procesamiento. [19][20][21].

35

40

Los DSP son dispositivos diseñados para desarrollar funciones específicas de tratamiento de señales en forma digital, así como aplicaciones en tiempo real; tienen la capacidad de realizar

un gran número de operaciones por ciclo de máquina, bajo costo y calidad de integración de sistemas de bajo consumo de potencia.

5

TELEDIAGNÓSTICO Y TELEMEDICINA

La medicina en su incansable búsqueda de soluciones que permitan solventar el problema de salud mundial ha sido favorecida por la avanzada evolución tecnológica. La revolución tecnológica en el ámbito de las telecomunicaciones, informática y computación han permitido generar nuevas soluciones para prestar servicios de asistencia médica. Tal es el caso de la telemedicina, la cual permite realizar diagnósticos y tratamientos a distancia, valiéndose de la videoconferencia y equipos que permiten transmitir signos vitales e imágenes para su posterior análisis.

15 El telediagnóstico es una nueva rama de la medicina que utiliza las tecnologías de la información y las comunicaciones para proporcionar asistencia médica a distancia. Durante los últimos años los diversos campos a los que se aplica la Telemedicina están en constante desarrollo desde la Teleconsulta hasta el trabajo corporativo, teleasistencia, transmisión de señales biomédicas, información clínica y mantenimiento de bases de datos que intentan facilitar el acceso y la interpretación de la información para los clientes (usuarios médicos), simplificando el interfaz entre el ordenador y el médico, mediante el diseño de programas amigables y útiles en la rutina clínica, cuyo impacto social deberá ser evaluado.

25 La telemedicina esta orientada a la sus actividades conexas, como la educación y la planeación de sistemas de salud, a distancia, por medio de sistemas de comunicación. Su característica principal es la separación geográfica entre dos o más agentes implicados: ya sea un médico y un paciente, un médico y otro médico, o un médico y / o un paciente y / o la información o los datos relacionados con ambos.

30 La información relativa al paciente incluye formatos multimedia de gran tamaño asociados a pruebas médicas y puede residir en los distintos hospitales en que fue adquirida. Esto implica diseños de bases de datos que incorporen la opción de gestión médica y administrativa, así como sistemas y servicios que permitan técnicas avanzadas como el telediagnóstico. El uso de la Telemedicina inalámbrica también se está introduciendo en aplicaciones de transferencia de señales biomédicas para atenciones de emergencia. El tráfico de datos generado por dichas transferencias de información es un aspecto imprescindible a considerar en el diseño de un sistema centralizado. Los ficheros clínicos suelen ser de gran tamaño y los retardos deben optimizarse para garantizar los requerimientos de calidad de servicio conformes con las prestaciones globales del sistema. [22][23][24]

40

En la actualidad estos avances en la electrónica y la informática pueden ser llevados a diferentes lugares apartados donde no hay la posibilidad de contar con un especialista que pueda realizar un diagnóstico con base a los resultados de un examen electrocardiográfico.

La telemedicina tiene beneficios como la disminución de los tiempos de atención, diagnósticos y tratamientos más oportunos, mejora en la calidad del servicio, reducción de los costos de transporte, atención continuada, tratamientos más apropiados, disminución de riesgos profesionales, posibilidad de interconsulta, mayor cobertura, campañas de prevención oportunas entre otras muchas virtudes.

Algunos opinan que la telemedicina se remonta a la aparición del telégrafo y después comenzó a efectuarse por radio: la telemedicina en alta mar comenzó en los años 1920, cuando varios países ofrecieron asesoramiento médico desde los hospitales a su flota de buques mercantes, utilizando el código Morse. En los años 50 la telemedicina se difundió mediante circuitos cerrados de televisión en los congresos de medicina. En los 60 la NASA desarrolló un sistema de asistencia médica que incluía el diagnóstico y el tratamiento de urgencias médicas durante las misiones espaciales. En 1965 se realizó una demostración de operación de corazón abierto con la ayuda de un sistema de telemedicina entre el Methodist Hospital en Estados Unidos y el Hôpital Cantonal de Genève en Suiza. La transmisión se realizó por medio del primer satélite de interconexión continental creado por Comsat llamado "Early Bird".

Realmente casi ninguno de los programas de las décadas de los 60, 70 y 80 consiguieron mantenerse por sí solos al terminar las subvenciones. No obstante la década de los 80 fue una década de gran actividad que dio lugar a muchos proyectos. El estancamiento de la telemedicina que duró casi hasta los años 90. En esta década se presenta un resurgimiento de la telemedicina que se ha denominado la "segunda era de la telemedicina". Esta década supone la gran proliferación de experimentos de telemedicina, muchos de ellos con un objetivo de continuidad y rentabilidad. Dada la variedad de especialidades existentes en la medicina y las diversas maneras de adaptar o utilizar las tecnologías para hacer telemedicina se presentan distintas maneras de clasificarla: en el *tiempo*, en las *especialidades* y en el tipo de aplicación *médica*.

Para resaltar un caso exitoso de aplicación de las telecomunicaciones en salud, se encuentra **IT Deusto y Telefónica Móviles de España** con un programa desarrollado para Medicina por medio de telefonía móvil. Esta iniciativa permite efectuar un primer diagnóstico y actuar inmediatamente ante posibles crisis cardíacas en pacientes con enfermedades cardiovasculares. La telefonía móvil se ha apuntado a la Medicina. IT Deusto y Telefónica Móviles España han iniciado una innovadora aplicación para mejorar la calidad de vida de pacientes con enfermedades cardiovasculares. Esta iniciativa permite disponer del electrocardiograma en tiempo real en cualquier lugar y al instante. El sistema está compuesto por una pequeña caja plástica de forma rectangular, parecida a un teléfono móvil convencional,

que se coloca en el cinturón. De ésta se desprenden tres electrodos, que se ajustan al pecho del paciente sin necesidad de una intervención quirúrgica. Este equipo envía la información a un centro gestor y genera alarmas en tiempo real si existe peligro para el paciente¹.

Otro modelo de telemedicina es empleado por **Comita Comunicaciones S.A.** en España y su **Red TM-64** que opera sobre circuitos dedicados, no compartidos (a diferencia de Internet), y con un ancho de banda de hasta 2 Mbps. Todos los circuitos están protegidos por equipos de encriptación para garantizar una total confidencialidad. El software TM-64 permite la integración de la información médica para su posterior envío, recepción y visualización a través del canal de comunicación. Es una herramienta básica para el funcionamiento del Sistema. Todos los centros que en la actualidad emplean el Sistema TM-64 están integrados en una Red de Telemedicina que permite constituir una comunidad médica y científica virtual. Además de las labores asistenciales hace posible compartir experiencias, sesiones clínicas, conferencias o cursos de formación de manera simultánea e interactiva, gracias a un equipamiento de multi-conferencia². Real Time Telemedicine Services, S.A. (RT2S) ofrece una respuesta óptima a las necesidades de numerosas organizaciones sanitarias, utilizando la Red Temática Sanitaria, TM-64, operada por Comitas Comunicaciones, S.A., que le permite agrupar, racionalizar y coordinar los recursos humanos necesarios para aportar, de forma remota e inmediata, el conocimiento de los especialistas y de los médicos generalistas para ayudar a la asistencia sanitaria, mejorando la calidad asistencial y reduciendo costes.

- 5 La clasificación en el tiempo hace referencia al momento en que se realiza la intervención médica a distancia y la comunicación entre el proveedor del servicio y el cliente: tiempo diferido y tiempo real. En la clasificación por tipo de servicio existen: Teleconsulta, Telediagnóstico, Telecuidado (Teleatención), Telemetría (Telemedida), Teleeducación, Teleadministración, Teletapia (Telepsiquiatría, Telefisioterapia, Teleoncología, Teleprescripción) y Telefarmacia
- 10 entre otras. En cuanto a la clasificación por especialidades se tiene: Telerradiología, Telepatología, Telecardiología, TeleORL, Teleendoscopia, Teledermatología, Teleoftalmología y Telecirugía.

- 15 La telemedicina se puede practicar a nivel rural o a nivel urbano. En el primer caso se puede hablar con frecuencia de comunicaciones para la salud; en el segundo de telemedicina hospitalaria. Los escenarios en el caso rural suelen ser muy simples: canales de comunicación de bajo ancho de banda, equipos básicos y aplicaciones muy simples. En telemedicina hospitalaria urbana se utilizan en general canales de gran ancho de banda y sistemas de información muy complejos y costosos. Los proyectos piloto de telemedicina en general se
- 20 realizan entre dos puntos remotos. Uno de ellos es el remitente de casos médicos y el otro el

¹ <http://www.conganat.org/SEIS/inforsalud2001/cientificas1/rodriguez.htm>

² http://www.comitas.es/telem_questm64.htm

centro de referencia en donde los proveedores del servicio interactúan para ayudar a resolverlos. Otros proyectos, de mayor alcance, se realizan entre varios puntos remitentes y uno o varios puntos de referencia. En el primer caso, el sistema de referencia, así como el de transmisión y almacenamiento de la información, la interconexión física y lógica son punto a punto. En general esto se da entre un punto aislado y un centro hospitalario importante. Aunque también se podría dar entre dos puntos que cuenten con especialistas en distintas áreas para complementar los servicios prestados. En el segundo caso se presentan varias posibilidades o escenarios, que varían según la jerarquía establecida por el sistema de referencia y por la manera de transmitir y almacenar la información.

10

Los equipos utilizados en telemedicina son de varios tipos: equipos médicos de diagnóstico o laboratorio, equipos de captura de información médica, equipos de computo y equipos de comunicaciones. Los equipos médicos de diagnóstico o laboratorio son los equipos médicos de diagnóstico tradicionales. Aunque algunos ya tienen interfaces digitales a muchos se les debe adaptar un mecanismo de captura que permita digitalizar la información en el formato nativo del equipo médico para poder introducirla en el sistema de cómputo, el cual estará conectado a un sistema de comunicación para transferir la información. La información médica utilizada suele ser de tres tipos: Texto, Imágenes Diagnósticas y Señales.

15

20

En la actualidad existen muchas tecnologías de comunicaciones disponibles en el sector domiciliario y corporativo que se pueden utilizar para el transporte de datos provenientes de estos equipos médicos. Muchos de los servicios domiciliarios se suelen usar en el sector corporativo para bajar los costos. Los servicios corporativos proporcionan anchos de banda superiores pero a costos mucho más elevados que los domiciliarios. Por otra parte en muchas poblaciones remotas estos servicios no están disponibles y hay que conformarse con los servicios básicos. Así por ejemplo, en muchas poblaciones aún no es posible contar con los servicios RDSI, los cuales solo se ofrecen en algunas capitales principales.

25

30

Existen servicios cableados y servicios de radiofrecuencia o hercianos. Algunos de los servicios cableados son: la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC o RTC) que es la red de telefonía básica que todos conocemos en el sector domiciliario y corporativo. Para la transmisión de datos mediante estas líneas se utilizan los módems de 56 Kbps; la Red Digital de Servicios Integrados RDSI que es un servicio en el cual la conexión entre la central telefónica y el usuario final no es analógica como en el caso de la RTPC, sino que es totalmente digital, aunque sigue llegando al usuario mediante pares de cobre, lo que permite comunicaciones a 128 Kbps en el servicio básico BRI y 2048 Kbps en el denominado primario PRI; xDSL, que es la familia de servicios DSL (Digital Subscriber Line) y consiste en la transmisión de información modulada a muy alta frecuencia (respecto a la utilizada en telefonía y en los módems) sobre los pares de cobre convencionales. Esta tecnología permite conectar al usuario final con la central telefónica a una velocidad muy alta sobre una línea telefónica convencional. Este sistema permite una

35

40

conexión permanente con la central sin que por lo tanto se bloquee el uso del teléfono por voz, fax o datos. El costo de operación para estos servicios suele ser independiente del volumen de datos transferidos y dependen solamente del ancho de banda contratado. Esto se conoce como *tarifa plana*. El ancho de banda varía entre 64 Kbps y 52 Mbps; El modo de transferencia

5 asíncrono (ATM, Asynchronous Transfer Mode) es una técnica de conmutación de pequeños paquetes de información muy rápida concebida para encaminar todo tipo de información digital y en general utiliza fibra óptica. [25]

Un proveedor de servicios (ISP) tiene la capacidad de interconectar varios sitios de un mismo usuario mediante el empleo de su propia red IP, de forma que los sitios del usuario aparecen

10 como una sola red privada virtual. Esta configuración es un ejemplo de una red privada virtual (VPN). [26]

En los últimos años las redes se han convertido en un factor crítico para cualquier organización. Cada vez en mayor medida, las redes transmiten información vital, por tanto dichas redes

15 cumplen con atributos tales como seguridad, fiabilidad, alcance geográfico y efectividad en costos. Se ha demostrado en la actualidad que las redes reducen en tiempo y dinero los gastos de las empresas, eso ha significado una gran ventaja para las organizaciones sobre todo las que cuentan con oficinas remotas a varios kilómetros de distancia, pero también es cierto que

20 estas redes remotas han despertado la curiosidad de algunas personas que se dedican a atacar los servidores y las redes para obtener información confidencial. Por tal motivo la seguridad de las redes es de suma importancia, es por eso que escuchamos hablar tanto de los famosos firewalls y las VPN

25 Cuando se desea enlazar sitios centrales con alguna sucursal remota se tienen tres opciones a saber:

Modem: Las desventajas es el costo de la llamada, ya que el costo de esta llamada sería por minuto conectado, además sería una llamada de larga distancia, además de que no contaría

30 con la calidad y velocidad adecuadas.

Enlace dedicado arrendado: Se tendría que tender el medio, ya sea de cobre o fibra óptica de un extremo a otro, de esta forma el costo es muy elevado ya que si se necesita enlazar la oficina central con una sucursal que se encuentra a 200 Kilómetros de distancia el costo sería

35 por la renta mensual por Kilómetro, sin importar el uso.

