

APORTES EN CIENCIAS INGENIERILES BIOMÉDICAS

CATALINA TOBÓN ZULURGA
Compiladora



APORTES EN CIENCIAS INGENIERILES BIOMÉDICAS



CATALINA TOBÓN ZULUAGA
Compiladora



Aportes en ciencia ingenieriles biomédicas / Compiladora Catalina Tobón
Zuluaga. -- Medellín: Fondo Editorial ITM, 2013.
60 p. : il. (Textos académicos)

Incluye referencias Bibliográficas
ISBN 978-958-8743-44-8

1. Ingeniería biomédica - Investigaciones 2. Procesamiento de imágenes
3. Bioinstrumentación 4. Biomecánica 5. Bioseñales I. Tobón Zuluaga,
Catalina, comp. II. Serie.

610.28 SCDD Ed.21

Catalogación en la publicación - Biblioteca ITM

Aportes en ciencias ingenieriles biomédicas

© CATALINA TOBÓN ZULUAGA -Compiladora
© Fondo Editorial ITM

Edición: diciembre 2013
ISBN: 978-958-8743-44-8
Hechos todos los depósitos legales

Rectora

LUZ MARIELA SORZA ZAPATA

Editora

SILVIA INÉS JIMÉNEZ GÓMEZ

Secretaria Técnica

VIVIANA DÍAZ

Correctora de estilo

LILA MARÍA CORTÉS FONNEGRA

Diagramación

Ediciones Diario Actual

Editado en Medellín, Colombia

Fondo Editorial ITM
Instituto Tecnológico Metropolitano
Calle 73 No. 76A 354
Tel.: (574) 440 5197
www.itm.edu.co

Las opiniones, originales y citas del texto son de la
responsabilidad del autor. El ITM salva cualquier obligación
derivada del libro que se publica. Por lo tanto, ella recaerá
única y exclusivamente sobre el autor.

■ Comité organizador

Catalina Tobón, PhD (Presidente)
Juliana M. Fernández, MSc (Vicepresidente)
Lina M. Ramírez, MSc (Secretaria)
Alfonso Restrepo, MBA
Juan G. Moreno, aspirante a MSc
Luisa F. Restrepo, estudiante

Comité científico ■

Catalina Tobón, PhD
Juliana M. Fernández, MSc
Lina M. Ramírez, MSc
Diana Orrego, MSc
William Orozco, MSc
Oscar A. Restrepo, PhD
Juan G. Moreno, aspirante a MSc
Leandro Ariza, aspirante MSc
Carlos J. Barrera, aspirante PhD
Beatriz E. Valdés, PhD

■ Grupo organizador

Grupo de Investigación e Innovación Biomédica

Entidades financiadoras ■

Instituto Tecnológico Metropolitano
Alcaldía de Medellín

Agradecimientos



A la facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas del INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO -ITM-, al Fondo Editorial ITM, a la Dirección de Comunicaciones y Publicaciones, Servicios Generales del ITM, al Departamento de Sistemas del ITM, a la Dirección de Cooperación y Relaciones Internacionales del ITM, a la Alcaldía de Medellín y a la rama estudiantil IEEE ITM.

Contenido



Parte I	8
Introducción	9
Ingeniería Biomédica	10
Conferencistas y Empresas invitadas	11
 Parte II	
Artículos	13
1. Evaluación de transformaciones de intensidad para aumento del contraste en imágenes de microscopía de fluorescencia	14
2. Diseño de un tubo endotraqueal para la prevención de infecciones nosocomiales	18
3. Diseño de implante a la medida para el tratamiento de la displasia de cadera	21
4. Reconocimiento de onda P300 en sistemas BCI basado en medidas de entropía: apEn, sampEn y fuzzyEn	24
5. Caracterización de gestos deportivos con sistemas digitales de captura de movimiento	28
6. Evaluación de herramientas para diseño de ARN interferente complementario al genoma del Vvirus de la Hepatitis C	32
7. Sistema ANFIS basado en señales EEG aplicado a una interfaz cerebro computador de propósito general	37
8. Diseño de un prototipo para la adquisición de ondas beta en EEG para un sistema BCI	41
9. Transmisión bluetooth de la señal de electrocardiografía a dispositivos móviles portátiles	46
10. Estudio de la gestión de tecnología biomédica implementando herramientas tecnológicas modernas	50
11. Diseño del acondicionamiento de los sensores y del software para un instrumento virtual multipatrón	56

