

# REVISTA CUBANA DE INGENIERÍA

Vol. VI, No. 3, 2015  
septiembre – diciembre

## DIRECTOR Y EDITOR TÉCNICO

**Dr. Gonzalo González Rey**

Vicerrectoría de Investigación y Posgrado  
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae

e-mail: [revistaingenieria@tesla.cujae.edu.cu](mailto:revistaingenieria@tesla.cujae.edu.cu)

## MIEMBROS DEL COMITÉ EDITORIAL

**Dr. Ángel Regueiro Gómez**

Facultad de Ingeniería Eléctrica  
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría La Habana, Cuba  
e-mail: [regueiro@electronica.cujae.edu.cu](mailto:regueiro@electronica.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](mailto:jorgemr@uclv.edu.cu)

**Dr. Tomás Cañas Louzau**

Centro de Referencia de Enseñanza Avanzada Instituto Superior  
Politécnico José Antonio Echeverría La Habana, Cuba  
e-mail: [tcanas@crea.cujae.edu.cu](mailto:tcanas@crea.cujae.edu.cu)

**Ing. Odiel Estrada Molina** Departamento de Geoinformática Universidad  
de las Ciencias Informáticas La Habana, Cuba  
e-mail: [oestrada@uci.cu](mailto:oestrada@uci.cu)

**Dr. José Antonio Vilan Vilan**

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales Universidad de Vigo.  
Vigo, España.  
e-mail: [jvilan@uvigo.es](mailto: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](mailto:raul.gutierrez@itesm.mx)

## REVISORES INVITADOS

**Dr. Alejandro Arellano González**

Instituto Tecnológico de Sonora, México

**Dr. Jaime Busto Méndez**

Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile

**Dra. Vania García Fenton**

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.  
La Habana, Cuba

**Dr. Arturo Cesar Arias Orizondo**

Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba

**MSc. Adriana Virginia Acosta Corzo**

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.  
La Habana, Cuba



## EDITOR EJECUTIVO

**Yusnier Ferrer Granado**

Jefe de Departamento de Comunicación  
e-mail: [yusnier@tesla.cujae.edu.cu](mailto:yusnier@tesla.cujae.edu.cu)

## EDITORA

**Lic. Mayra Arada Otero**

e-mail: [mayar@tesla.cujae.edu.cu](mailto:mayar@tesla.cujae.edu.cu)

## DISEÑO DE CUBIERTA

**Alex Álvarez Martínez**

## REALIZACIÓN DE CUBIERTA

**DI. Kenia Lourido Marín**

e-mail: [kenia@tesla.cujae.edu.cu](mailto:kenia@tesla.cujae.edu.cu)

## DISEÑO INTERIOR

**Yaneri Guerra Turró**

e-mail: [yane@tesla.cujae.edu.cu](mailto:yane@tesla.cujae.edu.cu)

## COMPOSICIÓN COMPUTARIZADA Y REALIZACIÓN

**Yaneri Guerra Turró**

e-mail: [yane@tesla.cujae.edu.cu](mailto:yane@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](mailto: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

### ■ EDITORIAL

### ■ BIOINGENIERÍA

**ESTACIÓN DE INCUBACIÓN PARA EL ESTUDIO DEL CRECIMIENTO BACTERIANO EN MUESTRAS BIOLÓGICAS / INCUBATION STATION FOR THE BACTERIAL GROWTH STUDY IN BIOLOGICAL SAMPLES** **5**

CARLOS RAFAEL DUHARTE RODRÍGUEZ  
IBRAHIM CEBALLO ACOSTA  
CARMEN B. BUSOCH MORLÁN  
ÁNGEL REQUEIRO GÓMEZ

### ■ ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

**SIMULADOR PARA LA ENSEÑANZA INTERACTIVA DEL RIESGO DE CAMBIO CLIMÁTICO / INTERACTIVE SIMULATOR FOR TEACHING OF CLIMATE CHANGE RISK** **13**

Antonio Torres Valle  
Erich Martínez Martín

### ■ INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO DE LA DISPOSICIÓN DE ANTENAS PARABÓLICAS SOBRE TORRES AUTOSOPORTADAS / DISH ANTENNAS DISPOSITION STUDY ON SELF-SUPPORTING TOWERS** **23**

Patricia Martín Rodríguez  
Vivian B. Elena Parnás  
Ángel Emilio Castañeda Hevia

### ■ INGENIERÍA INDUSTRIAL

**UNA APROXIMACIÓN HACIA LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE MADUREZ DE LA ARQUITECTURA EMPRESARIAL / APPROACH TO EVALUATION OF MATURITY LEVEL IN ENTERPRISE ARCHITECTURE** **33**

Annette Malleuve Martínez  
Daniel Alfonso Robaina  
Mavis Lis Stuart Cárdenas

Vol. VI, No. 3, 2015  
Tres números al año



### ■ INGENIERÍA INFORMÁTICA

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE MODELOS Y ESTÁNDARES PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO DE SOFTWARE / COMPARATIVE ANALYSIS OF MODELS AND QUALITY STANDARDS OF THE SOFTWARE PRODUCT** **43**

Alena González Reyes  
Margarita André Ampuero  
Anaísa Hernández González

### INGENIERÍA MECÁNICA

**PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD EN PROCESOS DE MANUFACTURA / PROCEDURE FOR THE ANALYSIS OF REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY IN MANUFACTURING PROCESS** **53**

Gonzalo González Rey  
Christopher Edgar Falcón Anaya

### INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO

**PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS A TRAVÉS DEL AJUSTE DE PLANTILLA / PLANNING MAINTENANCE OF MEDICAL EQUIPMENT THROUGH THE WORKFORCE ADJUSTMENT** **61**

Michael Herrera Galán

### INGENIERÍA DEL TRANSPORTE

**DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS CRÍTICOS EN VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE CARGAS MEDIANTE EL EMPLEO DE MATRICES DE RIESGO / USE OF RISK MATRICES TO OBTAIN THE CRITICAL ELEMENTS IN CUBAN VEHICLES FLEETS** **69**

Adrián Carrillo Galves  
Laksmi Penabad Sanz