VPN: Los costos son bajos porque solo se realizan llamadas locales, además de tener la posibilidad de que los datos viajen encriptados y seguros, con una buena calidad y velocidad.

Una VPN es una red privada que se extiende mediante un proceso de encapsulación y en su caso de encriptación, de los paquetes de datos a distintos puntos remotos mediante el uso de unas infraestructuras públicas de transporte (red telefónica pública conmutada). [27]

- 5 Una VPN Utiliza MPLS (Multiprotocolo Label Switching). La VPN proporciona conectividad de área extensa a una organización grande con multiples localizaciones. MPLS puede proporcionar conectividad entre localizaciones VPN a través de LSP (Label Switched Path) que estan dedicados a la VPN dada. El LSP se puede utilizar para intercambiar información de encaminamiento entre varias localizaciones VPN de forma transparente a otros usuarios de la
- 10 red MPLS, dando así la apariencia de una red extensa dedicada. [28]. Los paquetes de datos de la red privada viajan por medio de un "túnel virtual" definido en la red pública.

En la práctica los datos viajan de la siguiente forma a través de una VPN: Los datos parten de un servidor dedicado llegando a un firewall que hace la función de una pared para engañar a los intrusos a la red, después los datos llegan a la nube de internet donde se genera un túnel dedicado únicamente para que los datos con una velocidad garantizada y con un ancho de banda también garantizado, lleguen a su vez al firewall remoto y terminen en el servidor remoto. Las VPN pueden enlazar oficinas corporativas con sitios remotos, con usuarios móviles mediante los protocolos como internet, IP, Ipsec, Frame Relay, ATM.

20

Las herramientas de un VPN son:

VPN Gateway, Software, Firewall, Router, Dispositivos con un software y hardware especial para proveer de capacidad a la VPN, Workstation.

25

Dentro de las ventajas más significativas se pueden mencionar la integridad, confidencialidad y seguridad de los datos, reducción de costos, sencilla de usar, sencilla instalación del cliente en cualquier Computador Personal (PC) Windows, control de acceso basado en políticas de la organización, herramientas de diagnóstico remoto, los algoritmos de compresión optimizan el tráfico del cliente, evita el alto costo de las actualizaciones y mantenimiento a las Computadoras Personales (PC)'s remotas.

30

Las VPN representan una gran solución para las empresas en cuanto a seguridad, confidencialidad e integridad de los datos y prácticamente se ha vuelto un tema importante en las organizaciones, debido a que reduce significativamente el costo de la transferencia de datos de un lugar a otro, el único inconveniente que pudieran tener las VPN es que primero se deben establecer correctamente las políticas de seguridad y de acceso porque si esto no esta bien definido pueden existir consecuencias serias.

35

40 **TELERADIOLOGIA**

Se define la teleradiología como la transmisión electrónica de imágenes radiológicas desde un sitio geográfico a otro con el propósito de interpretar o interconsultar dicha imagen.

Es una ayuda invaluable en el diagnóstico remoto, pues permite la observación de casos a distancia, aprovechando la experiencia de los radiólogos y especialistas, sin que estos se pierdan tiempo por desplazamientos o por remisiones que podrían fácilmente durar varios días. El sistema también permite realizar interconsulta a subespecialistas radiólogos en determinados casos y contribuye con el fortalecimiento de la capacitación y educación médica radiológica.

- 5
- 10 Una vez atendido el paciente en la sala de rayos X, la radiografía es revelada, la película radiográfica se monta sobre la Unidad Portátil de Teleradiología (UPT), donde se toma una fotografía digital bajo los estándares y recomendaciones para tal fin, esta fotografía es transferida al Computador Personal (PC) para su visualización y transmisión del archivo en la plataforma de telemedicina.
- 15 La rapidez de la transmisión de los datos esta en relación directa con el tipo de módem usado y la compresión aplicada a la imagen. Para establecer una transmisión de imágenes se utiliza un sistema de Internet banda ancha, y una cámara digital de alta resolución y una excelente definición en la banda de colores blanco, gris y negro y que pueda cumplir con el requisito de 2048 pixeles (ancho) y 2500 pixeles (alto). De tal forma que la imagen se pueda comprimir,
- 20 cargar en un archivo digital y enviar por Internet al centro de referencia, en donde existe un software para su conversión a formato DICOM que permite fragmentar y aplicar zoom a las diversas imágenes recibidas.

INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

- 25 Para que el hardware funcione de manera apropiada, el software con el cual se desarrollan las rutinas de adquisición y presentación de las señales también desempeña un papel fundamental. En algunos casos ciertas rutinas se deben implementar en lenguajes de bajo nivel para poder acceder a los componentes del hardware de la forma más rápida posible aunque esto implique más trabajo y conocimientos por parte del programador. Por otra parte, el
- 30 surgimiento de los lenguajes orientados a objetos y los ambientes de desarrollo visuales, ha facilitado la programación de las pantallas de presentación de los datos y el manejo de los archivos de almacenamiento. Teniendo en cuenta lo anterior, una aplicación médica implantada en un equipo basado en computador, debe estar conformada por rutinas de bajo y alto nivel para poder gozar de una velocidad de adquisición y procesamiento aceptable, sin dejar atrás la
- 35 necesidad de una interfaz gráfica con el usuario sencilla y agradable.

El concepto de "instrumentación virtual" involucra el adecuado procesamiento, análisis, almacenamiento, distribución - despliegue de datos y de información relacionados con la medición de una o varias señales específicas además que permite la comunicación con otros

equipos. Este instrumento se define entonces como una capa de software y hardware que se le agrega a un Computador Personal (PC) de tal forma que permite a los usuarios interactuar con la computadora como si estuviesen utilizando su propio instrumento electrónico. En el instrumento virtual, la clave del sistema es el software, a diferencia del instrumento tradicional donde la clave es el hardware.

Como ejemplo se puede citar el desarrollo "Sistemas de monitoreo y diagnóstico clínico de signos vitales con LabVIEW"[29]. La finalidad de este sistema es automatizar las actividades del proceso de valoración médica y mostrar una respuesta real y confiable de los signos vitales, proporcionando un diagnóstico más fidedigno a la situación real del paciente. El sistema despliega en el monitor del Computador Personal (PC) los datos del paciente (nombre, edad, sexo, identificación, peso, talla) y las señales de Electrocardiografía (ECG), las cuales se obtienen mediante un algoritmo realizado en LabVIEW.

15 **HISTORIA CLINICA ELECTRONICA**

Con los avances de la tecnología y la informática se ha estimulado el diseño y desarrollo de herramientas como las historias clínicas electrónicas (HCE), constituyendo éstas el pilar fundamental de la información de las instituciones de salud. Hoy en día se cuenta con softwares que ofrecen consulta permanente y en línea de la historia clínica de los pacientes, registro oportuno y confiable de todos los eventos involucrados en la atención (asistencial y administrativo), disponibilidad de indicadores y facilidad para la obtención de estadísticas para la toma de decisiones. Igualmente éstos incluyen programas completos para servicios complejos como las unidades de cuidado crítico en donde la información sobre el comportamiento y las tendencias de ciertas variables resultan necesarias. En Colombia existen productos como Hipocrates de Servinte S.A, DGH de Sistemas y Asesorías de Colombia, LaVid Hospital Solutions Consult Soft S.A., SAHI de FCV.Soft Software Factory entre muchas otras.

30 **3. PROBLEMA TECNICO QUE SOLUCIONA**

El diagnóstico ofrecido por un especialista en cardiología, a partir de un examen como el electrocardiograma superficial, permite encontrar diferentes patologías relacionadas con la fisiología cardiovascular de un paciente. Actualmente éste examen se realiza en los centros médicos ubicados en las grandes ciudades, haciendo inaccesibles estos servicios especializados a pacientes en zonas apartadas. La interacción del hardware, software y diseño mecánico de este equipo biomédico, hacen del equipo una herramienta valiosa en momentos de tomas de decisiones clínicas, especialmente en consultorio de centros de salud lejanos a los servicios especializados de algunas IPS.

40 El uso de dispositivos médicos como el Electrocardiógrafo (ECG) y las imágenes, permiten

realizar un diagnóstico oportuno en enfermedades cardíacas relacionadas con trastornos del ritmo o enfermedades coronarias, lo cual puede ayudar a disminuir los costos de tratamiento y gastos sociales. La masificación de este dispositivo tan importante para el control y detección de patologías, se orienta a satisfacer la necesidad de actualización tecnológica de las IPS (Institución prestadora de servicios de salud), debido a que los equipos actualmente utilizados son importados a precios muy elevados y no se cuenta con la suficiente capacidad económica de adquisición, hecho que podría solucionarse con la fabricación de esta clase de equipos a bajo costo en el país, usando recursos propios y generando desarrollo y tecnología en este campo, el cual ha sido poco explorado en Colombia. Además, al ser dispositivos elaborados en el país la capacitación para el manejo y el mantenimiento de estos equipos estará al alcance de todas las instituciones, evitando la dependencia de los fabricantes extranjeros y los correspondientes costos que ello implica.

Las nuevas aplicaciones de Internet en telemedicina han generado la posibilidad de responder y atender problemas de salud en poblaciones remotas o aisladas. Se abre la posibilidad de dar consulta médica especializada, de asegurar el diagnóstico oportuno y el tratamiento temprano y correcto de problemas, y de guiar las actividades de profesionales de la salud y técnicos que están en contacto directo con las personas en cualquier sitio sin necesidad de movilizar a los pacientes o a los especialistas.

Unidad móvil de diagnóstico para teleconsultas especializadas, es un equipo con tecnología híbrida, que permite adquirir señales de los signos vitales (electrocardiografía, pulso, presión arterial no invasiva, temperatura, sonidos cardíacos y respiratorios, entre otros) e imágenes radiológicas digitalizadas de una manera rápida, precisa, en tiempo real, con la facilidad de monitoreo y diagnóstico remoto aportando una solución práctica a problemas por grandes distancias y ausencia de tecnología en instituciones remotas.

Este proceso de medición es por lo general dispendioso ya que las señales biológicas son generalmente aportadas por diferentes equipos, que además de ocupar un espacio físico importante, suelen obstruir el movimiento libre del personal. De lo anterior se podría deducir que tanto la recolección de estos datos, como el manejo de los equipos y la visualización dispersa de la información ocasionan una pérdida de tiempo y una incomodidad que podrían ser evitadas. Si a esto se suma el tiempo que tarda el personal en revisar la información registrada en las historias clínicas tradicionales, la cual suele ser voluminosa, todo favorece una inoportuna evolución médica.

4. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Fig. 1. Perspectiva con componentes de la unidad móvil de diagnóstico para teleconsultas especializadas.

Fig. 2. Vista lateral de la unidad móvil de diagnóstico para teleconsultas especializadas.

Fig. 3. Vista posterior de la unidad móvil de diagnostico para tele consultas especializadas.

Fig. 4. Vista posterior del ensamble y despiece de la unidad móvil de diagnostico para tele consultas especializadas.

Fig. 5. Vista frontal del ensamble y despiece de la unidad móvil de diagnostico para tele consultas especializadas.

Fig. 6. Vista frontal del Electrocardiógrafo digital

Fig. 7. Vista posterior del Electrocardiógrafo digital

Fig. 8. Perspectiva general de la Unidad Portátil de Tele radiología (UPT) con sus componentes principales.

Fig. 9. Detalle de los marcos colimadores según los 5 tamaños estandarizados de placas.

Fig. 10. Vista Equipo la Unidad Portátil de Tele radiología (UPT) cerrado para movilidad.

5. DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La unidad Móvil de Diagnóstico para Teleconsultas Especializadas está conformada principalmente por una estructura metálica (1), la cual se complementa con dos laterales en aglomerado de madera enchapado en fórmica (2), con los cantos recubiertos en perfil de polietileno. La estructura metálica se soporta en una base maciza (3), con 4 ruedas de goma cada una con frenos de seguridad independientes (4) que facilitan su movilidad. La estructura metálica cuenta con un cajón (5) para ubicar los elementos y/o accesorios de los equipos, un compartimiento con puerta abatible (6) donde se aloja el Electrocardiógrafo (ECG) (10) sobre dos rieles que facilitan su extracción para mantenimiento.

El electrocardiógrafo como sistema de adquisición de la señal ECG y/o registro eléctrico de la actividad del corazón, provee diferentes etapas de procesamiento y adecuación de la señal. Está compuesto inicialmente por una tarjeta de adquisición y filtrado de la señal, la cual es llevada a una tarjeta de procesamiento y control, donde a su vez se va a encontrar protegida por una tarjeta contra la desfibrilación, para finalmente por medio de una tarjeta de comunicación serial de alta velocidad y versatilidad (USB), ser transmitida a la CPU(17) donde se va a encontrar el software que permite por medio de la pantalla LCD de 15" (8) acoplada al panel frontal de la unidad, observar los registros transmitidos por cable VGA desde la CPU(17) y el electrocardiógrafo digital permitiéndolo analizar, consultar y diagnosticar. La estructura metálica aloja en un cajón un teclado y un mouse (7) conectados por comunicación serial (USB) a la CPU, como herramientas de control de este. Una impresora (9) conectada a la CPU permite la impresión de los diferentes registros, imágenes y diagnósticos emitidos por los elementos y/o accesorios de los equipos que intervienen durante la atención del paciente.

En la cara frontal inferior se encuentran los accesos para el encendido del Computador Personal (PC) (11) y de la UPS (12) como se observa en la figura 1.

Como se observa en la figura 2, para facilitar el manejo de los cables del electrocardiógrafo ECG (10), se cuenta con un gancho (13) ubicado en el lateral izquierdo, donde se ubican los

cables cuando el equipo no se encuentra en uso durante las jornadas de trabajo, para no tener que desconectarlos cada vez que se utilizan.