PARTE I



Introducción



El Grupo de Investigación e Innovación Biomédica GI²B del INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO ITM, organizó el *I Simposio de Ciencias Ingenieriles Biomédicas - SCIB 2013*, en la ciudad de Medellín – Colombia, campus Robledo del ITM, los días 10 y 11 de octubre.

El simposio permitió divulgar el conocimiento y los avances en investigación en el área de las ciencias ingenieriles biomédicas, así mismo, promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, conformar alianzas entre instituciones, grupos de investigación y empresas, para contribuir al desarrollo académico, científico y tecnológico de la región y el país.

Durante el simposio se realizaron conferencias magistrales de científicos reconocidos a nivel nacional e internacional; encuentros de discusión; ronda empresarial, donde participaron empresas relacionadas con el sector biomédico del país; sesiones orales y de póster, en las que investigadores nacionales presentaron trabajos científicos en las áreas de:

- Ingeniería Clínica
- Bioinstrumentación
- Procesamiento de bioseñales
- Biomecánica y rehabilitación
- Modelación y simulación biomédica

Ingeniería Biomédica



La ingeniería biomédica aplica los principios y las técnicas de la ingeniería en todos sus niveles de desarrollo y desempeño a las ciencias médicas y biológicas. El diseño y la creación de productos y tecnologías de la salud abarcan en esta nueva área del conocimiento el aporte de las nuevas creaciones y aplicaciones que en su progresivo desarrollo se emplean para el beneficio de la salud. Hoy, la ingeniería biomédica tiene la capacidad de intervenir desde todos los frentes y tópicos científicos para buscar la solución a los problemas que aquejan a los seres humanos.

Cuando en el área de operación vemos los equipos biomédicos, dispositivos utilizados en el día a día del ejercicio médico y especializado, surge la pregunta: ¿quién controla ese mercado en aspectos tan importantes como su calidad, sus parámetros de bioseguridad, su diseño y aplicación? Sabemos que detrás de cada equipo, máquina de anestesia, monitor de signos vitales, máquina de aféresis, de diálisis, analizador sanguíneo, entre otros, siempre hay un grupo de profesionales investigando he innovando, entregando su vida por completo a la ciencia. De cada producto de investigación y del gran esfuerzo de nuestros profesionales, surgen las más novedosas y sencillas aplicaciones que garantizan el bienestar de los seres vivos.

Para estar al nivel de la divulgación científica en el área de la ciencia biomédica, nuestra institución, ITM, y su programa de Ingeniería Biomédica, con responsabilidad y conciencia, le apuesta al desarrollo de eventos en el tema, preparando espacios de congruencia académica y científica que estimulan el desarrollo de las nuevas propuestas de investigación y desarrollo que el día de mañana se capitalizaran en el bienestar de todos».

Alfonso Restrepo Jurado
Jefe de Programa de Ingeniería Biomédica del ITM

Conferencistas y empresas invitadas



Conferencistas

PhD, Francisco Javier Saiz Rodríguez (España)

Ingeniero industrial, Magíster y Doctor en Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Valencia, con un postdoctorado en la Universidad Johns Hopkins en EEUU. Es catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia y director del Grupo de Bioingeniería (GBioe) del Instituto Interuniversitario de Investigación en Bioingeniería y Tecnología Orientada en el Ser Humano (I3BH) de dicha universidad. Tiene una larga trayectoria en investigación, enfocada principalmente en modelos multi-escala del corazón.

