



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
T.S.U. TECNOLOGÍA CARDIOPULMONAR



**NUEVAS TENDENCIAS DE DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS PARA LA
REALIZACIÓN DE ELECTROCARDIOGRAMAS DE BANDA ANCHA CON LA
COMUNICACIÓN DE UN PARCHEQUE SE ADHIERE AL CUERPO**

AUTORES:

ANGULO, KITSY
GARCÍA, ELIEXER
HERNÁNDEZ, ISMALIA
MACHADO, ARTURO

TUTORES:

TCP. AGUILAR, DAYANA
TCP. GONZÁLEZ, MIGUELALFREDO

NAGUANAGUA, JUNIO DE 2017



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
T.S.U. TECNOLOGÍA CARDIOPULMONAR
DIRECCIÓN DE ESCUELA
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN INTELECTUAL



CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Quienes suscribimos profesora Lisbeth Loaiza, directora de escuela, Profesora Maira Carrizales, coordinadora del comité de investigación y producción intelectual de la escuela, hacemos constar que una vez obtenidas las evaluaciones del tutor, jurado evaluador del trabajo en presentación escrito y jurado de la presentación oral del trabajo final de grado titulado: **NUEVAS TENDENCIAS DE DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS PARA LA REALIZACIÓN DE ELECTROCARDIOGRAMAS DE BANDA ANCHA CON LA COMUNICACIÓN DE UN PARCHEQUE SE ADHIERE AL CUERPO**, cuyos autores son los bachilleres: Angulo Kitsy, García Eliexer, Hernández Ismalia y Machado Arturo, presentado como requisito para obtener el título de Técnico Superior Universitario en Tecnología Cardiopulmonar, el mismo se considera APROBADO.

En Valencia a los 21 días del mes de Junio del año dos mil diecisiete.

Profesora Lisbeth Loaiza

Directora

Sello

Profesora Maira Carrizales

Coordinadora



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
T.S.U. TECNOLOGÍA CARDIOPULMONAR



CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Los suscritos miembros del jurado designado para examinar el Informe Monográfico
titulado:

**NUEVAS TENDENCIAS DE DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS PARA LA
REALIZACIÓN DE ELECTROCARDIOGRAMAS DE BANDA ANCHA CON LA
COMUNICACIÓN DE UN PARCHES QUE SE ADHIERE AL CUERPO**

Presentado por los Bachilleres:

Angulo, Kitsy C.I.: 25.726.407

García, Eliexer C.I.: 20.485.871

Hernández, Ismalia C.I: 18.687.910

Machado, Arturo C.I:20.254.175

Hacemos constar que hemos examinado y aprobado el mismo, y que aunque no nos
hacemos responsables de su contenido, lo encontramos correcto en su calidad y forma de
presentación.

Fecha: _____

Grecia García

C.I: 11.357.537

María Domínguez.

C.I: 5.385.861

María Brett

C.I: 12.317.246



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
T.S.U. TECNOLOGÍA CARDIOPULMONAR



CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

La presente es con la finalidad de hacer constar que el Informe Monográfico titulado:

**NUEVAS TENDENCIAS DE DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS PARA LA
REALIZACIÓN DE ELECTROCARDIOGRAMAS DE BANDA ANCHA CON LA
COMUNICACIÓN DE UN PARCHE QUE SE ADHIERE AL CUERPO**

Presentado por los Bachilleres:

Angulo, Kitsy C.I.: 25.726.407

García, Eliexer C.I.: 20.485.871

Hernández, Ismalia C.I.: 18.687.910

Machado, Arturo C.I.: 20.254.175

**Fue leído el trabajo monográfico y se considera que cumple con los parámetros
metodológicos exigidos para su aprobación. Sin más que hacer referencia, se firma a
los __ días del mes de Junio del año 2017.**

Tutor: _____

C.I N° _____

Firma del Tutor



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
T.S.U. TECNOLOGÍA CARDIOPULMONAR



CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

La presente es con la finalidad de hacer constar que el Informe Monográfico titulado:

**NUEVAS TENDENCIAS DE DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS PARA LA
REALIZACIÓN DE ELECTROCARDIOGRAMAS DE BANDA ANCHA CON LA
COMUNICACIÓN DE UN PARCHO QUE SE ADHIERE AL CUERPO**

Presentado por los Bachilleres:

Angulo, Kitsy C.I.: 25.726.407

García, Eliexer C.I.: 20.485.871

Hernández, Ismalia C.I.: 18.687.910

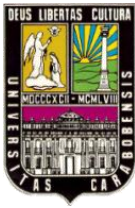
Machado, Arturo C.I.: 20.245.175

**Fue leído el trabajo monográfico y se considera que cumple con los parámetros
metodológicos exigidos para su aprobación. Sin más que hacer referencia, se firma a
los __ días del mes de Junio del año 2017.**

Tutor: _____

C.I N° _____

Firma del Tutor



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
T.S.U. TECNOLOGÍA CARDIOPULMONAR



**NUEVAS TENDENCIAS DE DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS PARA LA
REALIZACIÓN DE ELECTROCARDIOGRAMAS DE BANDA ANCHA CON LA
COMUNICACIÓN DE UN PARCHÉ QUE SE ADHIERE AL CUERPO**

