

# REVISTA UIS INGENIERÍAS

Volumen 14, Número 2 – Julio-Diciembre de 2015 – ISSN 1657-4583

Universidad Industrial de Santander  
Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas  
Bucaramanga, Colombia

## EDITOR

Rodolfo Villamizar-Mejía, Ph.D  
Universidad Industrial de Santander  
Bucaramanga, Colombia

## COMITÉ EDITORIAL

Ricardo Cruz-Hernández, Ph.D  
Escuela de Ingeniería Civil  
Universidad Industrial de Santander  
Bucaramanga, Colombia

Olga Patricia Chacón-Arias, Msc  
Escuela de EIEE  
Universidad Industrial de Santander  
Bucaramanga, Colombia

David Fuentes-Díaz, Ph.D  
Escuela de Ingeniería Mecánica  
Universidad Industrial de Santander  
Bucaramanga, Colombia

Patricia Torres-Lozada, Ph.D  
Universidad del Valle  
Cali, Colombia

Peter Thompson, Ph.D  
Universidad del Valle  
Cali, Colombia

Mario A. Gandini, Ph.D  
Universidad Autónoma del Occidente  
Cali, Colombia

Emilio Menéndez-Pérez, Ph.D  
Universidad Politécnica de Madrid  
Barcelona, España

Galo Valdebenito, Ph.D  
Universidad Austral de Chile  
Valdivia, Chile

Magda Ruiz, Ph.D  
Universidad Politécnica de Catalunya  
Barcelona, España

David Alberto Ojeda, Ph.D  
Universidad de Carabobo  
Naguanagua, Venezuela

Luis Eduardo Mujica, Ph.D  
Universidad Politécnica de Catalunya  
Barcelona, España

José E. Castillo, Ph.D  
San Diego State University  
San Diego, United States

## COMITÉ CIENTÍFICO

Mauricio Sánchez-Silva  
Universidad de los Andes  
Bogotá, Colombia

Ross Naldic  
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadores  
Universidad de Texas A&M  
Texas, US

Ninsu Luo-Ren  
Departamento de Electrónica, Informática y Automática  
Universidad de Girona  
Girona, España

Max Suell-Dutra  
Programa de Ingeniería Mecánica  
Universidad Federal de Río de Janeiro  
Río de Janeiro, Brasil

Oswaldo Vélez-Langs  
Área de Computación e Informática  
Universidad de Tarapaca  
Arica, Chile

Alberto García-Díaz  
Departamento de Ingeniería Industrial y de Información  
Universidad de Tennessee  
Knoxville, TN, US



Este trabajo se encuentra bajo la licencia  
Creative Commons Attribution 4.0.

## ENTIDAD EDITORA

Universidad Industrial de Santander  
Bucaramanga, Colombia

## DIAGRAMACIÓN E IMPRESIÓN

Programa de Apoyo a Revistas UIS  
Vicerrectoría de Investigación y Extensión UIS  
División de Publicaciones UIS

## FOTOGRAFÍA DE PORTADA

Camilo Andrés Polanco Muñoz

## PERIODICIDAD

Semestral

## FORMA DE ADQUISICIÓN

Compra. Librería UIS. Ciudad Universitaria, Bucaramanga

La revista UIS Ingenierías tiene una política de acceso abierto y gratuito, bajo la plataforma Open Journal System – OJS. Para acceder de forma gratuita al contenido completo de la revista UIS Ingenierías el usuario debe ingresar a: [http://revistas.uis.edu.co/index.php/revista\\_uisingenierias/](http://revistas.uis.edu.co/index.php/revista_uisingenierias/)

El objetivo de la revista es presentar periódicamente resultados de investigación de actualidad y calidad, que desarrollen temas específicos en los campos del saber de la ingeniería y el diseño industrial, con el fin de convertirse en un medio de comunicación y difusión promotor de nuevo conocimiento.

## PÚBLICO AL QUE SE DIRIGE

La revista UIS Ingenierías es una publicación semestral dirigida a investigadores y profesionales en las áreas de diseño industrial, e ingenierías.

## INDEXADA

La revista UIS Ingenierías se encuentra indexada en:

\*Índice Nacional de Publicaciones Seriadas, Científicas y Tecnológicas Colombianas-Pubindex /COLCIENCIAS. Categoría B.

\*Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal – Latindex.

\*EBSCOhost. Fuente Académica Premier

## CORRESPONDENCIA

Universidad Industrial de Santander  
Edificio de Laboratorios Pesados.  
Decanato de Ingenierías Fisicomecánicas  
Teléfono: 6344000 ext. 1475 A.A. 678  
e-mail: revista.ingenierias@uis.edu.co  
<http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/>

Los artículos representan la opinión de los autores participantes y no constituyen necesariamente la opinión oficial de la revista UIS Ingenierías. Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de esta publicación para fines educativos, siempre y cuando la obra no se modifique y se transmita en su totalidad, reconociendo su autoría.