Conferencia: «Virtual Heart. Modelización y simulación de arritmias cardiacas»

MD, PhD, John Bustamante Osorno (Colombia)

Médico y cirujano, Doctor en Cardiología, con un postdoctorado en Prótesis y Bioimplantes Cardiacos. Miembro fundador de la Asociación Colombiana de Bioingeniería, capítulo Antioquia. Docente de la Universidad Pontificia Bolivariana y Director del Grupo de Dinámica Cardiovascular de la Universidad Pontificia Bolivariana y del Centro Cardiovascular Colombiano, Clínica Santa María. Presidente del Comité de Bancos de Tejidos y Órganos de Antioquia.

Conferencia: «El sistema cardiocirculatorio en el entorno de la bioingeniería: aplicaciones de una disciplina técnica en la cardiología clínica y quirúrgica».

Ingeniero Ignacio Escobar Mejía (Colombia)

Ingeniero electricista, especializado en Electrofisiología de Membranas. Ha sido miembro de importantes sociedades internacionales, presidente honorario de la Asociación Colombiana de Bioingeniería y Electrónica Médica, capítulo Antioquia. Mercedor de numerosas distinciones. Proclamado «Pionero de la Ingeniería Biomédica en Colombia» en el Congreso de Bioingeniería e Ingeniería Biomédica en 2005; recibió ese mismo año Mención de Honor por la Comisión Segunda Constitucional Permanente del Senado de la República de Colombia.

Conferencia: «Ignacio Escobar, mi experiencia en el campo Biomédico en Colombia».

MSc, aspirante a PhD, Norman Harold Machado Ramírez (Colombia)

Físico médico del servicio de Radioterapia, del San Vicente Fundación Hospital Universitario. Con una amplia trayectoria de investigación en el área de física médica.

Conferencia: «Detectores de radiación estereotáticos y su importancia en la aplicación de técnicas modernas de tratamiento del cáncer con radiaciones ionizantes».

Ing. aspirante a MSc, John Alexander Muñoz Montenegro (Colombia)

Presidente de Actividades Profesionales, IEEE, sección Colombia

Conferencia: «La disciplina de la Ingeniería Biomédica».

Empresas invitadas

- Dometal – Mobiliario clínico y hospitalario
- GEMEDCO S.A. – General Médica de Colombia S.A.
- Bioservicios S.A.S – Tecnología para la vida
- Laboratorio de Metrología Biomédica ITM
- Laboratorio de Análisis de Movimiento – IPS Fundación Universitaria María Cano
- Equipos y Controles Industriales S.A - ECI
- Ingenieros Biomédicos de Colombia
- El Comité de Rehabilitación
- Neurotrauma Center

Voltaje de la PT100 (divisor de tensión):

$$V_{out} = V_{in} \left(\frac{R_1}{R_2} - 1 \right) \quad (\text{ec.3}) \quad G = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \left(\frac{R_1}{R_2} - 1 \right) \quad (\text{ec.4})$$

Ecuación del amplificador no inversor:

$$I_{RTD} = \frac{V_{cc}}{R_{RTD} + R_{ajuste}} \quad (\text{ec.1}) \quad V_{RTD} = I_{RTD} R_{RTD} \quad (\text{ec.2})$$

Cálculos para el amplificador restador:

$$V_{out} = V_{amp} - V_{ref} \left(\frac{R_2}{R_1} \right) \quad (\text{ec.5}) \quad R_2 = R_1, G=1 \quad V_{Ref} = 1.2V$$

Resultados

En la Figura 1 A se presenta el sistema IVM en su parte externa. En la Figura 1 B se muestran los accesorios necesarios para el trabajo con el (IVM) Instrumento Virtual Multipatrón; en él se observan los sensores que se necesitan, los cables de comunicación, la DAQ interna PTAD(2013) y la fuente de alimentación con adaptador (Arias, 2012).

