

La Revista DYNA es el Órgano Oficial de Ciencia y Tecnología de la Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España (FAIE).

Fundada en 1926, DYNA es una de las revistas de ingeniería más influyentes y prestigiosas del mundo, como lo reconoce Thomson-Reuters en la edición anual de su informe JCR. Es el medio más indicado para la comunicación de los Ingenieros Industriales Superiores y de cuantos vean en ella el medio de expresión de sus ideas y experiencia.

DYNA es una revista bimestral que edita 6 números al año: enero, marzo, mayo, julio, septiembre, noviembre.

En el número de noviembre de cada año se publican los índices acumulativos por materias y autores de los artículos publicados en el año.

<http://www.revistadyna.com>

dyna@revistadyna.com

CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN

Presidente de Honor: Luis Manuel Tomás Balibrea (FAIE - Madrid)
Presidente: Néstor Goicoechea Gandiaga (Asociación de Bizkaia - Bilbao)
Vicepresidente: José Esteban Fernández Rico (Asociación de Asturias - Oviedo)
Secretario-no consejero: Carlos López de Letona Ozaita (Asociación de Bizkaia - Bilbao)

Vocales:

José Antonio Arvide Cambra (Asociación de Andalucía Oriental - Granada),
Manuel Villalante LLauradó (Asociación de Catalunya - Barcelona), **Germán Ayora López** (Asociación de Andalucía Occidental - Sevilla), **Miguel Ángel Martínez Lucio** (Asociación de Madrid - Madrid), **Manuel Lara Coira** (Asociación de Galicia - Santiago), **Martín Vega Uribarri** (Asociación de Cantabria - Santander).

OTROS SOCIOS

Ramón Larrinoa Barreda (Colegio de Alava), **Gabriel Egaña Uranga** (Colegio de Gipuzkoa), **Carlos Izkie Montejo** (Colegio de Navarra), **Francisco J. Marrodán Esparza** (Asociación de La Rioja), **Jesús María Mirat Celdrán** (Asociación de Extremadura), **Ginés Moratalla Valero** (Asociación de Albacete), **Begoña Martín Pérez** (Asociación de Canarias Occidental), **Gregorio Martínez Royano** (Asociación de Canarias Oriental), **Alfredo Arias Berenguer** (Asociación de Baleares), **Manuel María Uruña Cuadrado** (Asociación León).

CONSEJO DE REDACCIÓN

Presidente: Luciano Azpiazu Canivell (Nomantica, Palencia)
Vicepresidente: Leopoldo Espolita Carreño (Asociación de Asturias - Oviedo)
Secretario: Carlos López de Letona (Asociación de Bizkaia - Bilbao)

Vocales:

Alberto Del Rosso (Universidad Tecnológica Nacional - Buenos Aires, Argentina), **Alfonso Parra Gómez** (Asociación de Bizkaia - Bilbao), **Andrés Ortuño Carbonell** (Asociación de Murcia - Murcia), **Antonio Adsuar Benavides** (Conselleria de Industria Comercio e Innovación - Valencia) - **Eduardo Valle Peña** (Asociación de Cantabria - Santander), **Blas Hermoso Alameda** (Universidad Pública de Navarra - Pamplona), **Franck Girot** (Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers - Paris, Francia), **Fernando Guijarro Merelles** (Universidad de Extremadura - Cáceres), **Fernando López Rodríguez** (Agencia Extremeña de la Energía - Cáceres), **Angel Mena Nieto** (Universidad de Huelva - Palos de la Frontera), **Ferrán Puerta Sales** (Universidad Politécnica de Cataluña - Barcelona), **Ignacio Fernández de Aguirre Guantes** (Instituto de Fundición Tabira - Durango), **José Manuel Palomar Carnicero** (EPS Jaén - Jaén), **José María Bueno Lidón** (Green Power Tech - Sevilla), **José Rafael Castrejón Pita** (University of Cambridge - Cambridge, UK), **Juan M. Gers** (Gers USA LLC - Weston, Florida, USA), **Manuel Lara Coira** (Escuela Politécnica Superior de Ferrol - Ferrol), **Néstor Goicoechea Larracochea** (Universidad de País Vasco - Bilbao), **Nicolás Gaminde Alix** (Asociación Bizkaia - Bilbao), **Juan L. Serarols Font** (Universidad de Girona - Girona), **Pedro J. Otaduy** (ETICG - Oak Ridge, Tennessee, USA), **Pere Alavedra Ribot** (Universidad Internacional de Catalunya - Barcelona), **Raimundo Martínez Giménez** (Euroconseil - Sevilla).

