



**FACULTAD INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ D.C.**

LICENCIA CREATIVE COMMONS: Atribución no comercial sin derivadas

AÑO DE ELABORACIÓN: 2017

TÍTULO: Sistema de monitoreo central multinodal para signos vitales

AUTORES: Díaz Gomez, John Manuel y Rojas Sierra, Cristian Julián

DIRECTORA: Serrato Panqueva, Beatriz Nathalia

MODALIDAD: Trabajo de Investigación Tecnológica

PÁGINAS: 117 **TABLAS:** 24 **CUADROS:** 0 **FIGURAS:** 70 **ANEXOS:** 0

CONTENIDO:

1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA
 2. OBJETIVOS
 3. JUSTIFICACIÓN
 4. ANTECEDENTES
 5. MARCO CONCEPTUAL
 6. MARCO TEÓRICO
 7. METODOLOGÍA
 8. IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN PARA DETECCIÓN DE SIGNOS VITALES
 9. TRATAMIENTO DE LAS SEÑALES VITALES
 10. INTERFAZ GRÁFICA
 11. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN HL7 v2.7
 12. IMPLEMENTACIÓN DE RED MULTINODAL
 13. DISEÑO DEL PROTOTIPO
 14. ANÁLISIS DE RESULTADOS
 15. CONCLUSIONES
 16. TRABAJOS FUTUROS
- BIBLIOGRAFÍA



DESCRIPCIÓN: Este trabajo de grado consiste en el desarrollo de un dispositivo electrónico para la obtención, medición y registro de cuatro signos vitales en humanos: Actividad eléctrica cardíaca (Electrocardiograma), medición de saturación de oxígeno en hemoglobina (Oximetría), Tensión Arterial Sistólica y diastólica (Presión arterial) y Temperatura.

Estos cuatro signos vitales son medidos diariamente en los centros médicos y salas de urgencias para facilitar el diagnóstico de los pacientes que asisten a los servicios médicos.

El Ministerio de Salud y Protección Social en el marco de la Ley Estatutaria de Salud (Ley 1751 de 2015, Art.15) dispone acerca del uso de tecnologías en salud entre las cuales se menciona la atención de la enfermedad, lo cual incluye los criterios para la clasificación de los pacientes (Triage), el cual es y será de obligatorio cumplimiento por parte de los prestadores de servicios de salud que tengan habilitado este servicio.

El objetivo del Triage es asegurar una valoración rápida y ordenada de todos los pacientes que llegan a los servicios de urgencias, identificando a aquellos que requieren de una atención inmediata. Igualmente, el dispositivo puede ser utilizado para monitorear de manera permanente a los pacientes mientras se encuentran hospitalizados. Las cifras recopiladas por el dispositivo son remitidas a su médico, para que pueda verificar la estabilidad del paciente.

Se utilizó integrado de instrumentación médica para la precisión en la toma de muestras de cada signo vital. Amplificaremos y filtraremos las señales eléctricas y mecánicas (medida de tensión arterial mediante dispositivo análogo digital) emitidas por el cuerpo humano. La comunicación entre el dispositivo y el cuerpo médico, será mediante una red intranet pública o privada la cual permitirá la comunicación entre los dispositivos de monitoreo y un servidor el cual recolectará los datos del paciente para su previa visualización por parte del personal médico en el protocolo HL7.

METODOLOGÍA: FASE 1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES FISIOLÓGICAS

En la fase de identificación de variables se realizó una profunda investigación sobre la instrumentación médica, con la cual se pudo realizar una tabla de ponderaciones para definir la instrumentación más idónea a escoger; así mismo,



se investigaron sólo componentes destinados a la medicina. Para desarrollar esta etapa de metodología se realizaron las siguientes tareas

Actividades de identificación e investigación. En las siguientes actividades se realizó la investigación de los signos vitales, y con la investigación se identifican los componentes para el desarrollo de equipos médicos.

- ▶ Investigación sobre signos vitales, sensores y técnicas de obtención de dichos signos.
- ▶ Identificaciones de componentes electrónicos destinados a al desarrollo de equipos médicos.
- ▶ Identificación de técnicas de filtrado correspondientes para cada uno de los signos vitales.

FASE 2 ASIGNACIÓN DE LOS ELEMENTOS NECESARIOS

En esta etapa los investigadores seleccionaron la instrumentación más conveniente para cada variable fisiológica, con las cuales se realizaron las pruebas mediante prototipados, para encontrar su mejor configuración; para esto una de las prioridades fue la originalidad de la señal y su correcto filtrado; en esta etapa se desarrollaron las siguientes tareas.