AUTORES:

ANGULO, KITSY

GARCÍA, ELIEXER

HERNANDEZ, ISMALIA

MACHADO, ARTURO

TUTOR:

TCP. AGUILAR, DAYANA

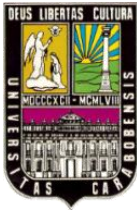
TCP.GONZÁLEZ, MIGUELÁNGEL

AÑO: 2017

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito primordial conocer las nuevas tendencias de dispositivos inalámbricos para la realización de electrocardiogramas de banda ancha con la comunicación de un parche que se adhiere al cuerpo, la cual está fundamentada en los avances tecnológicos producidos en las últimas décadas y que han permitido la creación de aparatos de electrocardiografía portátiles e inalámbricos así como registros digitales de alta calidad donde se puede mejorar la monitorización y el diagnóstico de los pacientes con problemas cardiovasculares. Es por ello que la presente investigación está orientada en conocer las nuevas tendencias de dispositivos inalámbricos para la realización de ECG. La metodología está alineada bajo la modalidad de una investigación documental de tipo monográfica, donde el propósito de este estudio es el aporte de nuevos conocimientos, llegando a la conclusión que los nuevos dispositivos inalámbricos para la realización de electrocardiogramas forman parte de un proceso innovador para el área de salud, ya que estos monitores cardíacos son operables en diferentes tipos de móviles, los cuales constituyen un progreso en el monitoreo de las variables fisiopatológicas mientras el paciente se encuentra en actividad física o en reposo. Se recomienda la adquisición de los nuevos dispositivos porque se enfocan a salvar y garantizar la calidad de vida de una persona que enfrenta una enfermedad cardiovascular o que tiene el riesgo de sufrirla, también se recomienda que el personal médico y técnico especializado pida ayuda a los entes gubernamentales para la adquisición de dichos equipos.

Palabras claves: Dispositivos inalámbricos, Electrocardiograma.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
T.S.U. TECNOLOGÍA CARDIOPULMONAR



**NEW TRENDS IN WIRELESS DEVICES FOR THE PERFORMANCE OF
BROADBAND ELECTROCARDIOGRAMS WITH THE COMMUNICATION OF
A PATCH THAT ADHERES TO THE BODY**

AUTHORS:

ANGULO, KITSY
GARCÍA, ELIEXER
HERNANDEZ, ISMALIA
MACHADO, ARTURO

TUTOR:

TCP. AGUILAR, DAYANA
TCP. GONZÁLEZ, MIGUELÁNGEL

YEAR: 2017

ABSTRACT

The present research had as a primary purpose the new trends of wireless devices for the realization of Electrocardiograms of broadband with the communication of a patch that sticks to the body, which is based on the technological advances produced in recent decades and have allowed the creation of wireless and portable electrocardiogram devices as well as digital recordings of high quality where it can improve the monitoring and diagnosis of patients with problems cardiovascular. Therefore, this research is aimed to know the new trends of wireless devices for the realization of ECG. The methodology is aligned in the form of a documentary research of monographic type, where the purpose of this study is the contribution of new knowledge, coming to the conclusion that the new wireless devices to perform electrocardiograms forms part of an innovative process for the area of health, since these cardiac monitors are operable in different types of mobile, which constitute progress in the monitoring of the pathophysiologic variables while the patient is in physical activity or at rest. Recommended acquisition of new devices as they focus on saving and guarantee the quality of life of a person facing a cardiovascular disease or having the risk of this disease, also recommends that medical and technical personnel require assistance to governmental authorities for the acquisition of such equipment.

Keywords: Wireless devices, Electrocardiogram.

ÍNDICE GENERAL

	Pg.
INTRODUCCIÓN	9
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	11
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos.....	11
JUSTIFICACIÓN	12
METODOLOGÍA EMPLEADA	12
 BASES TEÓRICAS	13
Electrocardiograma Convencional.....	13
Nuevas Tendencias de Dispositivos Inalámbricos para la realización de ECG.....	15
Ventajas y desventajas de los nuevos dispositivos inalámbricos de ECG.....	21
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
Conclusiones.....	23
Recomendaciones.....	24
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

INTRODUCCIÓN

Las alteraciones en la vida cotidiana se acentúan más en aquellos pacientes que sufren enfermedades cardiovasculares, sabiendo que estas enfermedades son la principal causa de muerte en todo el mundo en la población adulta. De hecho, se estima, que este factor es el causante de al menos 4.4 millones de muertes a escala mundial según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Según el Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS), en Venezuela, más del 20% de la mortalidad es consecuencia de las enfermedades cardiovasculares; constituyendo así la primera causa de muerte en el país. (1)

En los hospitales y centros de atención médica es común encontrar dispositivos que registran los signos vitales, los cuales son visualizados en la interfaz del equipo. Cuando se tiene una central de monitoreo es deseable que la información de todos los dispositivos se pueda monitorear desde la central para facilitar el seguimiento de la evolución de los pacientes. Una de las formas para diagnosticar enfermedades cardiovasculares es la de un examen sencillo que registra la actividad eléctrica del corazón que se produce en cada latido cardíaco. (2)

Esta actividad eléctrica se registra desde la superficie corporal del paciente y se dibuja en un papel mediante una representación gráfica o trazado, donde se observan diferentes ondas que representan los estímulos eléctricos de las aurículas y los ventrículos, esta prueba tiene por nombre Electrocardiograma (ECG o EKG), y el aparato con el que se realiza este estudio se llama electrocardiógrafo. (2)

El ECG puede hacerse en un consultorio médico o en el hospital, por rutina o por una emergencia, por ejemplo: El paciente presenta fuerte dolor en el pecho o una frecuencia cardíaca anormal. Pero este estudio con electrocardiógrafos convencionales pueden traer problemas técnicos y alterar el resultado del mismo, es decir, para obtener un ECG de buena calidad necesitas asegurarte de que no hay ninguna interferencia, dado que pueden generar artefactos.

