

Revista **INGENIERÍA
BIOMÉDICA**

ISSN 1909-9762, Volumen 2, Número 4, julio-diciembre 2008
Escuela de Ingeniería de Antioquia-Universidad CES
Medellín, Colombia



Revista Ingeniería Biomédica
Publicación semestral de carácter técnico-científico
Edición 4, julio-diciembre 2008
ISSN: 1909-9762

Comité Editorial

Carolina Londoño Peláez, M.S., PhD(c)
Editora jefe
Universidad CES
Escuela de Ingeniería de Antioquia

Édison Valencia Díaz, M.S., PhD
Co-editor
Escuela de Ingeniería de Antioquia
Universidad CES

Juan Carlos Ramírez Giraldo, M.S., PhD(c)
Editor ejecutivo
Mayo Clinic

Ana Milena Herrera Torres, M.D., PhD
Universidad CES

Yesid Montoya Góez, M.S.
Escuela de Ingeniería de Antioquia
Universidad CES

Róbinson Torres Villa, M.S., PhD
Escuela de Ingeniería de Antioquia
Universidad CES

Director del programa de Ingeniería Biomédica

Jesús María Soto Castaño, M.D.
Escuela de Ingeniería de Antioquia – Universidad CES

Comité de Apoyo

David Correa Roldán, M.S.
Escuela de Ingeniería de Antioquia

Felipe García Quiroz, PhD(c)
Duke University

Andrés Felipe Salazar Gómez, Ing.
Massachusetts Institute of Technology
Massachusetts General Hospital

Adriana Villa Moreno, Ing.
Escuela de Ingeniería de Antioquia
Universidad CES

Natalia María Zapata Linares, Ing.
Escuela de Ingeniería de Antioquia
Universidad CES

Comité Editorial Estudiantil

Carolina Arboleda Clavijo
Eliana García Cossio
Vanessa Rueda León

Julián Esteban Arcos Argoty
Alejandro Posada Gutiérrez

Andrés Felipe Galeano Yépez
Laura Restrepo Pérez

Comité Científico

Diana Bonilla Aguilar, PhD
Universidad Autónoma de Barcelona

Antonio Miguel Cruz, PhD
Universidad del Rosario

Daniel Gallego Pérez, PhD(c)
The Ohio State University

Sylvana García Rodríguez, PhD
University of Wisconsin-Madison

Natalia Higuera Castro, PhD(c)
The Ohio State University

Juan Camilo Gómez Posada, PhD(c)
Universidad del País Vasco

Camilo Lamus García-Herreros, PhD(c)
Massachusetts Institute of Technology

Santiago Reyes Ramírez, PhD(c)
Mayo Clinic

Alejandro Roldán Alzate, PhD
University of Wisconsin-Madison

Oscar Sierra Fitzgerald, PhD
Universidad del Valle

Catalina Tobón Zuluaga, PhD(c)
Universidad Politécnica de Valencia

Programa de Ingeniería Biomédica
Escuela de Ingeniería de Antioquia - Universidad CES
(574) 305 35 00 ext. 243
revistabme@eia.edu.co; revistabme@ces.edu.co
<http://revistabme.eia.edu.co>