Actividades de diseño. En las siguientes actividades se definen los diseños para el desarrollo del prototipo, la red inalámbrica y la interfaz gráfica.

- ▶ Diseño del prototipo de la obtención de señales cardiacas.
- ▶ Diseño del prototipo para la medición de oximetría.
- ▶ Diseño del prototipo para la medición de la tensión arterial.
- ▶ Diseño del prototipo para la medición de la temperatura corporal.
- ▶ Diseño de la red inalámbrica para la comunicación multinodal.
- ▶ Diseño de los estándares HL7.

FASE 3 IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS PROPUESTOS

Esta fue la etapa de mayor duración, ya que se diseñó el circuito impreso de acuerdo con los resultados de la etapa anterior y por consiguiente se realizaron ajustes finales para su acople debido a las impedancias. Para llevar a cabo esta etapa de metodología se desarrollaron las siguientes tareas.



Actividades.

- ▶ Construcción del prototipo de la obtención de señales cardiacas.
- ▶ Construcción del prototipo para la medición de oximetría.
- ▶ Construcción del prototipo para la medición de la tensión arterial.
- ▶ Construcción del prototipo para la medición de la temperatura corporal.
- ▶ Construcción del prototipo para la medición de la frecuencia respiratoria.
- ▶ Implementar de la red inalámbrica y estándares HL7.
- ▶ Acoplar los sistemas de signos vitales en un solo dispositivo con su respectiva minterfaz hombre máquina.

FASE 4 VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN DE LA SOLUCIÓN

El trabajo finalizó en esta etapa, donde el desarrollo se sometió a un proceso de calibración mediante una señal senoidal, el patrón para verificar su distorsión y atenuación de la señal; de igual modo se realizó el planteamiento de los resultados obtenidos durante la investigación, para ello se llevó a cabo la documentación de cada fase; para culminar esta etapa se desarrollaron las siguientes tareas:

- ▶ Desarrollo y calibración del dispositivo en pruebas en seres humanos.
- ▶ Elaboración de toda la documentación final.

PALABRAS CLAVE: SIGNOS VITALES, TRIAGE, MONITOREO, HL7

CONCLUSIONES:

Con el desarrollo de la investigación se pudo determinar que, existen diversos tipos de sensores que se puede usar para la detección de los signos vitales, por lo cual para su elección se tuvieron que tener en cuenta diversas variables de medición para cada tipo de señal, y evaluarlas de esta manera determinar el tipo de instrumentos de detección de signos eran los más adecuados para el diseño del prototipo.

En cuanto a la red multinodal, ésta fue eficiente al tener una velocidad alta de transmisión, sin embargo, para ello se tuvo que utilizar un módulo de WiFi de muy alta velocidad de procesamiento.



Por otro lado, el uso del LabView para el diseño de la interfaz gráfica, tuvo muy buenos resultados y, una baja latencia en tiempo, razón por la cual se puede seguir utilizando en otros trabajos de este tipo.

En cuanto a la implementación del prototipo, se pudo determinar que, para el manejo de señales fisiológicas, se debe tener la seguridad, para evitar desfibrilaciones; así mismo, se determinó que, para comprobar en su totalidad, la veracidad de las señales emitidas por el prototipo, éste se debe calibrar, mediante un calibrador de equipos médicos para que sea una señal original y no tenga distorsiones.

En cuanto al cálculo de la saturación de oxígeno, se debió utilizar hilos en la programación para que fuera tomado el tiempo de la señal para calcular su período y así su saturación de oxígeno, ya que sin éstos sería imposible tener una exactitud de los datos óptima.

Se determinó que, desarrollar un tensiómetro desde 0 por su electrónica de presión y por no tener una medida patrón, fue casi imposible, razón por la cual se optó por comprar uno y adecuar la señal para el dispositivo propuesto mediante Bluetooth, pudiendo obtener los resultados esperados.

Finalmente, se puede concluir que el desarrollo de este tipo de equipos, puede llegar a convertirse en una alternativa eficiente para el control de pacientes que requieran el seguimiento de las señales de los signos vitales descritos en la investigación, lo que puede llegar a permitir una detección de anomalías tempranas, y así emprender acciones eficientes a tiempo.