Entre las más comunes, la interferencia eléctrica que por lo general proviene de la interacción eléctrica en o cerca de la cama del paciente, por esta razón, las bombas o ventiladores eléctricos ubicados en su cercanía deben estar apagados o funcionando con la batería mientras se está grabando el ECG, la interferencia también puede ocurrir si el paciente está en contacto con metal, tal como el extremo de la cama, o si una derivación del ECG está en contacto con el metal (por ejemplo, tocar un reloj) o si los cables del ECG están enredados y línea basal errante, esto hace que sea difícil identificar cambios en el ECG, ya que muchos de ellos son medidos desde la línea basal. Este problema a menudo es causado por un mal contacto del electrodo con la piel. (3)

En los centros médicos se utilizan medios de transmisión alámbrico entre el dispositivo de adquisición y en la central de monitoreo, dificultando el trabajo del personal médico. Sumado a que algunos hospitales no pueden realizar modificaciones en su arquitectura, se ha hecho popular la utilización de tecnologías inalámbricas de bajo costo para la transmisión de los datos provenientes de los equipos de monitoreo de varios pacientes dentro de una misma área del hospital. Gracias al avance de la tecnología en los equipos médicos, sobre todo en los encargados en el monitoreo del ritmo cardiaco, los cuales se han convertido en una herramienta muy importante porque se hace más fácil y rápido reconocer alguna irregularidad que presenta el ritmo cardiaco.

Razón por la cual han ido avanzando los ECG el cual tiene la capacidad de detectar ciertas alteraciones cardiacas que se podrían presentar en un momento determinado, estos son útiles para indicar: ritmos anormales, disminución en el suministro de sangre u oxígeno al corazón, si se ha presentado un ataque o si es posible que presente y en qué parte pudiera estarse dando ese tipo de episodios.(4), (5).

Los continuos avances en materia de Hardware y redes inalámbricas nos han situado a las puertas de una nueva era en la que pequeños dispositivos inalámbricos proporcionarán acceso a la información en cualquier momento y en cualquier lugar. Asimismo, dichos dispositivos participarán activamente en la creación de los llamados ambientes inteligentes,

en los que las redes inalámbricas de sensores jugarán un papel fundamental para la percepción, captación y distribución de la información. (6)

Por todo lo proyectado anteriormente, se plantea el objetivo general de la investigación el cual es, conocer las nuevas tendencias de dispositivos inalámbricos para la realización de electrocardiogramas de banda ancha con la comunicación de un parche que se adhiere al cuerpo, eficaz y fácil de manejar. Asimismo se hace necesario desarrollar los siguientes objetivos específicos: definir el electrocardiograma convencional; describir las nuevas tendencias de dispositivos inalámbricos para la realización de ECG; y analizar las nuevas tendencias de dispositivos inalámbricos para la realización de ECG, sus ventajas y desventajas. (7)

Se resume a continuación, que el Electrocardiograma Convencional y los patrones electrocardiográficos de normalidad quedaron establecidos hace tiempo, y hoy en día, con unos conocimientos adecuados, son pocas las dudas diagnósticas que plantea un ECG. El propio Einthoven, ya hace más de un siglo, asignó una denominación a cada onda del ECG a medida que se éstas se iban inscribiendo, y así quedó establecido denominar P a la primera onda, y Q, R, ST y U a las sucesivas. Entre ondas, existen intervalos, segmentos, y puntos de referencia de un gran interés diagnóstico. Estos son; el intervalo PR, el punto J, el segmento ST, y el intervalo QT principalmente. Dentro de los que se considera un patrón electrocardiográfico normal, existen amplias variaciones, en lo que se refiere a frecuencia cardíaca, duración del PR, eje eléctrico, disposición de las ondas de repolarización ventricular, entre otros. (7)

De este modo, el electrocardiograma viene siendo utilizado en la rutina clínica desde 1913, donde viene siendo utilizado cada vez más para el diagnóstico de las enfermedades del corazón, o en el diagnóstico de disfunción secundaria a enfermedades sistémicas. El ECG puede ser de gran utilidad en los casos de taquicardia, bradicardia, o arritmia verificada en la auscultación; disnea aguda; shock; cansancio o desmayos; monitorización quirúrgica. (7)

En perspectiva, esta investigación es de gran importancia para la carrera de Tecnología Cardiopulmonar, ya que los avances tecnológicos que se han producido en las últimas décadas han permitido la creación de aparatos de electrocardiografía portátiles e inalámbricos con registros digitales de alta calidad donde se puede mejorar la monitorización y el diagnóstico de los pacientes con problemas cardiovasculares, en consecuencia es una herramienta de mucha relevancia ya que contribuye a mejorar la calidad de vida de pacientes que sufren de patologías cardíacas, así como también a facilitar la labor del especialista y Técnico Cardiopulmonar. (8)

En otro orden de ideas, esta investigación está alineada bajo la modalidad de una Investigación Documental de tipo Monográfica.