5 La figura 3 muestra la cara posterior del equipo, donde se encuentra la puerta trasera (14) de acceso a los equipos alojados dentro de la estructura metálica, la cual se desliza hacia arriba con ayuda de las manijas que se encuentran en sus extremos superior e inferior. En la puerta trasera se encuentra el agujero para acceso a los puertos posteriores de la CPU (16) como lo son los puertos de audio y Usb; también se observa en la puerta trasera unas rejillas de ventilación (15) para una adecuada refrigeración de los equipos dentro de la estructura metálica.

15 Las figuras 4 y 5 se observan las vistas frontal y posterior del ensamble y despiece de la unidad móvil de diagnóstico para tele consultas especializadas. Dentro de la estructura se alojan la CPU (17) conectada a la UPS (18), para contar con respaldo de energía durante la ausencia de la energía principal; las cuales se pueden retirar del equipo para mantenimiento por el acceso posterior retirando la puerta trasera (14) de la estructura. Igualmente, la pantalla LCD (8), la impresora (9) y los componentes de la estructura se pueden retirar para realizar mantenimiento o remplazarlos si es necesario.

20 La figura 6 muestra el Electrocardiógrafo digital (ECG). El Electrocardiógrafo digital (ECG) es el equipo de toma de datos principal de la unidad móvil de diagnóstico para teleconsulta especializadas, está compuesto por una carcasa superior en poliestireno (19) y una base metálica (20). En la cara frontal cuenta con un led (21) indicador de encendido y un puerto de 16 pines (22) donde se conectan los cables de salida a paciente.

25 La figura 7 muestra la cara posterior del Electrocardiógrafo digital (ECG), y se observa el puerto de salida a USB (23), el puerto de entrada de corriente (24), el fusible (25) y el interruptor (26) de encendido del Electrocardiógrafo digital.

30 En la figura 8 se encuentra la Unidad Portátil de Teleradiología (UPT) está compuesta principalmente por una estructura plegable en lámina de aluminio calibre 16 y tubería de aluminio calibre 22, acabado en pintura electrostática. Como se observa en la figura 8, en la base (27) de la estructura de la Unidad Portátil de Tele radiología se aloja el mecanismo de posicionamiento o trípode móvil (28) de la cámara (29), que cuenta con correderas de seguridad (30) y pines para ajuste (31), que son los que permiten ajustar la distancia focal desde la cual se adquiere la imagen según los tamaños de placas convencionales. El complemento de la estructura es la caja de luz (32), que cuenta con una pantalla acrílica blanca (33) y 6 tubos fluorescentes T4 con balastro electrónico.

Para regular el paso de luz según los diferentes tamaños de placas para radiografías (8 x 10", 10 x 12", 11 x 14", 14 x 14" y 14 x 17") la Unidad Portátil de Teleradiología (UPT) viene equipada con cinco marcos colimadores (34).

- 5 En la figura 9 se observan los diseños de los cinco marcos colimadores (34) que se usan de acuerdo al tamaño de la placa para la radiografía. Los marcos colimadores (34) permiten el posicionamiento de las placas ubicándolas vertical y horizontalmente alineadas con el foco de la cámara. Igualmente, los marcos impiden el paso de la luz alrededor de las placas, esto genera las condiciones ideales para la toma de la fotografía, la cual se debe tomar
10 en un ambiente con el mínimo de luz posible para que la toma de imagen digital sea adecuada para la correcta lectura de las placas por parte de los especialistas.

- En la vista cerrada de la Unidad Portátil de Tele radiología (UPT) de la figura 10, se observa un bolsillo (35) que se encuentra en la parte posterior de la Unidad Portátil de Teleradiología (UPT)
15 que se utiliza para guardar los marcos que no estén en uso. Al cerrar la Unidad Portátil de Teleradiología (UPT), ésta se asegura lateralmente con dos ganchos que anclan en pines, y se puede movilizar gracias al asa que tiene en la parte frontal (36).

- La imagen digital debe cumplir con las condiciones de calidad necesarias para la lectura de las
20 placas, por lo cual la cámara utilizada debe ser de 10 megapíxeles (como mínimo).

La alimentación eléctrica que requiere un equipo Unidad Portátil de Teleradiología (UPT) es de 110 Vac – 60 Hz – 1.5 A, 120W.

- Unidad móvil de diagnostico para teleconsultas especializadas es una herramienta biomédica
25 desarrollada para el registro de los signos vitales fundamentales en una exploración médica rutinaria (por ejemplo consulta externa) basado en la medición de los distintos potenciales mediante dispositivos periféricos, orientados especialmente al diagnóstico cardiovascular. Los componentes de diseño y construcción de la unidad móvil de diagnostico para teleconsultas especializadas están elaborado con la más avanzada tecnología de montaje superficial, tarjetas
30 profesionales y comunicación USB, respondiendo a las normas y estándares internacionales en cuanto a diseño de dispositivos electrónicos y seguridad electromédica se refiere (*ANSI/AAMI/ISO TIR16142:2000. Medical devices—Guidance on the selection of standards in support of recognized essential principles of safety and performance of medical devices*).

- El eje central de funcionamiento de la unidad móvil de diagnostico para teleconsultas
35 especializadas es el ELECTROCARDIOGRAFO DIGITAL (ECG) ECG1300 diseñado y desarrollado para aplicaciones de diagnóstico en consultorio y remotas empleado Internet. Los datos adquiridos y transmitidos pueden ser almacenados en la memoria del Computador Personal (PC) e impresos en papel milimetrado tamaño carta en una impresora convencional. En los siguientes apartes, se describirá el Electrocardiógrafo Digital (ECG) ECG1300 y sus
40 partes constitutivas.

El diseño del equipo está dividido en tres partes principales: 1) etapa de Tratamiento y Amplificación de la señal cardiaca, 2) etapa de Digitalización, Almacenamiento y Comunicación y 3) etapa de transmisión, almacenamiento y visualización en el Computador Personal (PC) para Diagnostico.

La etapa de Tratamiento y Amplificación de la señal cardiaca está compuesta por amplificadores de instrumentación AD620 de Analog Devices los cuales presentan bajo ruido, baja corriente de polarización, bajo voltaje de offset y bajo consumo de potencia; se fijó una baja ganancia en los AD620 para evitar saturación a la salida de los mismos, en relación al máximo offset que deberían presentar los electrodos (300 mV)³. El filtrado se diseñó para realizar un corte entre 0,05 Hz y 45 Hz.

La etapa de Digitalización, Almacenamiento y Comunicación está comandada por un Microcontrolador MC68HC908GP32CFB de Motorola, encargado de controlar:

2. El conversor Análogo-Digital ADS8344 de Texas Instruments el cual realiza el muestreo de los cuatro canales provenientes de la etapa anterior, con una frecuencia de 250 Hz por canal.
3. El MAX3222 de *Maxim*, el cual realiza la conversión de TTL a RS232 y viceversa, facilitando la comunicación serial entre el Microcontrolador y el Computador Personal (PC), para realizar las diferentes rutinas programadas.
4. El circuito de derivación caída, el cual le informa al Microcontrolador cuando un electrodo se desprende del paciente, generando una alarma visual para el usuario, así como una referencia de alerta para el especialista que está realizando el análisis del segmento electrocardiográfico almacenado.
5. Módulo de temporización que permite mantener estable la frecuencia de muestreo.
6. Módulo serial de comunicación que permite establecer el contacto con el Computador Personal (PC) para realizar órdenes como la transferencia de las señales almacenadas.

La etapa de transmisión, almacenamiento y visualización en el Computador Personal (PC), desarrollada en *LabVIEW*⁴ permite configurar el puerto USB para establecer un protocolo de información con el prototipo; en esta etapa se adquiere la señal de Electrocardiografía (ECG) digitalizada, se visualiza en el panel de control en todas las derivaciones y se almacena en memoria, permitiéndole al médico especialista una revisión del trazo cardíaco en el mismo instante o para análisis posteriores.

HARDWARE DEL ELECTROCARDIÓGRAFO (ECG) EGC1300

El Electrocardiógrafo (ECG) EGC1300 cuenta con tres módulos Hardware bien definidos según

³ Carr, J. J. and J. M. Brown, *Introduction to Biomedical Equipment Technology*. Prentice Hall, Inc., tercera Edición, 1998.

⁴ El Software LabVIEW es producido por la National Instruments Corporation.

su función. Los módulos son:

- Adquisición y Acondicionamiento de señal
- Control
- Comunicación con el Computador Personal (PC)

5

Adquisición y Acondicionamiento de señal.

El módulo de adquisición y acondicionamiento de señal de la tarjeta electrocardiográfica esta conformado por un conjunto de amplificadores operacionales y de instrumentación, que tienen como objetivo acondicionar las pequeñas señales provenientes del electrodo, máximo 2mVpp, en señales de niveles de tensión entre 0 a 5 V, con el fin de ser digitalizadas.

10

La circuitería de la tarjeta de adecuación de señal corresponde a una red de Wilson y circuito de realimentación de pierna derecha, cuyo objetivo es el de atenuar el fenómeno del artefacto introducido por el sistema de distribución eléctrico en la frecuencia de 60Hz.

15

Por otro lado cada uno de los ocho canales es filtrado mediante un filtro pasa-altos con frecuencia de corte en 0.05 Hz., con el fin de eliminar la componente de continua provocada por los electrodos conectados en el paciente. Después cada biopotencial diferencial es amplificado y referenciado mediante amplificadores de instrumentación con una ganancia de 25V/V. A pesar de que los amplificadores de instrumentación tienen alto rechazo al modo común, aparece una pequeña componente de continua que es filtrada para permitir amplificar de nuevo la señal con una ganancia de 100V/V. Una vez todas las señales han sido amplificadas, son filtradas con el fin de eliminar el ruido de alta frecuencia o radiofrecuencia y reducir el espectro a un espectro finito, evitando así aliasing en el proceso de muestreo. La frecuencia de corte del filtro pasa-bajos esta ubicada en 100 Hz.

20

25

Una vez los niveles de tensión de las señales son adaptados en niveles entre 0 – 5 V, las señales son digitalizadas por medio de un conversor análogo digital ADC. El ADC utilizado en la tarjeta es el ADS8345 de *Burr-Brown* empresa filial de *Texas Instruments*. Es un ADC de 16 bits, con 8 canales de entrada, velocidad de conversión de 100KHz y salida serial de datos.

30

El ADC es controlado digitalmente mediante el μC . Las señales que se controlan corresponden a los siguientes pines: DCLK, CS, DIN, BUSY y DOUT.

35

El ADC multiplexa digitalmente cada canal, mediante un código de entrada serial que se establece a través del pin DIN, sincronizado por un reloj suministrado en el pin DCLK. Una vez el canal es elegido el ADC muestrea la señal y pone en alto la señal de BUSY indicando que esta en etapa de conversión. Una vez es terminada la conversión mediante un reloj de sincronismo en el pin DCLK, las muestras son entregadas por el ADC a través del pin DOUT, bit a bit hasta completar los 16. En este momento culmina la etapa de muestreo. CS es el pin

40

destinado para habilitar el ADC, y es usado en caso de una configuración con varios ADC empleando un mismo bus de datos.

Módulo de Control.

- 5 El diseño digital del equipo está conformado por la Conversión Análogo-digital ADS8344 de *Texas Instruments*, la comunicación serial USB, el circuito generador de reloj y el microcontrolador (MC68HC908GP32CFB) que lo comanda. Las siguientes rutinas controlan cada una de las partes antes enunciadas:

- 10
- Conversión Análogo-Digital (A/D): Se empleó un conversor ADS8344, el cual permite conversión de 16 bits de resolución, interfaz serial sincronizada, 8 canales unipolares y con capacidad de muestreo de hasta 100K muestras por segundo, alimentación de 2,7V a 5V. El conversor recibe señal en los primeros cuatro canales, así que se realiza un muestreo general (en grupo) a 250Hz. Cada canal es muestreado existiendo un

15

 - intervalo de tiempo entre cada canal de 165 microsegundos (uS) lo que simula un muestreo de 6.06 kHz lo que no sobrepasa las especificaciones del conversor.
 - La comunicación serial emplea el puerto USB para establecer el contacto con el Computador Personal (PC).
 - Circuito Generador de reloj: cuenta con un circuito por medio de componentes discretos

20

 - que permiten generar una frecuencia de reloj de 20Mhz.
 - Microcontrolador: el equipo para su funcionamiento y control cuenta con el microcontrolador MC68HC908GP32CFB de *Motorola*.

- 25 El trabajo del uC es muestrear los cuatro canales que le proporciona la etapa análoga de la tarjeta de control, mantener la frecuencia de muestreo estable y mantener la comunicación serial con el Computador Personal (PC). Se estableció un protocolo de comunicación serial que permite realizar diferentes actividades en el Microcontrolador, controladas desde el Computador Personal (PC).

- 30 La primera actividad es realizar un muestreo en tiempo real de la señal proveniente del paciente, que permita confirmar la buena colocación y conexión del equipo, así como la buena recepción de señal cardíaca.

- 35 El μC , se eligió gracias a la combinación entre el desempeño en el procesamiento y la versatilidad en el manejo de puertos, siendo el dispositivo ideal para suplir la necesidad de control y procesamiento que se presenta en la tarjeta de electrocardiografía.

Comunicación con el Computador Personal (PC)

- La comunicación entre el Electrocardiógrafo (ECG) y el Computador Personal (PC) se realiza mediante el puerto a una velocidad de transmisión de 115200 Baudios. La velocidad de
- 40 Transmisión escogida no es al azar, por el contrario, la velocidad de transmisión controla el

muestreo. La trama de datos de una comunicación serial es de 8 bits, por lo tanto para que se puedan enviar los resultados al computador mínimo se necesitan dos envíos, pues los datos arrojados por el μC tienen una longitud de 16 bits. Si en la comunicación serial se envían 8 bits de datos y 2 de control en realidad por cada transferencia se envían 10 bits. Es decir que cada 115200 baudios/10 bits da como resultado 11520 paquetes a enviar, si se divide este valor entre 1440 ($360\text{Hz} * 8$), da como resultado 4, este cuatro (4), no es más que cada 4 envíos del serial se debe muestrear el canal siguiente. Un contador de envíos del serial es sensado para que cada 4 envíos se habilite el proceso de muestreo del canal, procesado y espera por nueva orden de muestreo.