FUENTES:

AMERICAN THORACIC SOCIETY IMPROVES GLOBAL HEALTH. Oximetría de pulso [en línea]. Bogotá: La Sociedad [citado 24 mayo, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.thoracic.org/patients/patient-resources/resources/spanish/pulse-oximetry.pdf>>

ARNOLD, J. Malcolm. Insuficiencia cardíaca [en línea]. Kenilworth: Manuales MSD [citado 30 abril, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.msmanuals.com/es/hogar/trastornos-del-coraz%C3%B3n-y-los-vasos-sangu%C3%ADneos/insuficiencia-card%C3%ADaca/insuficiencia-card%C3%ADaca>>



ASOCIACIÓN NORTEAMERICANA DEL CORAZÓN. La Hipertensión Arterial: Clasificación y subtipos [e línea]. Caracas: Medicina Preventiva [citado 20 abril, 2017]. Disponible en Internet: <URL: http://www.medicinareventiva.com.ve/articulos/clasificacion_hipertension_arterial.htm>

CASTAÑEDA ORJUELA, Carlos; CHAPARRO NARVÁEZ, Pablo y DE LA HOZ RESTREPO, Fernando. El Observatorio Nacional de Salud. Y la gestión del conocimiento en salud del país [en línea]. Bogotá: Ministerio de Salud [citado 12 mayo, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/SSA/Articulo%2010.pdf>>

CIFUENTES, Jenny; PRIETO, Flavio y MÉNDEZ, Luis Carlos. Simulation of a Neonatal Monitor for Medical Training Purposes. Medellín: Escuela de Ingeniería de Antioquia. 2011. 19 p.

COLLEGI OFICIAL D'INFERMERES I INFERMERS DE BARCELONA. Aparato respiratorio. Procedimientos relacionados [en línea]. Barcelona: La Universidad [citado 30 abril, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://assets.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448177851.pdf>>

COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Nuevos criterios para clasificación de triage en urgencias [en línea]. Bogotá: El Ministerio [citado 13 abril, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Nuevos-criterios-para-clasificaci%C3%B3n-de-triage-en-urgencias.aspx>>

COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Nuevos criterios para clasificación de triage en urgencias [en línea]. Bogotá: El Ministerio [citado 13 abril, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Nuevos-criterios-para-clasificaci%C3%B3n-de-triage-en-urgencias.aspx>>

CONSULTORIO EN CASA. Signos vitales [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 30 abril, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://consultorioencasa.blogspot.com.co/2010/09/los-signos-vitales.html>>

CÓRDOBA, Nidia. Oximetría de pulso y capnografía [en línea]. Bogotá: Slideshare [citado 30 abril, 2017.]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.slideshare.net/Nydia0511/oximetra-de-pulso-y-capnografa>>



DELGADO, C.; ALESANCO, A.; GÁLLEGO, J.R.; TRIGO, J.D. y GARCÍA, J. Adecuación del estándar HL7 v2.7 para su implementación en un dispositivo de adquisición de ECGs de bajo coste [en línea]. Madrid: sociedad Española de Ingeniería Biomédica [citado 20 mayo, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://seib.org.es/descarga/comunicaciones-caseib-2014/?wpdmdl=1379&ind=40>.>

ECURED. Cono miento con rodos y para todos [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 15 mayo, 2017]. Disponible en Internet: <URL: https://www.ecured.cu/Temperatura_corporal>

EDUCARCHILE. Conceptos sobre la valoración de signos vitales, procedimiento de signos vitales y glucotest [en línea]. Santiago: La Empresa [citado 15 mayo, 2017]. Disponible en Internet: <URL: http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/Image/portal/ODAS_TP/Materiales_para_odas_2012/3%20Cuidados%20adulto%20mayor/ODA%2016%20Actividades%20recreativas/LA%20VALORACION%20SIGNOS%20VITALES.pdf>

ELECTRÓNICA GENERAL. Bioelectrónica: Imagen médica [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 junio, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://electronicaengeneral.com/?tag=bioelectronica&paged=2>>

FUENTE SALUDABLE. Porque es importante para el organismo mantener una temperatura constante [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 1 mayo, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fuentesaludable.com/porque-es-importante-para-el-organismo-mantener-una-temperatura-constante/>>

GONZÁLEZ ANDRADE, Carlos. Oximetría de pulso [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 1 mayo, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.slideshare.net/carlosgonzalezandrade14/oximetria-de-pulso-47755925>>

GRANMA CONSULTAS MÉDICAS. Fiebre [en línea]. La Habana: La Empresa [citado 1 mayo, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.granma.cu/granmad/salud/consultas/f/c02.html>>