ELECTROCARDIOGRAMA CONVENCIONAL

En concreto el electrocardiograma (ECG/EKG), según Rodríguez. Es la representación gráfica de la actividad eléctrica del corazón. Se realiza mediante un electrocardiógrafo, el cual dispone de unos electrodos capaces de recoger potenciales eléctricos del corazón, en distintas localizaciones de la superficie corporal, conectados a un sistema de registro que usa un papel milimetrado que al desplazarse a una velocidad establecida, permite calcular duración (tiempo) y amplitud (voltaje) de cada onda del EKG, las cuales se denominan P, Q, R, S, T, U y tienen voltaje positivo o negativos. Se originan por la despolarización y repolarización de distintas zonas del miocardio. (9)

De tal modo, Garrido define el EKG como un procedimiento no invasivo, el cual su objetivo es visualizar gráficamente la actividad eléctrica del corazón y así evaluar la función cardiaca, diagnóstico de enfermedades cardiovasculares y alteraciones metabólicas, para saber la duración del ciclo cardiaco (frecuencia cardiaca). Para obtener un registro en este dispositivo se deben situar 4 cables en las extremidades del paciente (derivaciones del plano frontal o de los miembros) y 6 en la cara anterior del tórax (derivaciones del plano horizontal o precordial). (10)

Estas derivaciones del plano frontal o de los miembros son seis (6), las cuales tres (3) son bipolares (I, II y III): para registrar potenciales eléctricos en el plano frontal, se colocan en el brazo izquierdo (LA), brazo derecho (RA) y una pierna izquierda (RL) y su derivación correspondiente que funciona como toma de tierra y no tiene trazo electrocardiográfico ninguno. (10)

Las derivaciones bipolares representan una diferencia de potencial eléctrico entre dos polos, positivo y negativo, llamándose eje de la derivación a la línea que une ambos polos (cada línea se divide en dos mitades, una mitad positiva próxima al polo positivo y una mitad negativa próxima al polo negativo). Derivación I: diferencia de potencial entre brazo izquierdo y el derecho (LA-RA). Derivación II: diferencia de potencial entre pierna

izquierda y brazo derecho (LL-RA). Y Derivación III: diferencia de potencial entre pierna izquierda y brazo izquierdo (LL-LA). (10).

En este mismo orden de ideas, Harrison señala que la actividad eléctrica del corazón se origina en un punto, el teórico “centro eléctrico del corazón”. Basándose en esta idea se unió los ejes de las derivaciones bipolares formando los tres lados de un triángulo equilátero: triángulo hipotético de Einthoven y considerando que el centro era el corazón. Sólo registran diferencia de potencial eléctrico, pero no el potencial real en un punto determinado de la superficie corporal. Para ello Wilson ideó, unas derivaciones mono polares que fuesen capaces de registrar el potencial absoluto y cualquier fenómeno eléctrico recogido en el área miocárdica subyacente. (11)

Para obtener las derivaciones mono polares se necesita un punto con voltaje 0 con el que compara el voltaje obtenido. Este voltaje 0 (que se denominó central terminal) se obtiene uniendo los 3 electrodos situados en las extremidades (LA+RA+LL). El eje de las derivaciones mono polares se obtiene uniendo cada electrodo positivo (brazo izquierdo, brazo derecho y pierna izquierda) con el punto del potencial 0 como electrodo indiferente. (11)

Las derivaciones mono polares de los miembros (VR, VF y VL) mediante una técnica incorporada por el electrocardiógrafo Goldgerg, aumentan la amplitud de sus voltajes hasta aproximadamente un 50%. En su denominación “a” indican potenciales ampliados y “V” unipolar. Derivación aVR tiene electrodo positivo colocado en brazo derecho. Derivación aVL tiene electrodo positivo colocado en brazo izquierdo. Derivación aVF tiene electrodo positivo colocado en pierna izquierdo. (11)

El ECG es un registro gráfico de la actividad eléctrica del corazón y de la conducción de sus impulsos. Las corrientes eléctricas se detectan en la superficie del cuerpo como pequeños potenciales eléctricos que tras su ampliación se observan en el electrocardiógrafo. En la práctica clínica, el ECG se registra colocando electrodos en los pueden ser en los brazos y piernas o en el tórax.