10

Es decir si se muestrea cada 4 envíos del serial, y son 8 canales a muestrear, se tienen 32 tramas por enviar por periodo de muestreo, es decir se deben transmitir los 16×8 bits entre 32 tramas de 8 bits, esto se logra mediante el establecimiento de un protocolo de comunicación entre el Computador Personal (PC) y el microcontrolador con el fin de ser usado para decodificar la información que entra al Computador Personal (PC) mediante la aplicación de usuario.

15

La tarjeta USB basa su funcionamiento en un circuito integrado que se encarga de realizar la interfase este es el FT232BM USB UART de la compañía *FTDI CHIP*, que posee una tasa de transferencia máxima de 3MBaudios. Para que el Computador Personal (PC) detecte el hardware cuando se conecta al puerto USB, se necesitan instalar previamente los drivers que suministra el fabricante.

20

INTERFASE DE USUARIO

La herramienta para que el cardiólogo observe las señales de Electrocardiógrafo (ECG) en tiempo real es una interfase gráfica de usuario, por medio de ella puede controlar el equipo donde el Computador Personal (PC) asume el rol de maestro sobre el electrocardiógrafo que funciona como esclavo.

25

Además de la función de control sobre el electrocardiógrafo, la interfase de usuario permite la manipulación de archivos creados desde la misma interfase, es decir esta permite grabar las señales capturadas en un archivo de extensión TDG, el cual puede ser abierto desde la misma aplicación y editado con el fin de que un cardiólogo pueda diagnosticar la toma de Electrocardiografía (ECG).

30

La interfase de usuario está diseñada en LABVIEW versión 8 y su toolbox de conectividad, donde se apoya el módulo de transferencia de archivos FTP, para aplicaciones de Telemedicina.

35

La aplicación en LabVIEW, permite configurar la comunicación con el Computador Personal (PC) para transmitir y recibir información del Electrocardiógrafo (ECG) ECG1300. La interfaz grafica, permite visualizar la señal electrocardiográfica obtenida por el equipo. Por medio de esta aplicación el usuario puede observar la señal que obtiene en tiempo real, para comprobar la colocación de los electrodos sobre el paciente y la calidad de la señal adquirida, el programa permite que el usuario grabe en el Computador Personal (PC) los registros Electrocardiografía (ECG) de la señal que esta siendo adquirida en tiempo real, a manera de electrocardiograma.

Cuando el equipo está en funcionamiento, la aplicación software implementado en el Computador Personal (PC) le permite al usuario detener el proceso, grabar, guardar en la ubicación que el usuario determine y posteriormente acceder a la información almacenada cuando la desee; se podrán observar las ondas del registro electrocardiográfico tomado durante el tiempo que estuvo conectado al paciente, adicionalmente el programa cuenta con unas rutinas de filtrado digital (configurables).

El programa cuenta con capas de detección de errores para la comunicación con el equipo, de tal manera que el usuario se entera si está o no recibiendo información. Adicionalmente el protocolo implementado, permite garantizar que la información que está recibiendo el computador es la correspondiente a la señal electrocardiográfica y el canal correspondiente.

El marco opcional para Telemedicina, bajo el cual funciona el sistema es sencillo y esta totalmente enfocado a la solución del problema del telediagnóstico y/o telemedicina, partiendo del hecho que en zonas apartadas la aplicación sugiere como objetivo principal capturar las señales y rastrearlas visualmente para comprobar errores de comunicación y pérdidas de información en las señales adquiridas. Por otro lado en el punto de referencia en donde el especialista en cardiología esta a la espera del Electrocardiógrafo (ECG), se necesita una herramienta de visualización más elaborada que el del simple rastreo, para poder dictaminar el diagnóstico.

UNIDAD PORTATIL DE TELERADIOLOGIA (UPT)

La Unidad Portátil para Teleradiología (UPT), es una herramienta que facilita la digitalización de las placas de radiología, ubicando las placas siempre centradas horizontal y verticalmente con respecto a la cámara digital, regulando el paso de luz necesaria para las tomas y asegurando la mayor área efectiva de la imagen manejando la distancia focal sin necesidad de manipular el acercamiento-alejamiento (zoom) digital de la cámara.

PROTECCIONES ELECTRICAS IMPLEMENTADAS

Las protecciones eléctricas en el equipo de electrocardiografía digital se realizan desde dos puntos de vista:

Primero, el paciente con electrodos conectados debe estar totalmente aislado del sistema eléctrico para poder garantizar que cualquier falla o perturbación en el sistema de distribución eléctrico no se vea reflejado en descargas eléctricas hacia el paciente. La selección del cable de paciente, del fabricante **Shenzhen Med-link Electronics Tech Co., Ltd.**, garantiza este tipo de protección además de inmunidad al ruido eléctrico externo, adjunto a este documento se anexa la hoja de datos del cable y sus accesorios; y en segundo lugar, la tarjeta electrocardiográfica está protegida contra descargas de alta tensión o corriente de fuga provenientes del paciente sometido a un procedimiento con desfibrilador, por lo anterior, se implementaron las siguiente condiciones de diseño:

1. El aislamiento desde el sistema eléctrico al paciente se logra mediante una fuente de tensión médica aislada (POWER SUPPLY FOR MEDICAL USE, MODEL: GTM21089-1305-T3 fabricadopor GlobTek, Inc.), junto a un conversor DC-DC que sirve como alimentación de la tarjeta electrocardiográfica. La fuente de tensión médica es conectada directamente al fluido eléctrico de potencia entregando 5 V DC con un máximo de corriente de 2.6 A; posee también protección contra sobretensiones del 130% de la entrada nominal y contra cortocircuitos. El conversor DC-DC es conectado directamente a la salida de la fuente médica; tiene un aislamiento de 3kVDC y suministra tensiones de salida de 5VDC duales, para la alimentación de los distintos circuitos integrados de la tarjeta; entrega una potencia de 3W. Adjunto a este documento también se anexan las características técnicas del adaptador de voltaje.

2. Los sistemas paciente, tarjeta electrocardiográfica y computador, presentan protecciones entre si, mediante los descargadores a gas (paciente-tarjeta) y los optoacopladores (tarjeta-computador). Los descargadores a gas son dispositivos de aislamiento que actúan al registrar un alto nivel de tensión entre sus pines mayor de 75 V, soportando corrientes nominales cerca a 5KA; el aislamiento suministrado es de alrededor 10GΩ, ideal para soportar descargas de desfibrilador. Los optoacopladores son usados con el fin de separar las referencias entre el sistema de electrocardiografía y el computador, pues cualquier tipo de daño o corto en cualquiera de los dos sistemas no afectará al otro.

6. DESCRIPCIÓN Y FIGURAS

La unidad móvil de diagnostico para teleconsultas especializadas es una plataforma móvil que está conformada principalmente por una estructura metálica (1), la cual se complementa con dos laterales en aglomerado de madera enchapado en fórmica (2), con los cantos recubiertos en perfil de polietileno. La estructura metálica se soporta en una base maciza (3), que cuenta con 4 ruedas de goma con freno de seguridad (4). La estructura metálica cuenta con un cajón (5) para ubicar los elementos accesorios de los equipos, un compartimiento con puerta abatible (6) donde se aloja el Electrocardiógrafo (ECG) (10), y un cajón donde se encuentran el teclado y el mouse (7). En la parte frontal del equipo se acoplan la pantalla LCD de 15" (8), la

impresora (9) y en su compartimiento especial se ancla el Electrocardiógrafo (ECG) (10). En la cara frontal inferior se encuentran los accesos para el encendido del Computador Personal (PC) (11) y de la UPS (12) como se observa en la figura 1

5 Como se muestra en la Figura 2, para facilitar el manejo de los cables del Electrocardiógrafo (ECG) se cuenta con un gancho (13) ubicado en el lateral izquierdo, donde se pueden colgar los cables cuando el equipo no esta en uso durante las jornadas de trabajo para no tener que desconectarlos cada vez que se utilizan.

10 La figura 3 muestra la cara posterior del equipo, donde se encuentra la puerta trasera (14) de acceso a los equipos alojados dentro de la estructura metálica, la cual se desliza hacia arriba con ayuda de las manijas que se encuentran en sus extremos superior e inferior. En la puerta trasera se encuentran el agujero para acceso a los puertos posteriores de la CPU (16) y las rejillas de ventilación (15).

15 Las figuras 4 y 5 se observan las vistas frontal y posterior del ensamble y despiece de la unidad móvil de diagnostico para tele consultas especializadas. Dentro de la estructura se alojan la CPU (17) y la UPS (18), las cuales se pueden retirar del equipo para mantenimiento por el acceso posterior retirando la puerta trasera (14) de la estructura. Igualmente, la pantalla (8), impresora (9) y los componentes de la estructura se pueden retirar para realizar mantenimiento o remplazarlos si es necesario.

20 La figura 6 muestra el Electrocardiógrafo digital (ECG). El Electrocardiógrafo digital (ECG) es el equipo de toma de datos principal de la unidad móvil de diagnostico para teleconsultas especializadas, esta compuesto por una carcasa superior en poli estireno (19) y una base metálica (20). En la cara frontal cuenta con un led (21) indicador del encendido y un puerto de 16 pines (22) donde se conectan los cables de salida a paciente.

25 La figura 7 muestra la cara posterior del Electrocardiógrafo digital (ECG), y se observa el puerto de salida a USB (23), el puerto de entrada de corriente (24), el fusible (25) y el interruptor (26) de encendido del Electrocardiógrafo digital.

DESCRIPCION DE LA UNIDAD PORTATIL DE TELERADIOLOGIA (UPT)

30 La Unidad Portátil de Teleradiología (UPT) está compuesta principalmente por una estructura plegable en lámina de aluminio calibre 16 y tubería de aluminio calibre 22, acabado en pintura electrostática. Como se observa en la figura 8, en la base (27) de la estructura de la Unidad Portátil de Tele radiología se aloja el mecanismo de posicionamiento o trípode móvil (28) de la cámara (29), que cuenta con correderas de seguridad (30) y pines para ajuste (31), que son los que permiten ajustar la distancia focal desde la cual se adquiere la imagen según los tamaños
35 de placas convencionales. El complemento de la estructura es la caja de luz (32), que cuenta con una pantalla acrílica blanca (33) y 6 tubos fluorescentes T4 con balastro electrónico.

Para regular el paso de luz según los diferentes tamaños de placas para radiografías (8 x 10", 10 x 12", 11 x 14", 14 x 14" y 14 x 17") la Unidad Portátil de Teleradiología (UPT) viene equipada con cinco marcos colimadores (34). En la figura 9 se observan los diseños de los cinco marcos colimadores (34) que se usan de acuerdo al tamaño de la placa para la radiografía. Los marcos colimadores (34) permiten el posicionamiento de las placas ubicándolas vertical y horizontalmente alineadas con el foco de la cámara. Igualmente, los marcos impiden el paso de la luz alrededor de las placas, esto genera las condiciones ideales para la toma de la fotografía, la cual se debe tomar en un ambiente con el mínimo de luz posible para que la toma de imagen digital sea adecuada para la correcta lectura de las placas por parte de los especialistas.

En la vista cerrada de la Unidad Portátil de Tele radiología (UPT) de la figura 10, se observa un bolsillo (35) que se encuentra en la parte posterior de la Unidad Portátil de Teleradiología (UPT) que se utiliza para guardar los marcos que no estén en uso. Al cerrar la Unidad Portátil de Teleradiología (UPT), ésta se asegura lateralmente con dos ganchos que anclan en pines, y se puede movilizar gracias a el asa que tiene en la parte frontal (36).

La imagen digital debe cumplir con las condiciones de calidad necesarias para la lectura de las placas, por lo cual la cámara utilizada debe ser de 10 megapíxeles.

La alimentación eléctrica que requiere un equipo Unidad Portátil de Teleradiología (UPT) es de 110 Vac – 60 Hz – 1.5 A, 120W

La unidad móvil de diagnóstico para teleconsultas especializadas es un equipo médico para la atención remota de pacientes empleando la red de telecomunicaciones más difundida en el mundo Internet. Consiste básicamente en una estructura o plataforma móvil que integra un electrocardiógrafo digital, un computador personal (PC) con todos sus accesorios y una Unidad portátil para Teleradiología (UPT). La unidad móvil de diagnóstico para teleconsultas especializadas proporciona autonomía de energía por un lapso de 20 a 30 minutos gracias a la unidad de respaldo eléctrico (UPS) incorporada lo cual permite que el sistema siga su funcionamiento normal mientras se realiza un traslado. Lo anterior es posible por el diseño ergonómico y modular del equipo que permite fácil movilidad y ubicación dentro del consultorio médico o el sitio donde se encuentre el paciente para su valoración y diagnóstico.

Otra de las ventajas de La unidad móvil de diagnóstico para teleconsultas especializadas, es la posibilidad de conexión a una red de datos de forma cableada e inalámbrica a Internet, lo cual posibilita la transferencia continua de datos de la institución remitora (Hospital remoto) al centro de Referencia (Clínica especializada), el traslado de los datos a la historia clínica electrónica y la supervisión desde un centro de referencia. Las características anteriores

potencializan al sistema como una herramienta informática para trabajo en red y específicamente en el área de la TELEMEDICINA.

El funcionamiento del equipo básicamente consiste en la adquisición de las señales electrocardiográficas del paciente mediante la postura exacta de los electrodos de succión y transferirlas al Computador Personal (PC) para que se visualicen en el panel de control del dispositivo. Las imágenes y señales que se visualizan en una pantalla o monitor de 15 in, son almacenadas y transferidas vía internet al centro de referencia. De igual forma, las imágenes digitalizadas de las radiografías del paciente en la unidad portátil de teleradiología, son transmitidas. Es indispensable que el ancho de banda sea lo suficientemente grande para mayor velocidad de transferencia y menor tiempo en el envío de datos. La Unidad Portátil de Teleradiología (UPT), para su funcionamiento, requiere de una cámara digital de alta resolución y una excelente definición en la banda de colores blanco, gris y negro, además debe cumplir con el requisito de 2048 pixeles (ancho) y 2500 pixeles (alto). De tal forma que la imagen se pueda comprimir, cargar en un archivo digital y enviar por Internet al centro de referencia, en donde existe un software para su conversión a formato DICOM que permite fragmentar y aplicar zoom a las diversas imágenes recibidas.