GRANMA CONSULTAS MÉDICAS. La regulación de la temperatura [en línea]. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid [citado 1 mayo, 2017]. Disponible en Internet: <URL: https://www.uam.es/personal_pdi/medicina/algvilla/fundamentos/nervioso/termorregulacion.htm>



GONZÁLEZ, Oscar. Comparativa y análisis completo de los módulos Wifi ESP8266 y ESP32 [en línea]. Bogotá: Bricogeek [citado 1 noviembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://blog.bricogeek.com/noticias/electronica/comparativa-y-analisis-completo-de-los-modulos-wifi-esp8266-y-esp32/>>

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA TÉRMICA. Introducción a la Termoelectricidad en línea]. Navarra: Universidad de Navarra [citado 10 mayo, 2017]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.unavarra.es/ets02/Introduccion%20a%20TE\(c\).htm](http://www.unavarra.es/ets02/Introduccion%20a%20TE(c).htm)>

GUTIÉRREZ, Alejandro; HENRÍQUEZ, Nelsón y RODRÍGUEZ, William. Sistema prototipo de telemonitoreo para pacientes, usando tecnologías inalámbricas semimóviles de comunicación. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería Electrónica. Modalidad trabajo de grado, 2005. 77 p.

HUAMÁN GUZMÁN, Kelvin Moisés Martín. Implementación de un simulador de señales electrocardiográficas para la evaluación funcional de monitores. Los Olivos: Universidad de Ciencias y Humanidades. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Modalidad trabajo de grado, 2017. 147 p.

INSTITUTE OF DIABETES AND DIGESTIVE AND KIDNEY DISEASES. La presión arterial alta y la insuficiencia renal [en línea]. Maryland: NIDDK [citado 20 abril, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/enfermedades-rinones/presion-arterial-insuficiencia-renal>>

INSTITUTO DE ASTRONOMÍA TEÓRICA Y EXPERIMENTAL. Sensores de Temperatura [en línea]. Buenos aires: Universidad de Córdoba [citado 10 mayo, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://users.df.uba.ar/acha/Termocu.pdf>>

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Aspectos relacionados con la frecuencia de uso de los servicios de salud, mortalidad y discapacidad en Colombia. Bogotá: Observatorio Nacional de Salud, 2013. p. 49

JALLOUL, Chassan. Cómo funciona un termopar [en línea]. Bogotá: Blog Wika [citado 10 mayo, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://blog.wika.es/productos/temperatura/cmo-funciona-termopar/>>



MAGNANI RAGANATO, Santiago. Evaluación de la frecuencia cardíaca y sus Variaciones [en línea]. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona [citado 30 abril, 2017]. Disponible en Internet: <URL: https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012/hdl_2072_195928/TR-MagnaniRaganato-1-.pdf>

MEDICAL SALES. Sensor en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 10 septiembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.a1medicalsales.com/product/DS-100A.html>>

MEDLINE PLUS. Hipotensión [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 abril, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007278.htm>>

MEJÍA SALAS, Héctor y MEJÍA SUÁREZ, Mayra. Oximetría de pulso. En: Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría. Marzo – abril, 2012. vol. 51, no. 2.

MERINO, José G. Lo que necesita saber sobre Los ataques cerebrales [en línea]. Maryland: National Institutes of Health [citado 20 abril, 2017]. Disponible en Internet: <URL: https://stroke.nih.gov/documents/KnowStroke_SpanishBrochure_08_V32.pdf>

NADER, Karim. ¿Qué es la telemedicina? [en línea]. Bogotá: El Hospital [citado 12 mayo, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.elhospital.com/temas/Que-es-la-telemedicina+8082249>>

NAVARRA, Jorge Luis. Monitoreo Automático de Signos Vitales. México: Universidad Tecnológica de Querétaro. Facultad de Ingeniería en Tecnologías de la Automatización. Modalidad trabajo de grado, 2011. 120 p.

OCHOA, Víctor. Diseño y desarrollo del sistema para controlar y monitorear a pacientes basado en los estándares HL7 e IEEE11073 aplicados a biodispositivos móviles, para su uso en clínicas y hospitales mexicanos de primer nivel. México: Instituto Politécnico Nacional. Facultad de Ingeniería y ciencias Sociales y Administrativas. Modalidad trabajo de maestría, 2014. 120 p.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Las 10 principales causas de defunción Internet: <URL:<https://en-gb.facebook.com/yorobotics/>>