NUEVOS DISPOSITIVOS PARA LA REALIZACIÓN DE ELECTROCARDIOGRAMAS

La llegada de nuevas tecnologías inalámbricas, hace posible el diseño de dispositivos de alto nivel de integración con fines de monitoreo de las señales eléctricas del corazón, ya que tradicionalmente la monitorización se ha realizado haciendo uso de dispositivos de alto volumen, a los cuales estaban conectados los pacientes a través de cables. Esto limita en gran medida la movilidad del paciente y por lo tanto su bienestar durante la estancia hospitalaria. (12)

En la actualidad, distintos investigadores y científicos han diseñado dispositivos inalámbricos para el uso médico, conociéndose así que la versatilidad de estos sistemas se ha visto incrementada ya que pueden conectarse a una intranet o a internet, haciendo posible su aplicación en ambientes no clínicos. (12)

Dentro de estos avances tecnológicos se encuentra el Trabajo de Investigación del Físico Patrick, del centro universitario de San Diego, diseño el "Parche Chem-Phys". Señala que es un "tricorder portátil", en alusión al aparato de escaneo de la saga "StarTrek", mide al mismo tiempo señales eléctricas y bioquímicas del cuerpo humano. (12)

Este dispositivo es el primero que puede registrar en tiempo real electrocardiogramas, además de los niveles de lactato, un compuesto químico clave durante la actividad física. Es un dispositivo flexible que se adhiere al cuerpo como una prenda de ropa y permite monitorizar entrenamientos de atletas y también a pacientes con problemas de corazón. Sin la necesidad de ningún cable, el parche se pega al pecho cerca del esternón para enviar las señales que rastrea a un teléfono, reloj inteligente o portátil de forma inalámbrica o vía Bluetooth. (12)

El aparato permite crear avances en "la medicina deportiva", ya que "ayudará a optimizar los regímenes de entrenamiento". Para realizar la pieza, el científico tuvo en cuenta las indicaciones de atletas olímpicos sobre sus necesidades acerca de sensores portátiles. Este

probó el parche en tres varones que realizaron una intensa actividad deportiva durante 15 y 30 minutos, a la vez que llevaban una pulsera comercial. Tras el ensayo comprobó que los datos sobre el electrocardiograma de la "Chem-Phys" coincidían con los que había recogido la pulsera.(12)

Dentro del mismo orden de ideas, Mohamed, en el trabajo de final de carrera titulado “Sistema portátil de electrocardiografía de tres derivaciones con comunicación wireless” el objetivo de este proyecto fue el desarrollo e implementación de un electrocardiograma inalámbrico de pequeñas dimensiones que permita la monitorización remota de pacientes. Las facilidades de transmisión se han realizado utilizando un módulo de transmisión Bluetooth. (13)

El sistema está compuesto por una etapa analógica que se encarga de acondicionar la señal presente sobre el paciente, una etapa digital, compuesta por un microcontrolador y una interfaz gráfica para visualizar dicha señal. El sistema analógico se encarga de amplificar el nivel de la señal de entrada, además de separar la misma del ruido presente sobre el paciente. El sistema digital está desarrollado sobre una plataforma microcontrolador, el cual se encarga de adquirir la señal analógica, para luego transmitirla a través de un módulo Bluetooth o vía RS232. (13)

Dado que es un sistema portátil se realizó un módulo que convierte la alimentación unipolar de una pila en una alimentación bipolar que es necesaria para la alimentación de los componentes del sistema. El sistema también cuenta con una interfaz serie RS232 para poder tener la misma señal sobre un PC, en el cual con software de visualización y administración se puede implementar un sistema de monitoreo. (13)

Los datos obtenidos como fruto del diseño e implementación del sistema portátil de electrocardiografía, para la señal de entrada utilizaron un simulador de pacientes que emulaba las variables biológicas como por ejemplo el electrocardiograma (ECG). Donde dicho sistema cumple con ciertos requisitos como el bajo consumo, a través de baterías. Sin molestias para la colocación del usuario, con protecciones eléctricas, elevada relación S/N.

Y con respecto a las comunicaciones, el Bluetooth permite poder disponer de la señal electrocardiográfica la cual se obtiene en cualquier sitio que disponga de una un PC con plataforma Windows. (13).

Igualmente, Becerra, Dávila, y colaboradores. En su proyecto denominado “Monitor de señales de electrocardiografía y frecuencia cardiaca mediante un teléfono móvil con el protocolo de comunicación Bluetooth” desarrollaron un equipo de monitoreo de señales de electrocardiografía (ECG) y frecuencia cardiaca (FC) portátil, comunicado con un teléfono móvil mediante el protocolo de comunicación Bluetooth (BT), para su visualización en pantalla. (14)

Diseñaron un sistema de monitoreo que en su sección electrónica realiza la adquisición de la señal de ECG, así como su amplificación, filtrado, conversión analógica a digital y transmisión por BT del ECG y la FC. Se desarrollaron dos programas para el sistema. El primero calcula la FC a través de la identificación del QRS, y envía las señales del ECG y FC al teléfono móvil. El segundo es una aplicación que permite adquirirlas y visualizarlas en la pantalla del móvil. (14)

Se desarrolló un sistema electrónico portátil alimentado por una batería de 9 volts, de amplificación y banda ancha que cumplen con los estándares internacionales, de monitoreo de ECG. La identificación del complejo QRS se realizó con el algoritmo de la segunda derivada, mientras que los programas realizados permiten enviar y recibir la información del ECG y la FC a través de BT, para visualizarlos en la pantalla del móvil. El monitoreo es factible hasta 15 m de distancia. Se probó en distintos móviles de Nokia®, Sony Ericsson® y Samsung®. (14)