La unidad móvil de diagnostico para teleconsultas especializadas por sus características funcionales permite que se amplien las ayudas diagnósticas mediante el acondicionamiento de otros equipos y dispositivos biomédicos al sistema, por ejemplo otoscopios, fonendoscopios, oftalmoscopios digitales.

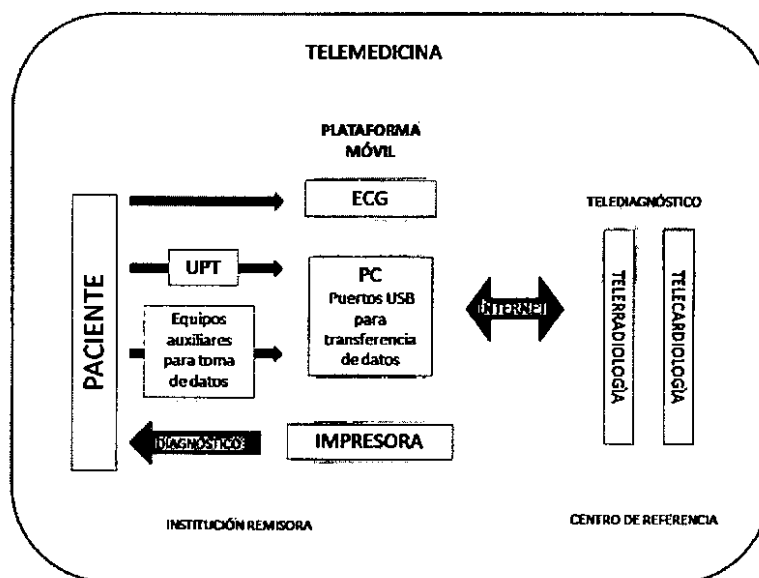
El ensamble de una unidad móvil de diagnostico para teleconsultas especializadas se puede realizar dadas las siguientes características de sus elementos esenciales:

- Monitor LCD de 15"
- Cámara Web, micrófono y audífono configurables por el usuario
- Sistema de respaldo eléctrico UPS
- Cable de conexión USB
- Cable electrocardiográfico de 10 derivas, conector DB15, conectores tipo banana con 4 electrodos de miembros y 6 electrodos torácicos.
- Cable de poder 120 VAC – 60Hz
- CPU configurable.
- Mouse Óptico USB.
- Teclado USB no extendido, en español.
- Impresora
- UPT. Unidad Portátil de Teleradiología.

Características del Mueble:

- Peso: 70 Kg
- Volumen: 1.20m alto, 0.55m ancho, 0.66m profundidad
- Materiales: Estructura en Cold Roll Cal 18. acabado en pintura electrostática color gris nube, laterales en aglomerado de madera enchapado en fórmica.
- Mueble ergonómico
- Movilidad en cualquier dirección

En el siguiente diagrama de bloques, se muestra los componentes fundamentales del sistema y sus conexiones.



5

7. NOVEDAD

No se conoce del documento una unidad de diagnóstico a distancia que ahorre recursos, tanto humanos como tecnológicos haciendo uso de la integración de elementos de telemedicina, informática y comunicación virtual para realizar un diagnóstico de forma inmediata. Con unos pocos centros que cuenten con un equipo de unidad móvil de diagnóstico para teleconsultas especializadas, se puede cubrir una inmensa área geográfica.

El desarrollo del sistema de electrocardiografía digital orientado a la Telemedicina, consiste en la adquisición de señales electrocardiográficas en forma análoga a partir de una tarjeta electrocardiográfica con el fin de ser digitalizadas mediante un control digital basado en microcontrolador. A partir de éste, las señales son llevadas al computador para su visualización y almacenamiento en una aplicación de usuario.

Además de las opciones de captura, visualización y almacenamiento del electrocardiograma, la aplicación de usuario (Cliente) permite el envío del archivo a un servidor como punto de referencia, donde un especialista lo recibe a través de otra aplicación (Server), que le permitirá descargar y visualizar el archivo, con el fin de diagnosticar inmediatamente el examen observado. Esto se logra con el envío de las distintas observaciones desde el Server al Cliente.

El equipo permite automáticamente la adquisición de la señal por medio del cable electrocardiográfico en sus 12 derivaciones al Computador Personal (PC) con opciones de captura y almacenamiento de la información para su posterior análisis. La interacción del

modelo (ECG) ECG1300 y el software de interfase de usuario fue diseñada y desarrollada para aplicaciones de diagnóstico en consultorio y remotas empleado Internet. Los datos adquiridos y transmitidos pueden ser almacenados en la memoria del Computador Personal (PC) e impresos en papel milimetrado tamaño carta en una impresora convencional .

5

La disponibilidad de un sistema que permite adquirir señales electrocardiográficas de una manera rápida, precisa, en tiempo real, con la facilidad de diagnóstico remoto y de integración de datos en una historia clínica electrónica, aporta una solución práctica a los problemas de dispersión de información. Con todo esto se lograría realizar una distribución virtual más homogénea del saber y de la especialización médica, y de equipamiento de alta complejidad, poniendo a disposición los recursos para que sirvan a mayor cantidad de usuario sin importar su ubicación geográfica.

10

MEJOR MANERA DE EJECUTAR LA INVENCION

15 La unidad Móvil de Diagnóstico para Teleconsultas Especializadas está conformada principalmente por una estructura metálica (1), la cual se complementa con dos laterales en aglomerado de madera enchapado en fórmica (2), con los cantos recubiertos en perfil de polietileno. La estructura metálica se soporta en una base maciza (3), con 4 ruedas de goma cada una con frenos de seguridad independientes (4) que facilitan su movilidad. La estructura
20 metálica cuenta con un cajón (5) para ubicar los elementos y/o accesorios de los equipos, un compartimiento con puerta abatible (6) donde se aloja el Electrocardiógrafo (ECG) (10) sobre dos rieles que facilitan su extracción para mantenimiento.

25

El electrocardiógrafo como sistema de adquisición de la señal ECG y/o registro eléctrico de la actividad del corazón, provee diferentes etapas de procesamiento y adecuación de la señal. Está compuesto inicialmente por una tarjeta de adquisición y filtrado de la señal, la cual es llevada a una tarjeta de procesamiento y control, donde a su vez se va a encontrar protegida por una tarjeta contra la desfibrilación, para finalmente por medio de una tarjeta de comunicación serial de alta velocidad y versatilidad (USB), ser transmitida a la CPU(17) donde
30 se va a encontrar el software que permite por medio de la pantalla LCD de 15" (8) acoplada al panel frontal de la unidad, observar los registros transmitidos por cable VGA desde la CPU(17) y el electrocardiógrafo digital permitiéndolo analizar, consultar y diagnosticar. La estructura metálica aloja en un cajón un teclado y un mouse (7) conectados por comunicación serial (USB) a la CPU, como herramientas de control de este. Una impresora (9) conectada a la CPU
35 permite la impresión de los diferentes registros, imágenes y diagnósticos emitidos por los elementos y/o accesorios de los equipos que intervienen durante la atención del paciente.

En la cara frontal inferior se encuentran los accesos para el encendido del Computador Personal (PC) (11) y de la UPS (12) como se observa en la figura 1.

Como se observa en la figura 2, para facilitar el manejo de los cables del electrocardiógrafo ECG (10), se cuenta con un gancho (13) ubicado en el lateral izquierdo, donde se ubican los cables cuando el equipo no se encuentra en uso durante las jornadas de trabajo, para no tener que desconectarlos cada vez que se utilizan.

5

La figura 3 muestra la cara posterior del equipo, donde se encuentra la puerta trasera (14) de acceso a los equipos alojados dentro de la estructura metálica, la cual se desliza hacia arriba con ayuda de las manijas que se encuentran en sus extremos superior e inferior. En la puerta trasera se encuentra el agujero para acceso a los puertos posteriores de la CPU (16) como lo son los puertos de audio y Usb; también se observa en la puerta trasera unas rejillas de ventilación (15) para una adecuada refrigeración de los equipos dentro de la estructura metálica.

10

Las figuras 4 y 5 se observan las vistas frontal y posterior del ensamble y despiece de la unidad móvil de diagnóstico para tele consultas especializadas. Dentro de la estructura se alojan la CPU (17) conectada a la UPS (18), para contar con respaldo de energía durante la ausencia de la energía principal; las cuales se pueden retirar del equipo para mantenimiento por el acceso posterior retirando la puerta trasera (14) de la estructura. Igualmente, la pantalla LCD (8), la impresora (9) y los componentes de la estructura se pueden retirar para realizar mantenimiento o remplazarlos si es necesario.

15

20

La figura 6 muestra el Electrocardiógrafo digital (ECG). El Electrocardiógrafo digital (ECG) es el equipo de toma de datos principal de la unidad móvil de diagnóstico para teleconsulta especializadas, está compuesto por una carcasa superior en poliestireno (19) y una base metálica (20). En la cara frontal cuenta con un led (21) indicador de encendido y un puerto de 16 pines (22) donde se conectan los cables de salida a paciente.

25

La figura 7 muestra la cara posterior del Electrocardiógrafo digital (ECG), y se observa el puerto de salida a USB (23), el puerto de entrada de corriente (24), el fusible (25) y el interruptor (26) de encendido del Electrocardiógrafo digital.

30

En la figura 8 se encuentra la Unidad Portátil de Teleradiología (UPT) está compuesta principalmente por una estructura plegable en lámina de aluminio calibre 16 y tubería de aluminio calibre 22, acabado en pintura electrostática. Como se observa en la figura 8, en la base (27) de la estructura de la Unidad Portátil de Tele radiología se aloja el mecanismo de posicionamiento o trípode móvil (28) de la cámara (29), que cuenta con correderas de seguridad (30) y pines para ajuste (31), que son los que permiten ajustar la distancia focal desde la cual se adquiere la imagen según los tamaños de placas convencionales. El complemento de la estructura es la caja de luz (32), que cuenta con una pantalla acrílica blanca (33) y 6 tubos fluorescentes T4 con balastro electrónico.

35

40

Para regular el paso de luz según los diferentes tamaños de placas para radiografías (8 x 10", 10 x 12", 11 x 14", 14 x 14" y 14 x 17") la Unidad Portátil de Teleradiología (UPT) viene equipada con cinco marcos colimadores (34).

5

En la figura 9 se observan los diseños de los cinco marcos colimadores (34) que se usan de acuerdo al tamaño de la placa para la radiografía. Los marcos colimadores (34) permiten el posicionamiento de las placas ubicándolas vertical y horizontalmente alineadas con el foco de la cámara. Igualmente, los marcos impiden el paso de la luz alrededor de las placas, esto genera las condiciones ideales para la toma de la fotografía, la cual se debe tomar en un ambiente con el mínimo de luz posible para que la toma de imagen digital sea adecuada para la correcta lectura de las placas por parte de los especialistas.

10

En la vista cerrada de la Unidad Portátil de Tele radiología (UPT) de la figura 10, se observa un bolsillo (35) que se encuentra en la parte posterior de la Unidad Portátil de Teleradiología (UPT) que se utiliza para guardar los marcos que no estén en uso. Al cerrar la Unidad Portátil de Teleradiología (UPT), ésta se asegura lateralmente con dos ganchos que anclan en pines, y se puede movilizar gracias al asa que tiene en la parte frontal (36).

15

La imagen digital debe cumplir con las condiciones de calidad necesarias para la lectura de las placas, por lo cual la cámara utilizada debe ser de 10 megapíxeles (como mínimo).

20

La alimentación eléctrica que requiere un equipo Unidad Portátil de Teleradiología (UPT) es de 110 Vac – 60 Hz – 1.5 A, 120W.

25

BIBLIOGRAFIA

- [1] Guyton, Arthur. Tratado de Fisiología Médica. México 1997. pp 112 – 127.
- 5 [2] Vélez, Hernán. BORRERO, Jaime. Cardiología. Corporación para Investigaciones Biológicas. Medellín. Colombia. 1985. P2
- [3] Rueda, Oscar L. Curso de Electrocardiografía. Grupo de Electrocardiografía. Dpto. de ciencias Básicas – Fisiología. Facultad de Salud. Universidad Industrial de Santander. 2001.
- 10 [4] Oppenheim, Alan. Señales y Sistemas. Prentice- Hall. Méjico 1994. P9
- [20] Iotech. Signal Conditioning and PC- based Data Acquisition Handbook. Iotech. 1998. USA. P5 – P7
- 15 [5] Rodríguez, Ernesto. Electrónica Médica. Programa de Ing. de Mantenimiento Industrial y Hospitalario. Colombia. 1999.
- [6] Coughlin, Robert. Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales. Prentice Hall. Méjico. 1993. P4
- 20 [7] Johnson, David. Análisis Básico de Circuitos Eléctricos. Prentice Hall. México. 1996. P64.
- [8] Castellanos, G., Puerta L, Ríos A. Reducción en Tiempo Real de Interferencia de 60 Hz y de la Línea de Base en la Adquisición de Señales de ECG. Universidad Nacional de Colombia. Grupo Control y Procesamiento Digital de Señales. Simposio de Tratamiento de Señales, Imágenes y Visión artificial. Manizales. Colombia 2000.p19-p25.
- 25 [9] Horestein, Mark. Circuitos y Dispositivos Microelectrónicos. Prentice- Hall. Méjico. 1997. P807
- 30 [10] Millman, Jaco. Electrónica Integrada. Hispano Europea. España 1986.
- [11] Carl, Joseph. Introduction to Biomedical Equipment Tecnology. Prentice Hall. USA 1998.
- 35 [12] Aston, Richard. Principles of Biomédical Instrumentation and Measurement. Merrill Publishing Company. USA 1990.
- [13] Sedra, Adel. Circuitos Microelectrónicos. Oxford University Press. Mejico 1998.
- 40 [14] Hewllet Packard, The Funamentals of Signal Analysis. Hewlett Packard, Aplication Note 243. P21
- [15]Stremmler, Ferrel. Sistemas de Comunicación. Alfaomega. Colombia. 1989. P51, P125, P127
- 45 [16] FABER, Thomas. Impact of Electrocardiogram Recording Format on QT Interval Measuement an QT Dispersion Assessment. Department ofCardiological Sciences, St George's Hospital medical School, London 2000.P2
- [17] Proakis J, manolakis D. Tratamiento Digital de Señales. Prentice Hall. España 1998.
- 50 [18] Tompkins, Wills J. Biomédical Digital Signal Processing. Prentice Hall. USA. 358:p 120.
- [19] Ifeakor E. Medical Signal Procesing. IEE Proc.-Sci. Meas. Technol., Vol. 147, No. 6, November 2000
- 55 [20] Díaz Emilio, Teijeira José. Limpieza de la función ECG. Biofísica, Dpto. Física y Matemática Aplicada, Clínica Universitaria de Navarra, Universidad de Navarra, Pamplona, España.
- 60 [21] Díaz Calavia E. J., Elizalde Soba. Elección de Filtros para limpiar el ECG.2003.