Figura 1: A) Sistema Instrumento Virtual Multipatrón y B) Accesorios

A



B

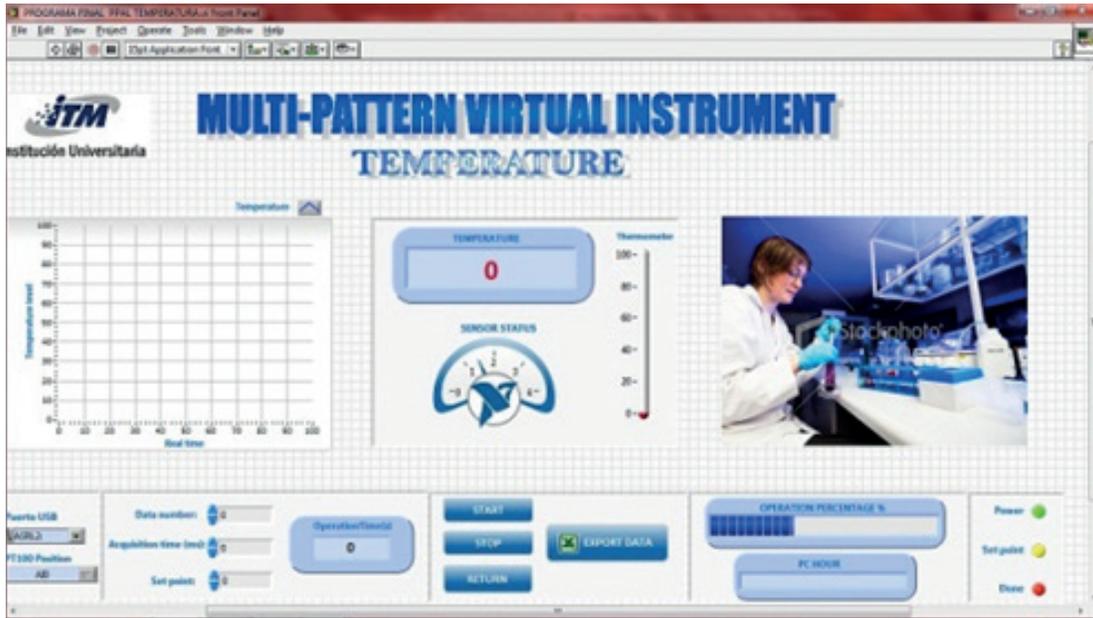


Fuente: Elaboración del autor

Software desarrollado para el instrumento virtual multi-patrón

En las Figuras 2 y 3 se muestran las interfaces de software para el Instrumento Virtual Multipatrón NI(2013).

Figura 2: Diseño de la interfaz de software para la medición de la temperatura



Fuente: Elaboración del autor

Figura 3: Diseño de la interfaz de software para la medición de la NIBP



Fuente: Elaboración del autor

Conclusiones

Se presentó una metodología estructurada para el desarrollo de un prototipo para metrología biomédica, desde su concepción y aportes, pasando por el desarrollo circuital y matemático hasta llegar a la etapa de diseño de software.

La importancia de la Metrología Biomédica está contemplada en normas nacionales. El desarrollo de prototipos de fácil adquisición por la comunidad médica llevará más desarrollo a todas las comunidades del territorio colombiano y hace que las posibilidades de mejora de las condiciones de vida de los colombianos suban.

Las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPS) deben cumplir requisitos básicos, y en su mayoría, deben acudir a laboratorios de calibración en equipos médicos que cumplan con procedimientos y métodos de calibración confiables, el desarrollo de nuevos prototipos que tengan incorporadas varias variables, en este caso múltiples patrones (multipatrón) conlleva a realizar los procesos de calibración y trazabilidad de una forma semiautomática y ayudar a los metrologos en sus tareas manuales.

La realización de este proyecto permite el análisis de los datos obtenidos con el Instrumento Virtual Multi-patrón. Por medio de los resultados obtenidos se construirá una plantilla en Excel que tome los datos de temperatura o presión y los compare con el equipo que se desee calibrar. El software debe constar de plantillas de Trazabilidad, Datos del equipo, Certificado Equipo, Rangos de medición, Resultados Mediciones y Certificado calibración.