Este sistema muestra una alternativa de monitoreo móvil, con un teléfono por medio de BT y la programación en Java 2 Micro Edition (J2ME). Permite registrar el trazo del ECG y la FC, y puede implementarse en diferentes móviles. El desarrollo de este monitor cardiaco operable en diferentes tipos de móviles constituye un avance en el monitoreo de las señales electrocardiográficas y de la FC en forma móvil, dado que el dispositivo permitirá al

usuario del sistema tener una lectura de su FC y un trazo de su señal del ECG, mientras se encuentra en actividad física o en reposo. (14)

En el mismo orden de ideas Schneider, Escalante, y Díaz, en su investigación “Módulo de Procesamiento de Señales Electrocardiográficas para un Sistema de Tele-monitoreo, Vía Internet”. Señalan que los sistemas de monitoreo de señales electrocardiográficas (ECG) son de vital importancia dentro de la práctica médica. En la actualidad, la versatilidad de estos sistemas se ha visto incrementada ya que pueden conectarse a una intranet o a internet, haciendo posible su aplicación en ambientes no clínicos. (15)

Es módulo de procesamiento digital de señales, forma parte de un Sistema de Monitoreo de ECG basado en un módulo de adquisición de datos multicanal (MAD), una Personal Digital Assistant (PDA) como estación local para la visualización, almacenamiento y procesamiento de las señales adquiridas, y una computadora personal (PC), configurada como estación remota, donde un especialista analiza las señales recibidas y puede emitir un diagnóstico. Las estaciones local y remota poseen una interfaz que le permite al usuario configurar los MAD de manera sencilla. La visualización de los registros se realiza según los estándares médicos, adaptados a la pantalla de la PDA y la PC. (15)

El procesamiento realizado por el módulo se divide en varias fases: en una primera etapa de acondicionamiento se mejora la visualización de la señal y se realiza la compresión de la misma. En una segunda fase se extraen parámetros latido a latido, como la detección del QRS y además se genera un latido promedio sobre el cual se realizan mediciones de diversos parámetros del electrocardiograma, como intervalo QT, onda P, entre otros, que son relevantes para el diagnóstico y monitoreo de la actividad cardíaca del paciente. (15)

La aplicación también presenta la opción de crear, editar y almacenar datos clínicos de los pacientes y sus respectivos registros de ECG. La conexión de las estaciones se puede realizar a través de una intranet, la red telefónica o la red inalámbrica. El módulo de procesamiento digital de la señal ECG puede convertirse en una herramienta que contribuya

a mejorar la calidad de vida de pacientes que sufren de afecciones cardiovasculares, así como también a facilitar la labor del especialista. (15)

En este sentido Ballesteros, y colaboradores, en su proyecto titulado “Sistema de transmisión inalámbrica de señales ECG y de temperatura para ambientes hospitalarios (SINHO)”. Señalan que es un dispositivo multicanal de adquisición y transmisión de señales electrocardiográficas y de temperatura, utilizando tecnologías de transmisión inalámbrica (Bluetooth, ZigBee, Radio- Frecuencia RF), con una interfaz de usuario en una central de monitoreo. El desempeño del sistema de acuerdo a su disponibilidad es de (97%), tiempo de conexión de (6 segundos) y precisión en las mediciones de (98%). (16)

El dispositivo desarrollado transmite dos canales de electrocardiografía (ECG) y dos de temperatura, pero el usuario puede seleccionar una, dos o cuatro de las señales antes mencionadas. El protocolo utilizado permite ampliaciones a futuro para incluir un tercer canal de ECG sin tener que realizar mayores modificaciones en el código del programa y preservando las condiciones de transmisión utilizadas. (16)

El sistema de transmisión de señales ECG y temperatura incluye un dispositivo de adquisición y transmisión de datos y una interfaz de usuario en la que se presentan en tiempo real las señales cardíacas de los pacientes. Se compone en un Módulo Análogo, donde se realiza el acondicionamiento ECG y Temperatura, un Módulo Digital donde se lleva a cabo la digitalización, multiplexación, selección de canal (es), selección de tecnología, un Módulo de Transmisión en el que se encuentra Tx de datos y Rx de datos, El Computador en donde está el interfaz de Usuario y por último el Médico. (16)

Los resultados obtenidos en la compresión de la señal de ECG, tanto para la versión en línea como la fuera de línea, son altamente satisfactorios y demuestran que el esquema seleccionado es eficiente a pesar de su relativa sencillez. (16).

Finalmente, lo planteado por cada uno de los autores antes mencionados en los diseños de dispositivos inalámbricos para la transmisión de señales EKG es de gran importancia ya

que la monitorización continua de la salud se hace cada vez más evidente según envejece la población. Los médicos y Técnicos Cardiopulmonares necesitan monitorizar más de cerca los posibles cambios que puedan suceder en el estado de salud de sus pacientes pero sin que éstos tengan que acudir más a menudo a la consulta. Como resultado se produce una demanda de dispositivos capaces de realizar una monitorización precisa, continua, remota y transparente del paciente. Con la nueva tecnología, los investigadores tienen la esperanza de hacer una diferencia, ya que la enfermedad cardiovascular es una causa común de mortalidad y morbilidad en el mundo