- [22] R. Holle and G. Zahlmann, "Evaluation of telemedical services", IEEE Trans Inf Technol Biomed, Vol. 3, no. 2 pp. 84-91, 1999.
- 5 [23] E.J. Gómez, F del Pozo, EJ Ortiz N. Malpica, and H. Rahms, "A Broadband Multimedia Colaborative System for Advanced Teleradiology and Medical Imaging diagnosis", IEEE Trans Inf Technol Biomed, Vol. 2 no. 3, pp. 144-55, 1998.
- 10 [24] K. Shimizu, "Telemedicine by Mobile Communication", IEEE Eng Med Biol Mag, Vol 18, no 4 pp 32-44, 1999."
- [25] Organización Panamericana de la Salud PS/OMS. Aplicaciones de Telecomunicaciones en Salud en la Subregión Andina. Convenio Hipólito Unanue. URL: www.minproteccionsocial.gov.co/MseContent/Telemedicina/ORAS_CONHU.ppt
- 15 [26].LEON-GARCIA, WIDJAJA. Redes de Comunicación. Mc Graw Hill. 2002. p411, p607, p640.
- 20 [27] Universidad de Valencia. Acceso remoto a la red de la Universitat de Valencia por medio de red privada virtual. URL: <http://www.uv.es/ciuv/cas/vpn>.
- [28] Park, J.T. "Management of BGP/MPLS VPN with resilient paths", Network Operations and Management Symposium, 2004. NOMS 2004. IEEE/IFIP, Vol.1, 177- 190, 2004.
- 25 [29] Lazaro AM. LabVIEW 6i Programación Gráfica para el control de instrumentación. Madrid Paraninfo 2001.

C

●

●

C

○

●

C

REIVINDICACIONES

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
1. Unidad móvil de diagnóstico para tele consultas especializadas que recibe señales analógicas desde un paciente con problemas cardiovasculares conectado a dicha unidad para transformar dichas señales en señales digitales y remitirlas a un computador y a través de Internet a un servidor para el análisis de especialistas médicos, caracterizada dicha unidad por integrar un Electrocardiógrafo digital, un computador y una unidad portátil de Teleradiología operada a través de un sistema eléctrico en tiempo real, donde el electrocardiógrafo está compuesto por una tarjeta de adquisición y filtrado de la señal obtenida por un puerto de 16 pines (22) donde se conectan los cables de salida a paciente, que lleva la información a una tarjeta de procesamiento y control, donde a su vez se va a encontrar protegida por una tarjeta contra la desfibrilación, para finalmente por medio de una tarjeta de comunicación serial de alta velocidad y versatilidad (USB), la señal sea transmitida a la CPU(17) donde se va a encontrar el software que permite por medio de la pantalla LCD de 15" (8) acoplada al panel frontal de la unidad, observar los registros transmitidos por cable VGA desde la CPU(17) y el electrocardiógrafo digital permitiendo analizar, consultar y diagnosticar que se puede conectar con una red de datos de forma cableada e inalámbrica por Internet.
 2. Unidad de diagnóstico para tele consultas conforme a la reivindicación 1, caracterizada porque la unidad portátil de Teleradiología se compone de un marco plegable, un trípode de posicionamiento corredizo sobre rieles para extracción y mantenimiento de la unidad y una caja de luz, dichos componentes contenidos dentro de una caja plegable en el cuerpo de la unidad.
 3. Unidad de diagnóstico para tele consultas conforme a la reivindicación 1, caracterizada porque la unidad externamente es una estructura metálica (1) que se ensambla con dos laterales en aglomerado de madera enchapado en fórmica (2) con los cantos recubiertos en perfil de polietileno, donde la estructura metálica se soporta en una base maciza (3) con cuatro ruedas de goma cada una con frenos de seguridad independientes (4) que facilitan su movilidad y cuenta con un cajón (5) para ubicar los elementos y/o accesorios de los equipos, un compartimiento con puerta abatible (6) donde se aloja el Electrocardiógrafo (ECG) (10) sobre dos rieles que facilitan su extracción para mantenimiento.
 4. Unidad de diagnóstico para tele consultas conforme a la reivindicación 1, caracterizada porque cuenta con un gancho (13) ubicado en el lateral izquierdo, donde se ubican los cables cuando el equipo no se encuentra en uso durante las jornadas de trabajo, para no tener que desconectarlos cada vez que se utilizan.

5. Unidad de diagnóstico para tele consultas conforme a la reivindicación 1, caracterizada porque el Electrocardiógrafo digital es el equipo de toma de datos principal de la unidad móvil de diagnóstico para teleconsulta especializadas, está compuesto por una carcasa superior en poliestireno (19) y una base metálica (20) y en la cara frontal cuenta con un led (21) indicador de encendido y un puerto de 16 pines (22) donde se conectan los cables de salida a paciente
6. Unidad de diagnóstico para tele consultas conforme a la reivindicación 1, caracterizada porque está compuesta principalmente por una estructura plegable en lámina de aluminio calibre 16 y tubería de aluminio calibre 22, acabado en pintura electrostática, en su base (27) de la estructura de la Unidad Portátil de Tele radiología se aloja el mecanismo de posicionamiento o trípode móvil (28) de la cámara (29), que cuenta con correderas de seguridad (30) y pines para ajuste (31), que son los que permiten ajustar la distancia focal desde la cual se adquiere la imagen según los tamaños de placas convencionales complementada con la caja de luz (32), que cuenta con una pantalla acrílica blanca (33) y seis tubos fluorescentes T4 con balastro electrónico.
7. Unidad de diagnóstico para tele consultas conforme a la reivindicación 1, caracterizada porque está la Unidad Portátil de Teleradiología viene equipada con cinco marcos colimadores (34) para regular el paso de luz según los diferentes tamaños de placas para radiografías que permiten el posicionamiento de las placas ubicándolas vertical y horizontalmente alineadas con el foco de la cámara e impidiendo el paso de la luz alrededor de las placas generando las condiciones ideales para la toma de la fotografía, que debe ser en un ambiente con el mínimo de luz posible para que la toma de imagen digital sea adecuada para la correcta lectura de las placas por parte de los especialistas.
8. Unidad móvil de diagnóstico para teleconsultas especializadas conforme a la reivindicación 1 caracterizada porque su estructura permite el acondicionamiento de equipos y dispositivos biomédicos como otoscopios, fonendoscopios u oftalmoscopios digitales y en su estructura una unidad de respaldo eléctrico (UPS) que garantiza energía autónoma por 30 minutos de operación

C

C

●

C

○

●

C

RESUMEN

La unidad móvil de diagnóstico para teleconsultas especializadas es un equipo biomédico orientado a la prestación de servicios de salud, bajo la modalidad de Telemedicina, consiste en la adquisición de señales biológicas, especialmente electrocardiográficas, pulso, presión arterial no invasiva, temperatura, sonidos cardiacos y respiratorios e imágenes radiológicas; adquiridas en forma análoga a partir de circuitos electrónicos que procesan y digitalizan los datos con el fin de enviarlos a un computador personal (PC) para su visualización, almacenamiento y transferencia de archivos empleando Internet a un servidor como punto de referencia, donde médicos especialistas reciben, descargan y analizan la información, con el fin de proporcionar un diagnostico remoto inmediato.

El equipo permite ampliar movilidad, registro digital de las señales del paciente, conectividad a Internet y autonomía de funcionamiento. Además, facilita la articulación, modernización y socialización de los procesos asistenciales y administrativos del sistema de salud, mediante la integración de los sistemas de comunicación e información.

