

# REVISTA CUBANA DE INGENIERÍA

Vol. VIII, No. 1, 2017  
**enero-abril**

## DIRECTOR

**Dr. Willian Daniel Cobelo Cristiá**

Facultad de Ingeniería Civil

Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría,  
Cujae, Cuba

e-mail: revistaingenieria@tesla.cujae.edu.cu

## MIEMBROS DEL COMITÉ EDITORIAL

**Dr. Angel Regueiro Gómez**

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría,  
Cujae, Cuba

e-mail: regueiro@electrica.cujae.edu.cu

**Dr. Jorge Laureano Moya Rodríguez**

Facultad de Ingeniería Mecánica

Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Villa Clara, Cuba

e-mail: jorgemr@uclv.edu.cu

**Ing. Odriel Estrada Molina**

Departamento de Geoinformática Universidad de las Ciencias  
Informáticas, La Habana, Cuba

e-mail: oestrada@uci.cu

**Dr. José Antonio Vilan Vilan**

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad  
de Vigo, Vigo, España.

e-mail: jvilan@uvigo.es

**Ing. Raúl Gutiérrez Perucho**

Escuela de Ingeniería, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores  
de Monterrey, Aguascalientes, México

e-mail: raul.gutierrez@itesm.mx

## REVISORES INVITADOS

**Dra. Gema María García Travé**

Laboratorio de Ingeniería de la Construcción ETS.

Universidad de Granada, España

**Dr. Pedro Andrés Orta Amaro**

Universidad Central de Las Villas Martha Abreu, Cuba

**Dr. Antonio Sarmiento Sera**

Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría,  
Cujae, Cuba

**Dr. Carlos Humberto Acevedo Peñaloza**

Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia

**Dr. Damián Febles Elejalde**

Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría,  
Cujae, Cuba

**Dra. Alfredo Simón Cuevas**

Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría,  
Cujae, Cuba

**Dr. Diana Martín Rodríguez**

Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría,  
Cujae, Cuba



**Dr. Taymí Ceruto Cordovez**

Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría,  
Cujae, Cuba

**Dr. Virgilio Cruz Guzmán**

Universidad Académica de Ciencias y Tecnologías de la  
Información UAGro, México

**Dr. Rafael Socorro Trujillo**

Consultor en Cuba Compañía Melbourne Oil

**Dr. Jorge Rodríguez Matienzo**

Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría,  
Cujae, Cuba

**Dr. Jorge Wellesley Bourke Funcasta**

Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría,  
Cujae, Cuba

## EDITORIA

**Lic. Mayra Arada Otero**

e-mail: mayar@tesla.cujae.edu.cu

## DISEÑO DE CUBIERTA

**Alex Álvarez Martínez**

## REALIZACIÓN DE CUBIERTA

**DI. Erick Ortega Villazón**

e-mail: evillazon@tesla.cujae.edu.cu

## DISEÑO INTERIOR

**Yaneri Guerra Turró**

## COMPOSICIÓN COMPUTARIZADA Y REALIZACIÓN

**Maritza Rodríguez Rodríguez**

e-mail: marit@tesla.cujae.edu.cu

Nuestra Revista puede ser visitada a través del sitio web:  
<http://rci.cujae.edu.cu>

La correspondencia puede dirigirse a: Revista Cubana de Ingeniería  
Calle 114, No. 11901, e/ Ciclovía y Rotonda, Apartado 6028, Cujae, Marianao,  
La Habana, Cuba.

e-mail: revistaingenieria@tesla.cujae.edu.cu



# PROPÓSITOS Y ALCANCE

## VISIÓN

La *Revista Cubana de Ingeniería* se propone contribuir a la comunicación entre los profesionales de la ingeniería y se concibe como un foro en el que se presentan artículos científico-técnicos en las variadas áreas de la ingeniería, con un destaque de resultados novedosos y aportes de relevancia para la profesión. De esta manera, la revista se propone contribuir a la actualización de profesionales, investigadores, profesores y estudiantes de ingeniería, a la discusión científica nacional e internacional y, por consiguiente, al desarrollo tecnológico y científico de Cuba en el área de la ingeniería.