Por ende, el desarrollo de los sistemas de electrocardiografía ha tenido lugar durante los últimos 100 años, y hoy en día es posible encontrar en el mercado dispositivos portátiles que pueden registrar la actividad cardíaca durante largos periodos de tiempo, que van desde tres días a una semana. Estos sensores inalámbricos inteligentes pueden cumplir los requerimientos necesarios para este tipo de aplicaciones de ahí las creaciones de estos.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS NUEVOS DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS PARA LA REALIZACIÓN DE ECG

Las bondades que ofrecen las redes de comunicaciones e interconexión de datos en la actualidad, han permitido el nacimiento de una nueva disciplina denominada Telemedicina, la cual consiste en la prestación de servicios de salud y asistencia médica utilizando plataformas de computación y telecomunicaciones, que permitan el intercambio de datos, vídeo e imágenes asociadas a un paciente, entre centros hospitalarios, o entre el paciente y el médico reduciendo así las limitaciones de tiempo, distancia y acceso a lugares remotos.

Una de estas bondades son nuevos dispositivos inalámbricos, los cuales no tienen cables, por lo tanto no hay cuerdas que se enreden, ni que entorpezcan el paso del personal hospitalario, también son sistemas versátiles por la compatibilidad de conexión Bluetooth, WiFi, GPRS Servicio de Mensajes Cortos (SMS) y/o plataforma Java. (17)

Las programaciones que tienen, permiten que las aplicaciones puedan ser implantadas en una mayor cantidad de dispositivos; los cuales poseen la excelencia de muestra trazos de ECG y la FC de manera continua, en el cual, además de eso tiene programado un registro de almacenamiento de señales en el móvil o PC para la historia del paciente (18)

A lo largo del tiempo, con el desarrollo y la implementación de nuevas tecnologías, se ha buscado reducir el impacto que tiene esta carencia en la sociedad, mejorando además los tiempos de respuesta que se obtienen en la mayoría de los casos y la capacidad para atacar la diversidad de estos, ya que son sistemas no sólo de monitoreo, sino también de diagnóstico, los cuales están desarrollados bajo los sistemas operativos Android y Windows Phone, sistemas donde se pueden desplegar en tiempo real los valores de frecuencia cardiaca, entre otros. (18)

El avance obtenido en el campo de la salud, viene dado por diferentes estudios realizados en otras disciplinas como la Electrónica y la Informática, que a través del

tiempo han desarrollado tecnologías que han sido aceptadas y adaptadas para el beneficio de las comunidades. (18)

La Ingeniería en Telecomunicaciones como parte de una de estas disciplinas, se ha caracterizado por buscar y desarrollar soluciones para cubrir el impacto que puede tener la distancia y la falta de recursos, además de buscar que la atención a los pacientes sea lo más eficiente, cómoda, rápida y posible, minimizando los tiempos de respuesta y el traslado que requieren tanto los pacientes como el personal de la salud, estas tecnologías son dispositivos que generan y envían alertas mediante correo electrónico a los usuarios registrados cuando se detectan anomalías en las frecuencias cardíacas en cualquier lugar del país. (18)

Una de las características de estos equipos inalámbricos es la alta eficiencia ya que aprovecha mejor la banda ancha disponible, porque no es necesario que un canal de comunicación sea utilizado exclusivamente para la transmisión de un punto a otro, ofrece mejor calidad, fiabilidad, una mayor velocidad de transmisión de datos y permiten el acceso permanente a Internet en casi cualquier sitio.

Cabe considerar, por otra parte que actualmente en Venezuela se ha venido presentando una problemática en el área de la salud, que se ha acrecentado a lo largo del tiempo, observable por ejemplo en el área de cardiología donde se encuentra una deficiencia en lo que se relaciona con los aparatos electrocardiográficos entre otros, pues las circunstancias que atraviesa el país actualmente en el ámbito económico, el costo de infraestructura de la tecnología es elevado y el consumo de energía es alto.

Debe señalarse que la tecnología crece a pasos agigantados, estos dispositivos pueden ser sustituidos por otros rápidamente, apareciendo en el mercado unidades más efectivas que las descritas anteriormente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A través del desarrollo del presente trabajo de investigación se dio respuesta a los objetivos planteados, lo cual lleva a la presentación de las siguientes conclusiones:

En la actualidad, las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones tienen un papel importante en el ámbito económico y social de las naciones. La evolución de estas tecnologías presenta impactos que son para nada ajenos a la medicina y a la salud. Cabe destacar que el conocimiento de las nuevas tendencias en dispositivos inalámbricos para la realización de electrocardiogramas forma parte de uno de los mejores métodos para el registro, almacenamiento y procesamiento de los datos fisiológicos de los pacientes en estudio.

La evolución de estos dispositivos es utilizado por el personal médico y técnico especializado; para ayudar al control y prevención de las patologías cardiovasculares, permite tener una intervención inmediata del especialista sin importar las diversas barreras que se puedan presentar entre este y el paciente.

Si bien es cierto, el ECG convencional es fundamental porque es un aparato electrónico alámbrico que capta y amplía la actividad eléctrica del corazón a través de electrodos, este equipo está compuesto por un circuito de protección, señal de calibración, preamplificador, circuito de aislamiento, amplificador manejados, circuitos manejados de pierna derecha, selector de derivaciones, sistema de memoria, microcontrolador y registrador, sin embargo el hecho de que tenga una serie de cableado puede llegar a dificultar el trabajo del técnico que realice el estudio.