Figuras

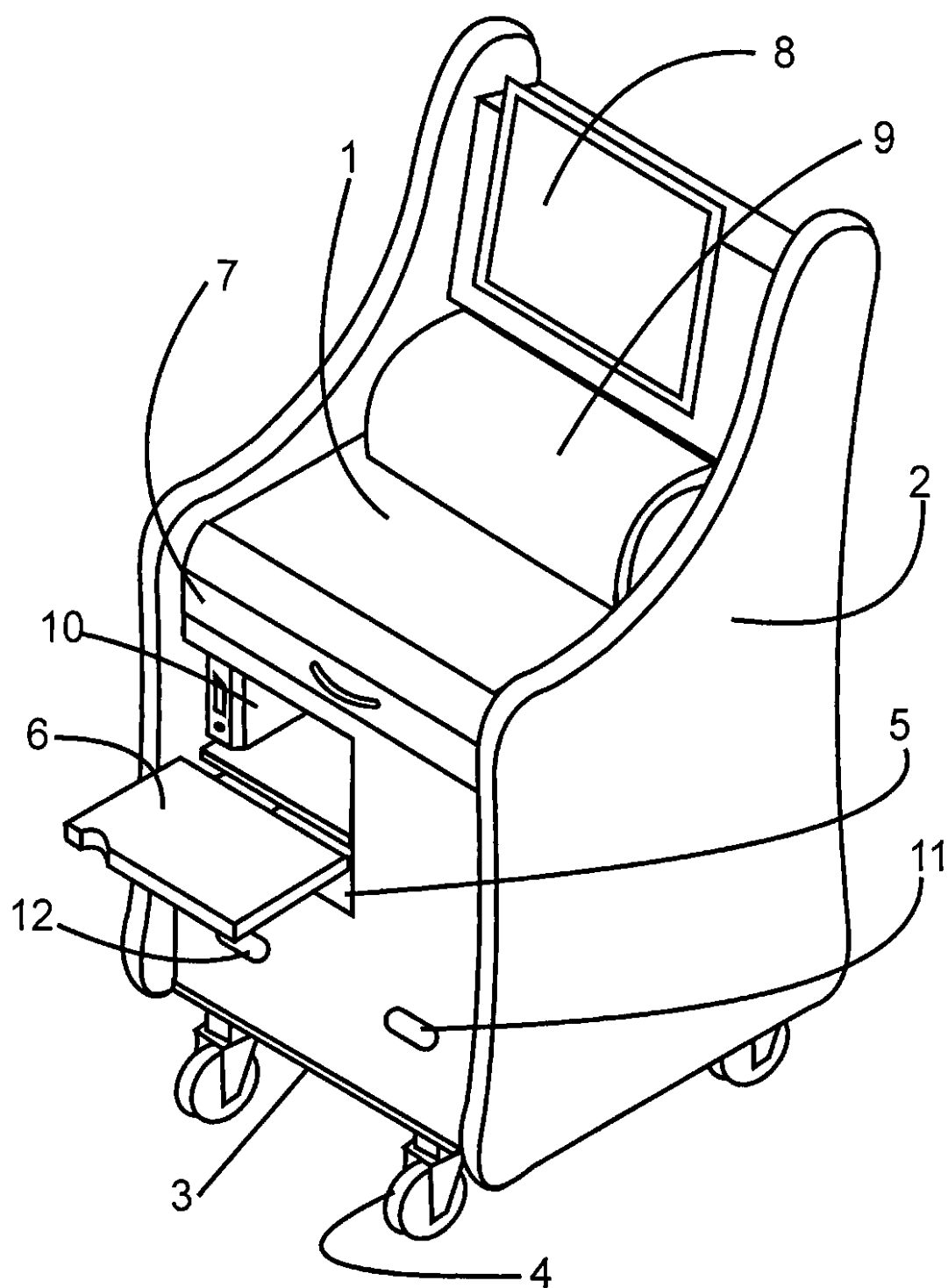


FIG. 1

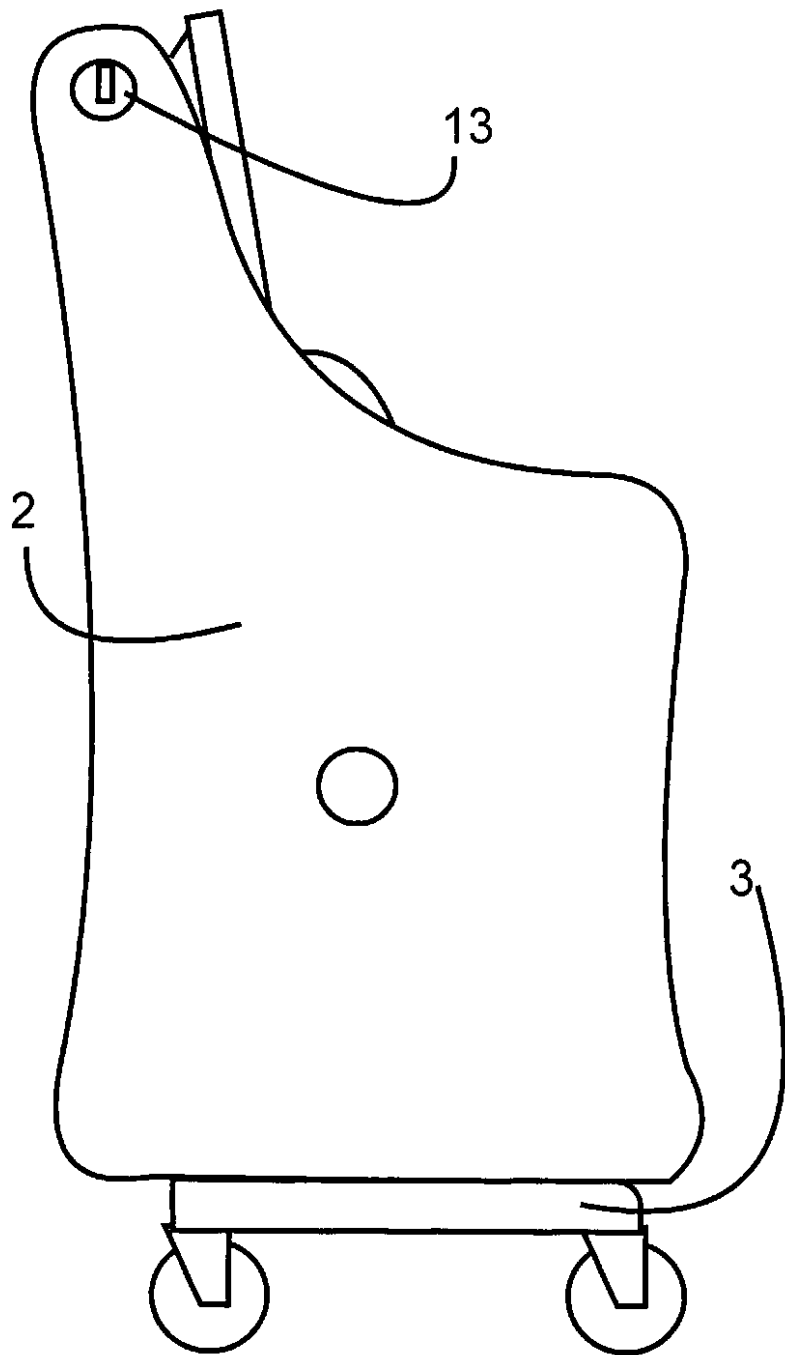


FIG. 2

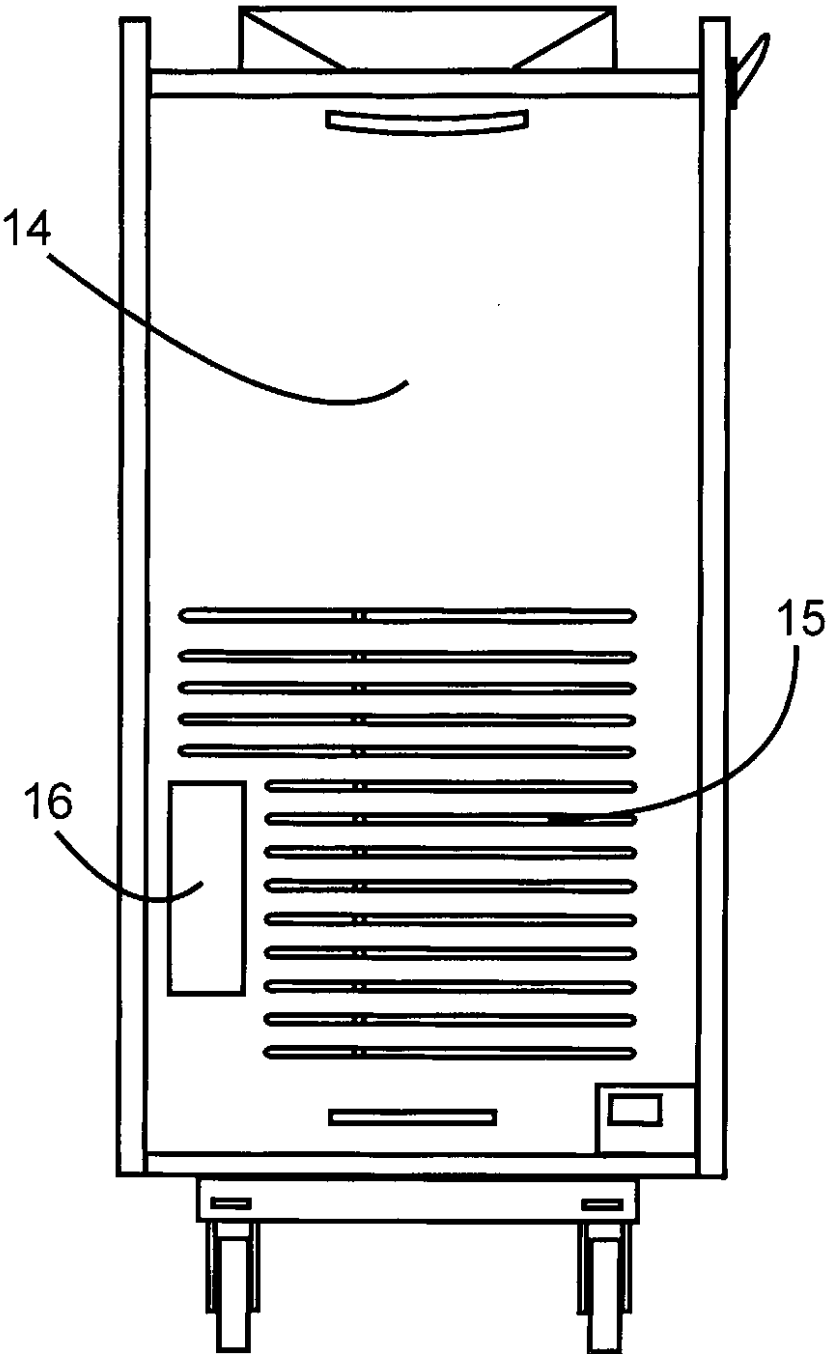


FIG. 3

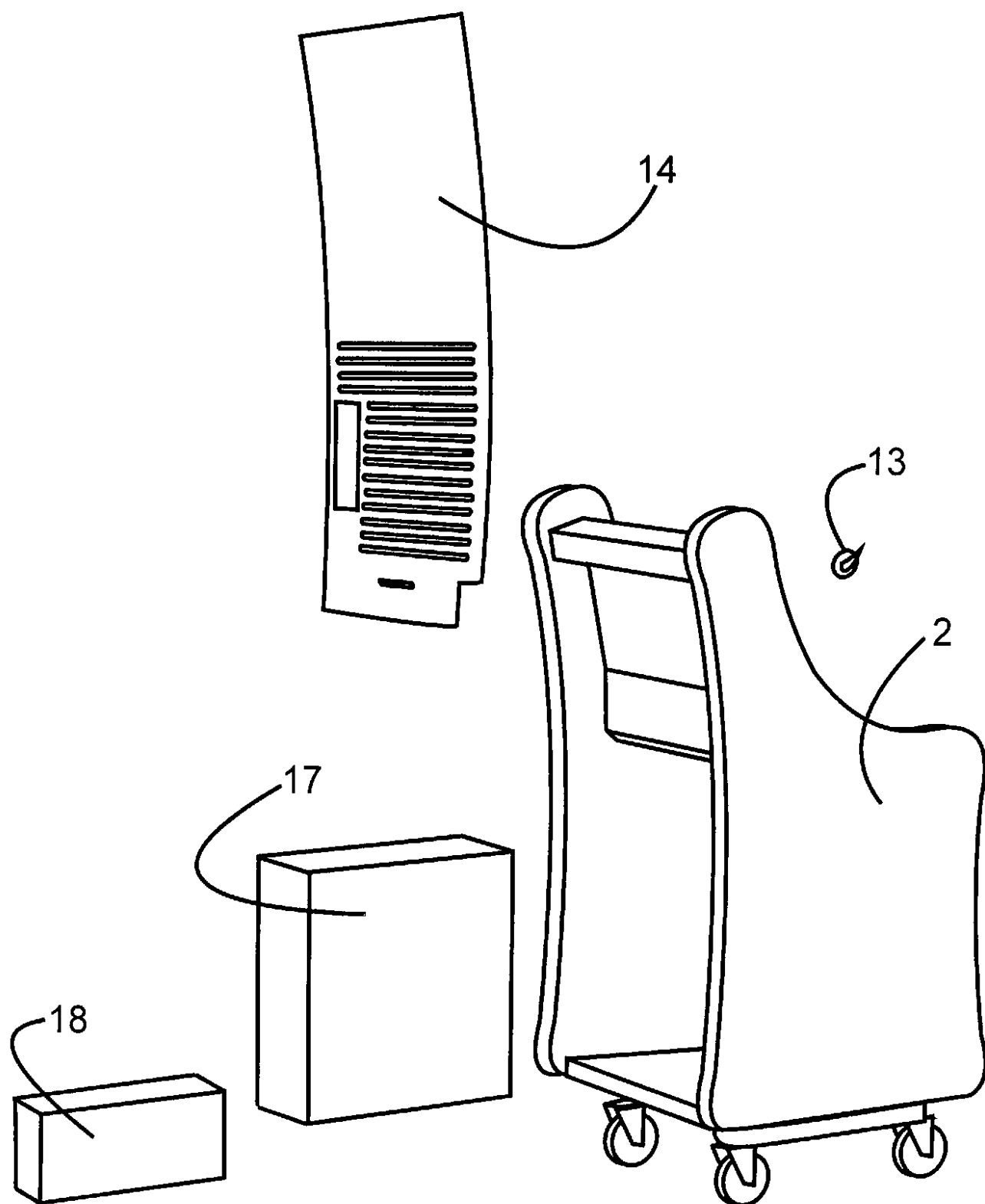


FIG. 4

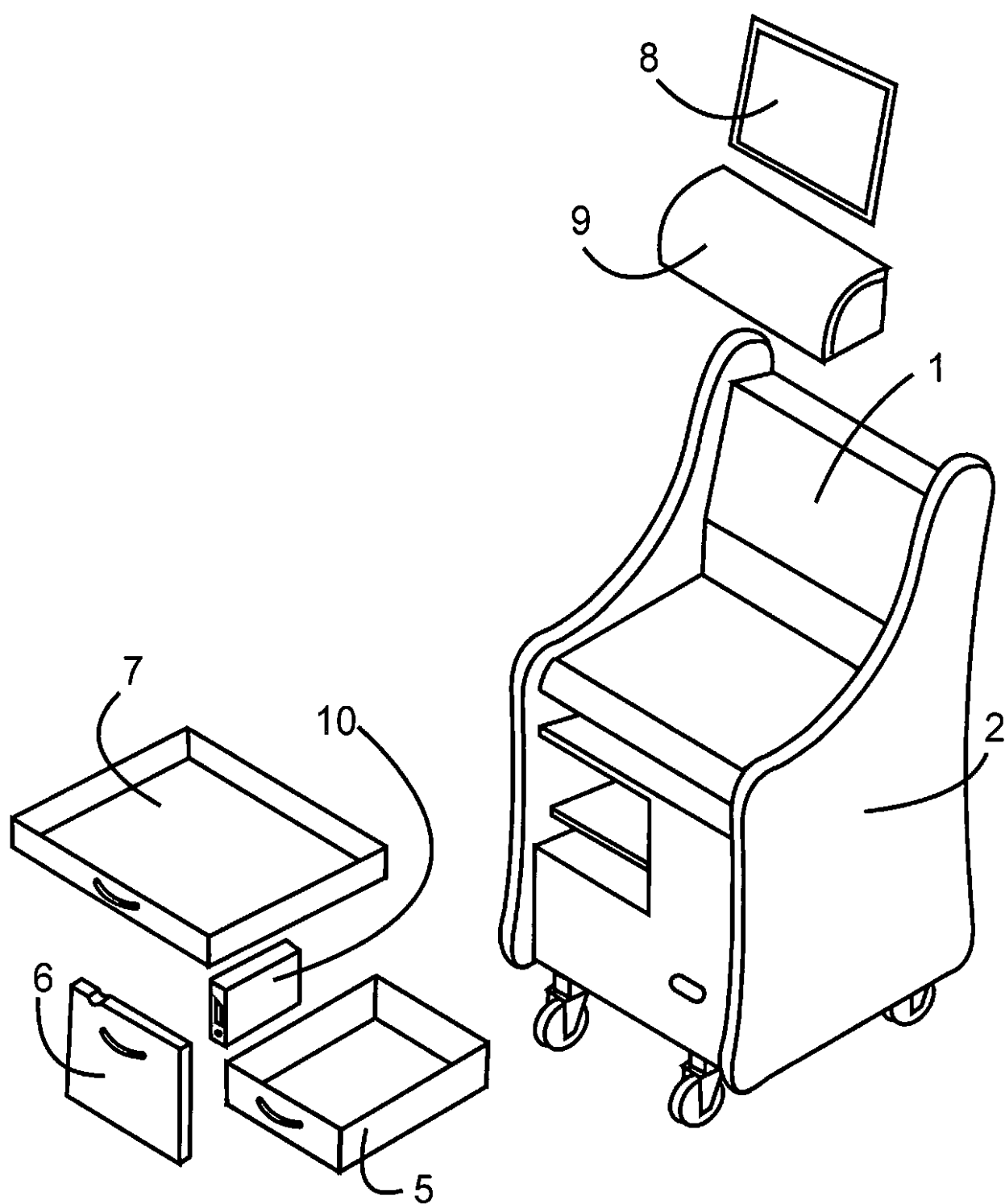