Diagramación e impresión
L. Vieco e hijas Ltda.
PBX. (574) 255 96 10

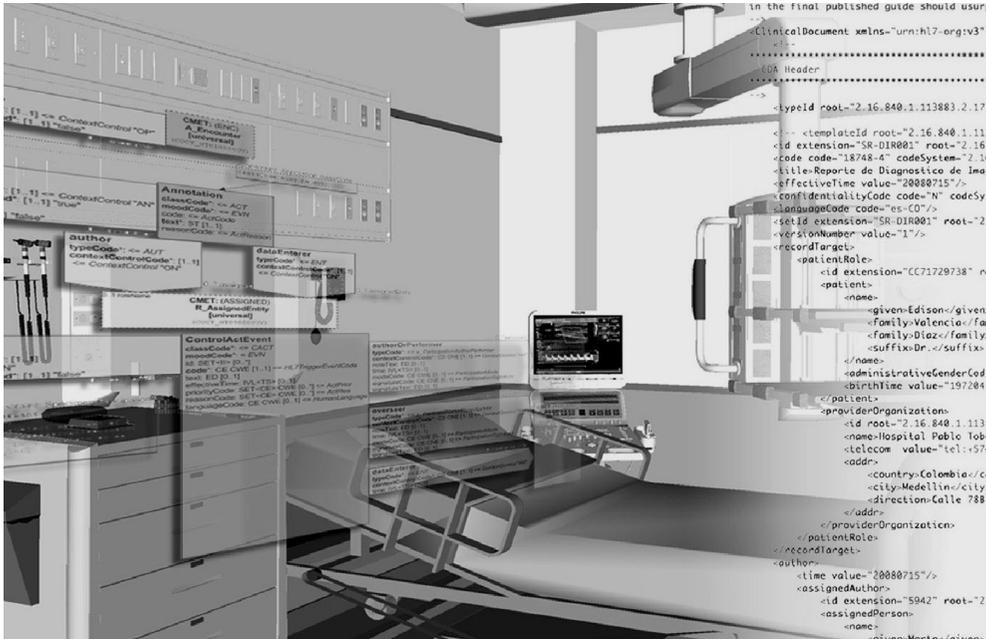
Contenido

Notas sobre la carátula	6
About the cover	7
Editorial	9
1. Experiencias y vivencias en la ingeniería clínica <i>Óscar Dario Saldarriaga</i>	10
2. Trends in clinical engineering practices <i>Yadin David</i>	15
3. Desarrollo de la línea de ingeniería clínica en el Programa de Ingeniería Biomédica de la EIA-CES: pasado, presente y futuro <i>Carlos Ruiz Ibáñez, Juan David Henao Toro, Sara Aristizábal Taborda, Diana Villegas Yepes, Jesús María Soto Castaño</i>	21
4. Interfaz cerebro computadora (ICC) basada en el potencial relacionado a eventos P300: análisis del efecto de la dimensión de la matriz de estimulación sobre su desempeño <i>Eliana García Cossio, Gerardo Gabriel Gentiletti</i>	26
5. Evaluación técnica y clínica de tecnología biomédica en procesos de adquisición: un enfoque en evaluación de tecnologías en salud <i>Mónica Carvajal Tejada, Carlos Germán Ruiz Ibañez</i>	34
6. Efecto del remodelado eléctrico auricular en un modelo tridimensional de aurícula humana <i>Catalina Tobón Zuluaga, Carlos Ruiz Villa, Javier Sáiz Rodríguez, Elvio Heidenreich</i>	46
7. Tomografía computarizada por rayos X: fundamentos y actualidad <i>Juan Carlos Ramírez Giraldo, Carolina Arboleda Clavijo, Cynthia H. McCollough</i>	54
8. Estudio computacional de las microgrietas, la apoptosis y el envejecimiento en el remodelamiento óseo <i>Andrea Vera Velandia, Andrés Tovar Pérez</i>	73
9. Healthcare facility management in the United States <i>Matthew F. Baretich</i>	84
Instrucciones para los autores	93
Instructions for authors	95

Content

About the cover	7
Editorial	9
1. Experiences in the practice of clinical engineering <i>Óscar Dario Saldarriaga</i>	10
2. Trends in clinical engineering practices <i>Yadin David</i>	15
3. Clinical engineering experiences: biomedical engineering program at EIA-CES <i>Carlos Ruiz Ibáñez, Juan David Henao Toro, Sara Aristizábal Taborda, Diana Villegas Yepes, Jesús María Soto Castaño</i>	21
4. Brain-computer interface based on the P300 event-related potential: analysis of the effect of the stimulation matrix size on the BCI's performance <i>Eliana García Cossio, Gerardo Gabriel Gentiletti</i>	26
5. Technical and clinical evaluation of biomedical technology in the process of acquisition: a focus in healthcare technology assessment <i>Mónica Carvajal Tejada, Carlos Germán Ruiz Ibáñez</i>	34
6. Effect of atrial electrical remodeling in a three-dimensional model of human atrium <i>Catalina Tobón Zuluaga, Carlos Ruiz Villa, Javier Sáiz Rodríguez, Elvio Heidenreich</i>	46
7. X-ray computed tomography: fundamentals and current status <i>Juan Carlos Ramírez Giraldo, Carolina Arboleda Clavijo, Cynthia H. McCollough</i>	54
8. Computational study of microcracks, apoptosis and aging effects on bone remodelling <i>Andrea Vera Velandia, Andrés Tovar Pérez</i>	73
9. Healthcare facility management in the United States <i>Matthew F. Baretich</i>	84
Instructions for authors	95

Carátula



Carátula: Recreación virtual de un entorno hospitalario moderno y los sistemas informáticos asociados.

Diseño: Vanessa Rueda León.