## PÚBLICO

La *Revista Cubana de Ingeniería* se dirige especialmente a la comunidad académica y científica, nacional e internacional, centrada en el tema de la ingeniería. Ingenieros, investigadores, profesores o gerentes que trabajen en alguna de las ramas de la ingeniería o en cualquier ciencia o tecnología afín constituyen el universo de lectores y contribuyentes de la revista.

## TEMÁTICA Y ALCANCE DE LA REVISTA

Una lista, que no pretende ser completa, de los temas de interés para la revista incluye contenidos en la solución de problemas, aplicaciones y desarrollo de la ingeniería civil, eléctrica, electrónica, hidráulica, industrial, informática, química, mecánica, mecatrónica y metalúrgica, además de contenidos asociados con la ingeniería de materiales, bioingeniería, transporte, geofísica, reingeniería y mantenimiento. También se consideran apropiados, artículos orientados a la formación de las nuevas generaciones de ingenieros, incluidos los programas de estudio, las tecnologías educativas, la informática aplicada, la gerencia universitaria y las relaciones universidad- industria.

Puesto que la práctica de la ingeniería obliga cada vez más a la interacción de sus diversas disciplinas, esta revista le asigna la primera prioridad de publicación a los artículos donde se preste atención a la integración multidisciplinaria, a los desarrollos interdisciplinarios y a las aplicaciones prácticas.

A fin de asegurar una alta calidad del contenido, todos los trabajos publicados serán arbitrados.

# REVISTA CUBANA DE INGENIERÍA

## SUMARIO/*CONTENTS*

Vol. VIII, No. 1, 2017  
Tres números al año



### ■ EDITORIAL 4

#### BIOMÉDICA

### 5 Emisiones otoacústicas transientes: Revisión de métodos de detección / *TRANSIENT EVOKED OTOACOUSTIC EMISSIONS: REVIEW OF METHODS OF DETECTION*

Yulenia Torné Cabrera  
Eduardo Martínez Montes

#### INGENIERÍA CIVIL

### 14 Mezclas asfálticas de bajo impacto ambiental para la rehabilitación de las carreteras en Cuba / *HOT MIX ASPHALT OF LOW ENVIRONMENTAL IMPACT FOR THE REHABILITATION OF ROADS IN CUBA*

Reyniel Moll Martínez  
Anadelys Alonso Aenlle  
Mirna González Lobera

#### INGENIERÍA ENERGÉTICA

### 24 Sistemas de información geográfica y microrredes / *GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM AND MICROGRIDS*

W. Manuel Saltos Arauz  
María Rodríguez Gámez  
Antonio Vázquez Pérez  
Miguel Castro Fernández  
V. Hernán Nieto Castro

### 30 Diseño de un prototipo de turbina eólica clase híbrido para bajas corrientes de aire / *DESIGN OF A HYBRID CLASS WIND TURBINE PROTOTYPE FOR LOW AIR CURRENTS*

Guillermo Alfredo Martheyn Lizarazo  
Cristian Ricardo Rubio Ramírez

#### INGENIERÍA GEOFÍSICA

### 38 Métodos geofísicos integrados en la exploración petrolera de los cinturones de cabalgamiento / *INTEGRATED GEOPHYSICAL METHODS IN THE OIL EXPLORATION OF THE OVERTHRUST BELTS*

Guillermo Miró Pagés  
José Gemén Luis Prol-Betancourt  
María Caridad Rifá Hernández  
Youilen María Echagarruga Palomo

#### INGENIERÍA MECÁNICA

### 46 Diseño y simulado del sistema de propulsión de un triciclo eléctrico / *DESIGN AND SIMULATION OF AN ELECTRIC TRICYCLES PROPULSION SYSTEM*

Yamir Sánchez Torres González

#### INTELIGENCIA ARTIFICIAL

### 53 Sesenta años de inteligencia artificial: una visión personal / *SIXTY YEARS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A PERSONAL VIEW*

Alejandro Rosete Suárez

#### OPTIMIZACIÓN

### 60 Mutaciones basadas en heurísticas constructivas en la planificación de rutas de camiones y remolques / *MUTATIONS BASED ON CONSTRUCTIVE HEURISTICS FOR THE TRUCK AND TRAILER ROUTING PROBLEM*

Leyda del Carmen Machado Lores  
Isis Torres Pérez  
Alejandro Rosete Suárez