Referencias

Culma, E., Rojas, P., Muñoz, J. y González, L. (2011). Estado de la metrología biomédica en Colombia. *CONCAPAN XXXI. IEEE*, sección El Salvador.

Departamento Nacional de Planeación (2011). *Estrategias para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología*. Bogotá: DNP.

Arias, A. Ramírez, A. Galvis, J., Ceron, M., y Ramírez, A. (2012). *Instrumento virtual multipatrón*. Medellín: Fondo Editorial ITM.

Recursos electrónicos e Internet

<http://www.ni.com/visa/>

<http://www.omega.com/Pressure/pdf/PX138.pdf>

<https://sites.google.com/site/ptaddaq/>

<http://www.micropik.com/PDF/pt100.pdf>

<http://www.ti.com/product/lm358>

Catalina Tobón Zuluaga

Compiladora

Nació en Medellín –Colombia-, es Ingeniera Biomédica del programa en convenio de la Escuela de Ingeniería de Antioquia y la Universidad CES. Ha realizado diplomaturas en Biotecnología Aplicada en la Universidad EAFIT y en Docencia Universitaria en la Universidad Pontificia Bolivariana; es Magíster en Ingeniería Biomédica del programa en convenio de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y la Universidad de Valencia, España, Doctora en Ingeniería Electrónica con énfasis en Bioelectrónica por la UPV y tienen un Postdoctorado realizado en el *Center for Arrhythmia Research* de la Universidad de Michigan, Estados Unidos. Para su formación obtuvo una «Beca para la formación de personal investigador de carácter predoctoral» y una «Beca para la contratación de personal investigador en formación» de la Generalitat Valenciana, España. Su tesis Doctoral recibió el reconocimiento *Cum Laude*. Su línea principal de investigación es el modelado y simulación de la actividad eléctrica cardíaca para el estudio de diferentes arritmias y su tratamiento farmacológico y quirúrgico. Ha participado de ocho proyectos de investigación y es autora de un libro, diversas publicaciones científicas además de haber participado en numerosos eventos científicos de carácter nacional e internacional. Actualmente trabaja como docente ocasional del INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO -ITM-, en el programa de Ingeniería Biomédica; es además líder del Grupo de Investigación e Innovación Biomédica del ITM e investigadora a distancia del Grupo de Bioelectrónica (Gbio-E) de la UPV.

En las últimas décadas, el ser humano se ha desenvuelto en un entorno de gran desarrollo tecnológico y científico que le ha permitido el mejoramiento en su calidad de vida. En el campo de la medicina, el desarrollo e implementación de las ciencias biomédicas y su integración con la ingeniería, ha permitido resolver problemas relacionados con los complejos procesos clínicos, facilitando y mejorando la atención de la salud.

En este contexto, «Aportes en ciencias ingenieriles biomédicas» es un libro que recopila avances e investigaciones actuales en el área de las ciencias ingenieriles biomédicas a nivel nacional, en temas relacionados con la ingeniería clínica, biomecánica y rehabilitación, bioinstrumentación, modelación y simulación biomédica y procesamiento de bioseñales. Surge como respuesta a la necesidad de actualizar y divulgar el conocimiento y los avances en investigación en estas áreas, con el propósito de promover y difundir los resultados de investigación, contribuyendo al desarrollo académico, científico y tecnológico de la región y del país.

In recent decades, humans have lived in an environment of great technological and scientific development that has allowed an improvement in their quality of life. In the field of medicine, the development and implementation of biomedical sciences and their integration with engineering, has contributed to solve problems related to the complex clinical processes, facilitating and improving health care.

In this context, “Contributions in biomedical engineering sciences” is a book that collects advances and current research in the area of biomedical engineering sciences at the national level on issues related to clinical engineering, biomechanics and rehabilitation, bioinstrumentation, biomedical modeling and simulation, and biomedical signal processing. This work is a response to the need to update and disseminate knowledge and advances in research in these areas, in order to promote and communicate the results of research, which has contributed to the academic, scientific and technological development of the region and country.



ISBN: 978-958-8743-44-8



9 789588 743448