En este sentido se comprende que los nuevos dispositivos inalámbricos para la realización de electrocardiogramas forman parte de un proceso innovador para el área de salud, porque estos monitores cardiacos son operables en diferentes tipos de móviles, los cuales constituyen un progreso en el monitoreo de las variables fisiopatológicas mientras el paciente se encuentra en actividad física o en reposo. En consecuencia el uso de dicha

tecnología dota al paciente de una gran independencia, ya que desaparecen los cables y se permite tanto la monitorización remota en tiempo real como la monitorización offline.

Finalmente estos dispositivos se han desarrollado para permitir que el paciente pueda realizar otras actividades durante el proceso de toma de muestras, por fuera del consultorio del especialista, el fin de estos sistemas es analizar y tomar las medidas necesarias según el comportamiento de la señal del corazón del paciente.

Por todo lo antes planteado, se recomienda al Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS) adquirir los nuevos dispositivos inalámbricos, porque estos facilitarían la atención, seguimiento y/o diagnóstico de los pacientes a distancia.

Asimismo implementen programas de educación continua orientados a las actualizaciones electrocardiográficas, ya que cada día hay algo nuevo en el mundo de la tecnología y así garantizar la calidad de vida de una persona que enfrenta una enfermedad cardiovascular o que tiene un riesgo de sufrir dicha patología.

Por último se recomienda a el personal médico y técnico especializado solicitar a los entes gubernamentales la adquisición de estos equipos, teniendo en cuenta que luego de obtenerlos deben hacer un buen uso, mantenimiento y cuidado de éstos porque son muy costosos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud (OMS). Ginebra. Enfermedades cardiovasculares. 2013
2. Simon C, Everitt H, Kendrick T. Oxford handbook of general practice. 2ª edición, Oxford: Oxford University Press. Asociación Británica de Pacientes Cardíacos. Fundación Británica del Corazón. Citado el 24 de Mayo de 2016. Disponible en: www.bhf.org.uk
3. Hampton, J.: Recording an ECG. In The ECG made easy (7th ed.). Edinburgh: Elsevier/Churchill Livingstone. 2008
4. Ballesteros D.M., Salgado J.J., Prat J.; García A. Sistema de registro de señales neumológicas: SIREN. Memorias del II Congreso Internacional de la Región Andina ANDESCON, Bogotá, Colombia, 2004.
5. Bravo I., Boquete L., Rodríguez J.M., Martín P., Martín J.L. Solución inalámbrica para la implementación de un sistema de telemedicina. Novática: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, 2005; 177, 31-33.
6. Web Proyecto KSOAP. 1º Edición. Citado el 18 de Marzo 2006. Disponible en: <http://kobjects.org/>
7. Vélez, A. ECG, Pautas de electrocardiograma. Marbán, 2ª edición. 2009
8. Fidiás G. Arias. El Proyecto de Investigación, introducción a la metodología científica, 6º Edición, editorial Episteme, Caracas - República Bolivariana de Venezuela, 2012. pag 27.
9. Rodríguez, L. Curso Básico de Electrocardiografía, Bases Teóricas y Aplicación Diagnóstica Padiál. Libros Princeps, 3ª edición. 2011
10. El electrocardiograma. Citado el 18 de Junio de 2016. Disponible en <http://galeon.com/medicinadeportiva/CURSOECG.htm>.

11. Harrison R, Braunwald A, Kasper E. Electrocardiografía. En: Fauci AS, Braunwald E, Kasper DL, et al., editores. Principios de Medicina Interna. 17.a ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores; 2006. p. 258.
12. Dispositivos inalámbricos. Citado el 20 de junio de 2016. Disponible en: <http://www.elmundo.com.ve/noticias/estilo-de-vida/salud>
13. Mohamed, E. Casas, O. Sistema portátil de electrocardiografía de tresderivaciones con comunicación wireless. Trabajo de final decarrera. Universidad Politécnica de Cataluña. 2006
14. Becerra, B.Dávila, R.Rodríguez, P. Martínez, M. Infante, O. Monitor de señales de electrocardiografía y frecuencia cardiaca mediante un teléfono móvil con el protocolo de comunicación Bluetooth. Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, México D.F., México.2011.
15. Schneider, J. Escalante, M. Díaz, M. Módulo de Procesamiento de Señales Electrocardiográficas para unSistema de Tele-monitoreo Vía Internet. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela. Citado el 25 de junio de 2016. Disponible en: <http://www.gbba.usb.ve> , mdiaz@gbba.usb.ve.
16. Harvey, E. Maya, A. Quintero, S. Revista Ingeniería Biomédica. Sistema de transmisión inalámbrica de señales ECG y de temperatura para ambientes hospitalarios (SINHO).Medellín, Colombia. volumen 4, número 7, enero-junio 2010, págs. 55-63.
17. Castillo, E. Revista Latina de Comunicación Social, ISSN-e 1138-5820, Nª. 12,1998
18. Padrón, J. Revista de Medicina. Las Nuevas tecnologías de la Información (NTIC) en la medicina: la telemedicina en Cuba.