Finalizando la presentación de las líneas de investigación del programa de Ingeniería Biomédica EIA-CES, como se hizo en ediciones anteriores de la Revista, la imagen central de la carátula hace alusión a la línea de énfasis de este ejemplar, de ingeniería clínica.

En la carátula se aprecia una habitación hospitalaria que dispone de equipos tecnológicos para el monitoreo de signos vitales y la exploración del cuerpo humano, dispositivos que cada día toman más importancia en la labor clínica. Sobre esta imagen se proyecta el diagrama de clases que expone el modelo HL7 (*Health Level Seven* propuesto por *American National Standards Institute-ANSI*), estándar para el intercambio electrónico de datos

clínicos, financieros, administrativos y de información en el entorno clínico. La transcripción de este modelo de datos se genera mediante documentos XML, con los cuales se estructuran el lenguaje y los mensajes.

La composición de la imagen de la portada resalta el beneficio que ofrecen los estándares de información orientados a la salud para la gestión de los datos y la tecnología en la labor clínica, y la importancia de la conexión informática de las diferentes divisiones presentes en los establecimientos prestadores de servicios de salud y entre ellos, situación que se refleja en el avance que tiene la ingeniería clínica.

Editorial

La Revista Ingeniería Biomédica se complace en presentar su cuarto número. Éste representa un paso firme para alcanzar el objetivo de la indexación, ya que nos acerca al requisito de los dos años de existencia que tiene establecido el Índice Bibliográfico Nacional colombiano de publicaciones científicas, Publindex.

Durante los dos años de existencia de la Revista, se han tenido avances como la inclusión en el índice latinoamericano IMBIOMED, el fortalecimiento del comité editorial y científico; y una creciente presencia de investigadores de distintas regiones de Colombia y el mundo, como autores o pares evaluadores. No obstante, el avance más significativo es la constante mejora en la calidad de los artículos publicados, fruto de un riguroso y organizado proceso editorial, el compromiso de los autores y la labor cuidadosa de los árbitros académicos.

Esta vez el tema central de la Revista lo constituye la ingeniería clínica. Esto se refleja en la carátula, que resalta la importancia de los estándares médicos, y tres de los artículos publicados. El primero, preparado por el Dr. Yadin David, analiza las tendencias de la ingeniería clínica en EE.UU y el mundo. Los ingenieros Carvajal y Ruiz presentan una propuesta para la evaluación de tecnologías en salud; y, finalmente, el Dr. Matthew Baretich discute la necesidad de la ingeniería de mantenimiento en el entorno hospitalario y su asociación con la labor del ingeniero clínico. El tema es complementado con un artículo que recopila las experiencias en Ingeniería Clínica en el programa de Ingeniería Biomédica de la EIA-CES y un ensayo realizado por el ingeniero Óscar Saldarriaga, quien es el director del Departamento de Ingeniería del Hospital Pablo Tobón Uribe de Medellín, uno de los más importantes hospitales en Colombia.

La cuarta edición de la Revista se completa con tres artículos de investigación y uno de revisión. Cossio y Gentiletti comparan diferentes matrices de estimulación utilizadas para interfaces cerebro-computadora. Tobón y colaboradores presentan un novedoso modelo para estudiar la electrofisiología en el corazón, que sugiere un acercamiento más realista cuando se le compara con otros modelos existentes, al incluir el remodelamiento auricular en sus simulaciones. Vera y Tovar realizan un estudio computacional de la remodelación ósea, que considera al proceso como un problema de optimización. Finalmente, Ramírez y colaboradores revisan los fundamentos de la tomografía computarizada y discuten diversos temas investigativos de actualidad.

Para los números venideros, el Comité Editorial invita a los grupos de Investigación del campo de la Ingeniería Biomédica y Bioingeniería en Colombia para que envíen artículos producto de su trabajo investigativo. Igualmente, abrimos una convocatoria para la sección de grupo de investigación invitado, sección donde podrán compartir con nuestros lectores acerca de la historia de su programa y sus logros académicos e investigativos. Mayor información se encontrará en nuestra página web <http://revistabme.eia.edu.co>.

El próximo objetivo de la Revista Ingeniería Biomédica es obtener la indexación. Confiamos en que el esfuerzo del grupo humano de la Revista, las instituciones que nos avalan, y el apoyo que nos han brindado los autores y pares evaluadores externos, se verán recompensados alcanzando esta meta.

CAROLINA LONDOÑO PELÁEZ
Editora
Revista Ingeniería Biomédica