FIG. 5

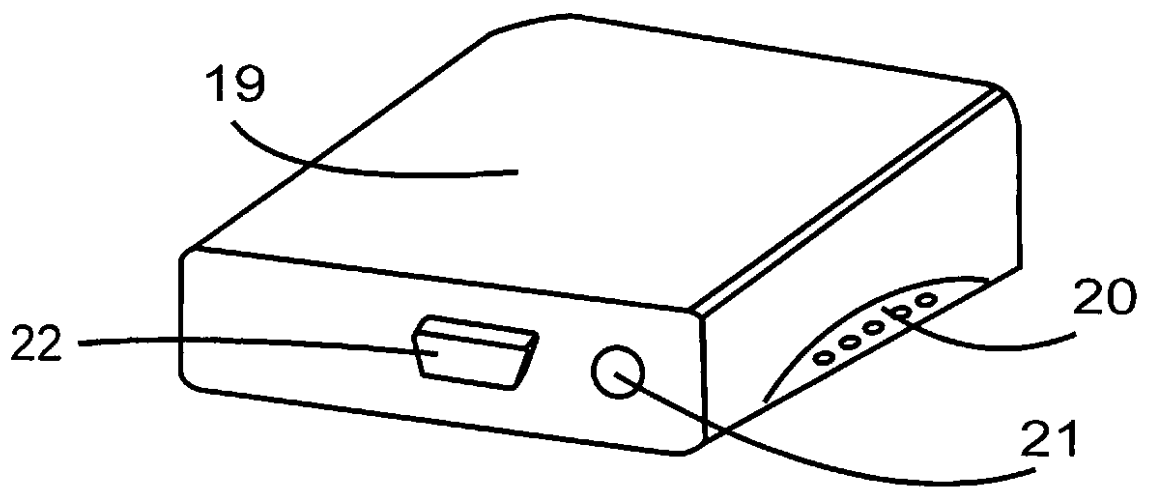


FIG. 6

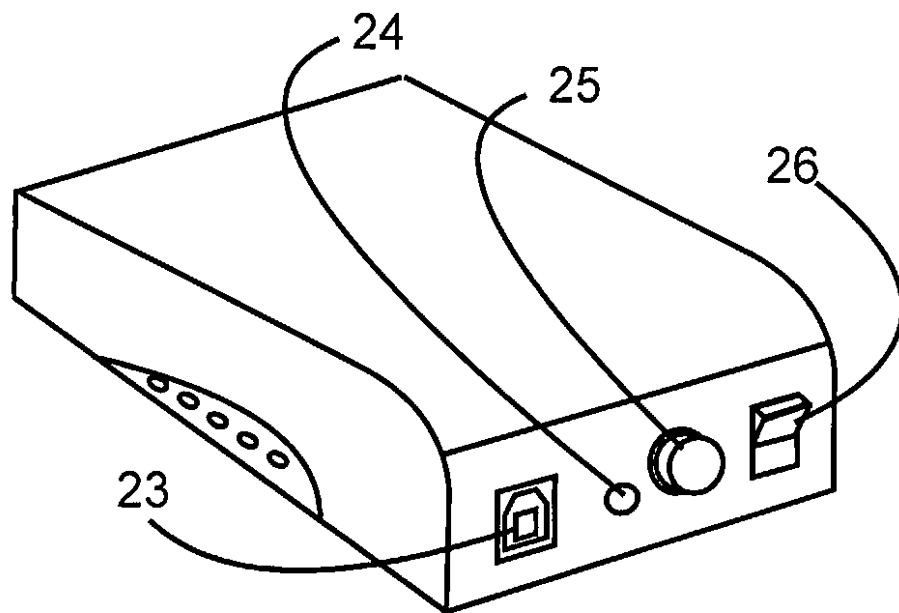


FIG. 7

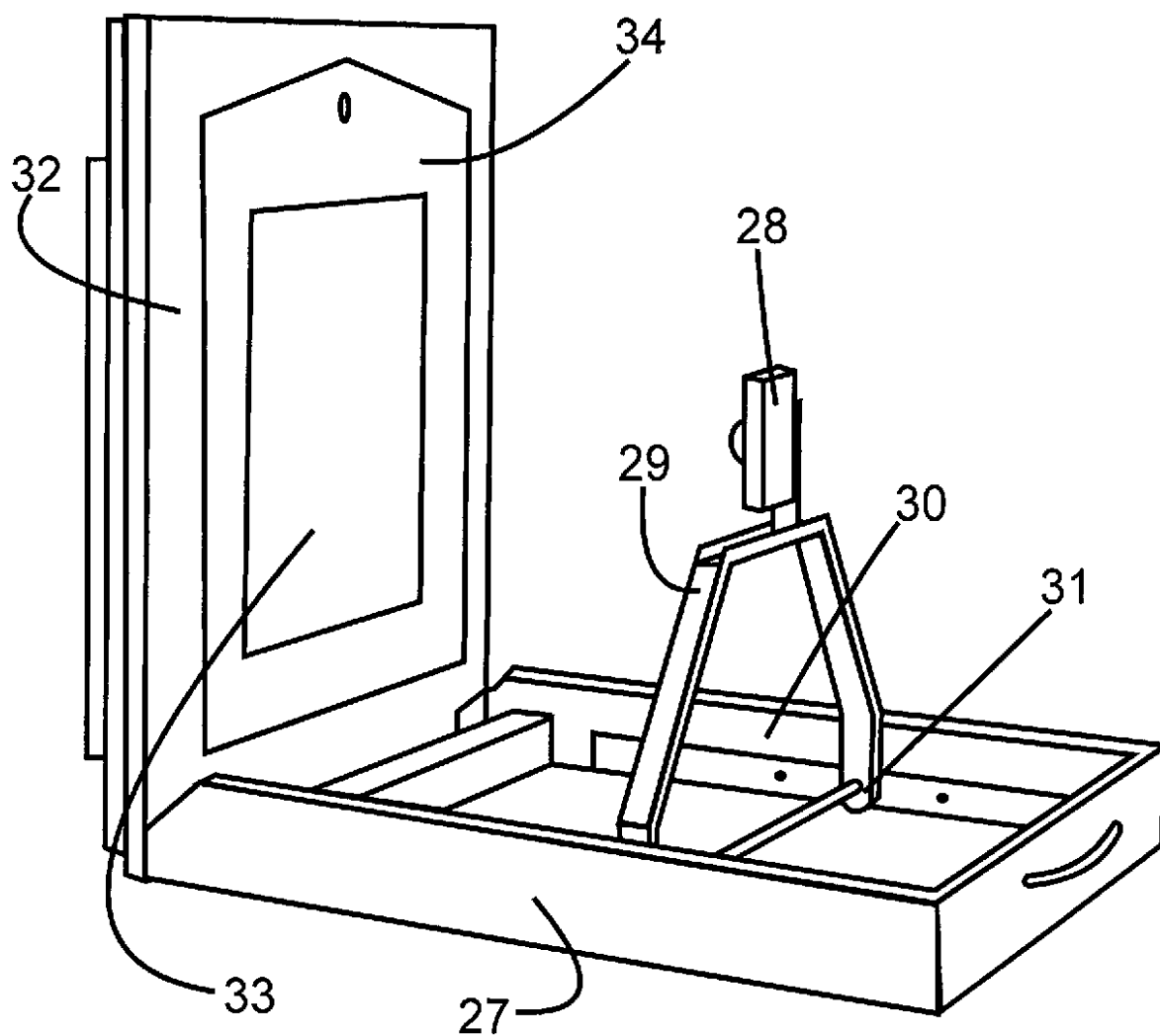


FIG. 8

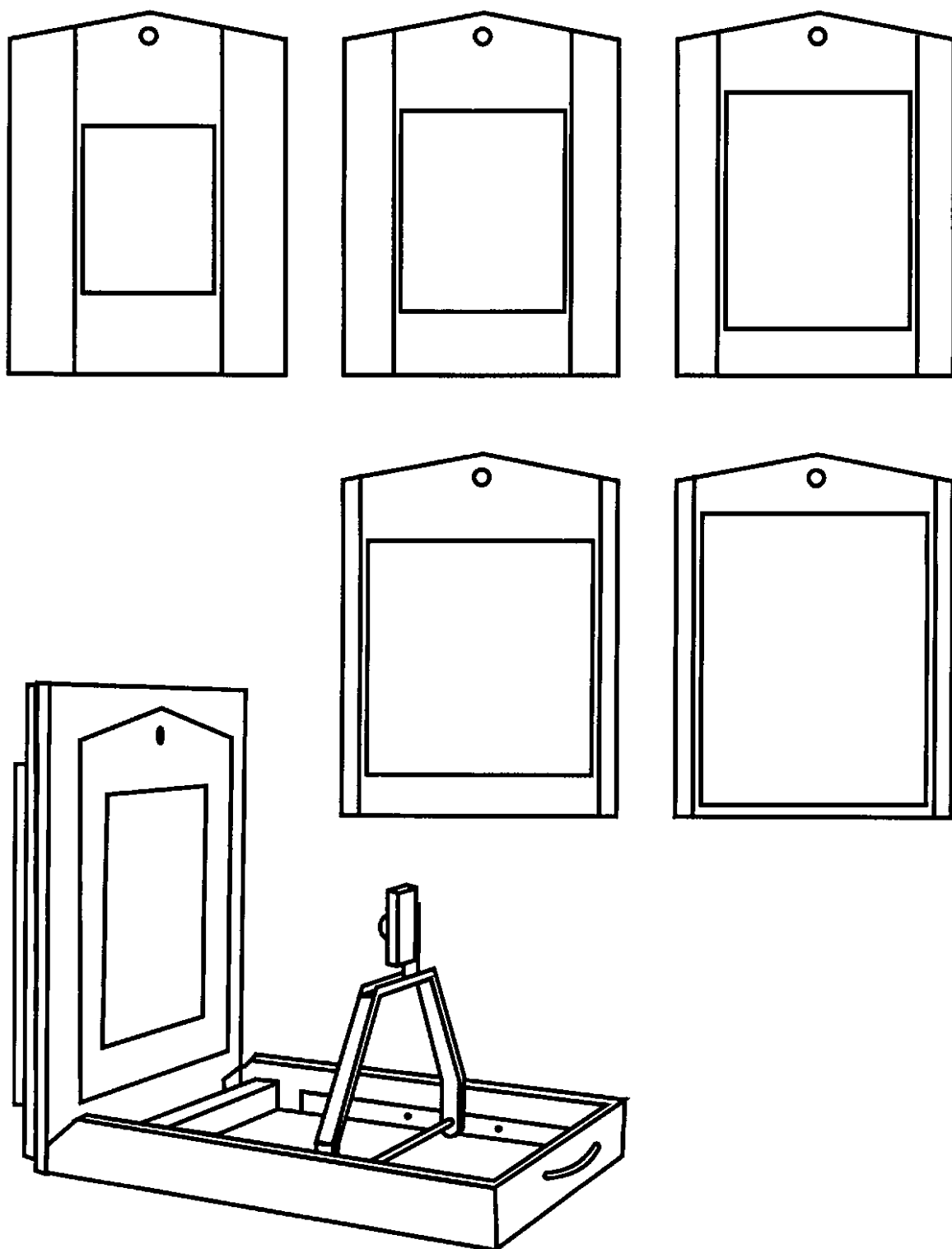


FIG. 9

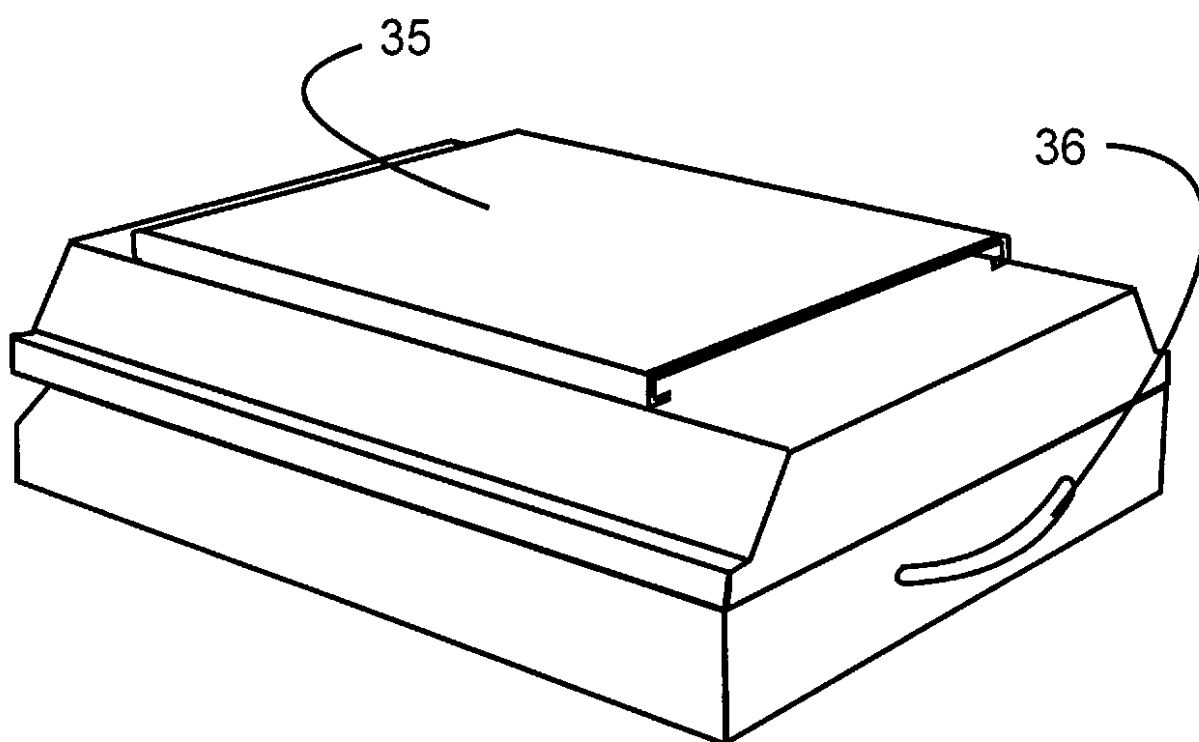


FIG. 10