CONSEJO ASESOR

Allan Joseph Wailoo (Universidad de Sheffield - Sheffield, UK), **Roberto Uribeetxeberria** (Universidad de Mondragón - Mondragón), **Eva Martínez Caro** (Universidad Politécnica de Cartagena - Cartagena), **Javier Santos García** (Universidad de Navarra - San Sebastián), **Jorge Arturo Del Ángel Ramos** (Universidad Veracruzana - Veracruz, México), **Ricardo Rodríguez Jorge** (Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez - Juárez, México), **Erik Ocaranza Sánchez** (Instituto Politécnico Nacional - Tlascala, México), **Joshué Manuel Pérez Rastelli** (INRIA - Paris, Francia) - **Lina Montuori** (Universidad de Nueva York - Buffalo, USA), **Jacques Mercadier** (UISBA - Pau, Francia), **Noelia Fernández Díaz** (NaCOM Energy - Agotnes, Noruega), **Luis Alfonso Fernandez Serantes** (Universidad FH JOANNEUM - Graz, Austria), **Jose L Fernández Solís** (Texas A&M University - College Station, Texas, USA), **Nadia Rego Monteil** (Queen's University - Ottawa, Canada).

© 2015. Publicaciones DYNA S.L.

Publicaciones DYNA SL, a los efectos previstos en el artículo 32.1 párrafo segundo del vigente TRLPI, se opone expresamente a que cualquiera de las páginas de esta obra o partes de ella sean utilizadas para la realización de resúmenes de prensa. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (<http://www.conlicencia.com>; +34 917 021970 / +34 932 720447).

Las opiniones y datos reflejados en los contenidos son de exclusiva responsabilidad de los autores.

ENTIDAD EDITORA: Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España

ADMINISTRACIÓN, DIRECCIÓN, DISTRIBUCIÓN, EDICIÓN, PEDIDOS, PUBLICIDAD Y SUSCRIPCIONES:

Publicaciones DYNA S.L. ,
www.dynapubli.com
 Alameda de Mazarredo, 69 - 48009 BILBAO.
 Tel. +34 944 237566 - Fax +34 944 234461
 email: dyna@revistadyna.com
 Instrucciones detalladas para los autores en la web: www.revistadyna.com

IMPRESOR: MCCGRAPHICS

C/ Larrondo Behoko Etorbidea, edif. 4 Nave 1 - 48180 LOIU (Vizcaya)
 - Tel.: +34 944 535 205. e-mail: elkar@mccgraphics.com
 Formato: 21 x 29,7 cm (A4)
 D.L. BI-6-1958
ISSN 0012-7361
ISSN electrónico 1989-1490
SICI: 0012-7361(20151101)90:6<>1.0.TX;2-Z
CODEN: DYNAAU
DOI: 10.6036/DYNAII

Tirada de este número: 3.886 (papel) y 38.907 (digital)
Ejemplares vendidos: 3.697 (papel) y 38.902 (digital)

UNIVERSIDADES COLABORADORAS

Universidad del País Vasco, Universidad de la Coruña, Universidad de Vigo, Universidad Carlos III, Universidad de Oviedo, Universidad de Navarra (Tecnun), Universidad Politécnica de Cartagena, Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad de Mondragón, Universidad de Gerona, Universidad de Cantabria, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad Miguel Hernandez, Universidad Rovira i Virgili, Universidad de Huelva, Universidad Sancti Spiritus.

ORGANIZACIONES COLABORADORAS

CEIT-IK4, Euskalit, Tecnalia, ITEC, ITE, CTM, AIMEN, Gaiker-IK4, IAT, CIATEC

ORGANIZACIONES AMIGAS DE DYNA

Bodegas Muriel, Amic y Structuralia

DIRECCIÓN

José María Hernández Álava

Miembro de:

- Council of Science Editors
- Asociación Española de Comunicación Científica

contenido

Noviembre - Diciembre 2015

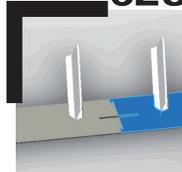
621



FABRICACIÓN DIGITAL DIRECTA PARA DEPORTES Y APLICACIONES MÉDICAS: TRES CASOS PRÁCTICOS

DIRECT DIGITAL MANUFACTURING FOR SPORTS AND MEDICAL SCIENCES: THREE PRACTICAL CASES

628



AIRVORTEX: EJEMPLO DE DISEÑO MULTIDISCIPLINAR

AIRVORTEX: EXAMPLE OF MULTIDISCIPLINARY DESIGN

636



USO DE TECNOLOGÍA LIDAR EN LA DETECCIÓN DE TEJADOS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES EN ÁREAS URBANAS

USE OF LIDAR TECHNOLOGY FOR DETECTING ENERGY EFFICIENT ROOFS IN URBAN AREAS

643



INTEGRACIÓN DE LA INGENIERÍA INVERSA Y LA DINÁMICA MANDIBULAR DENTAL

INTEGRATION OF REVERSE ENGINEERING AND DENTAL MANDIBULAR DYNAMICS

647



BIOMODELADO VIRTUAL DE UNA ESTRUCTURA BIOLÓGICA: LA CÓRNEA HUMANA

VIRTUAL BIOMODELLING OF A BIOLOGICAL STRUCTURE: THE HUMAN CORNEA

652



AN IMPROVED MODEL-FREE ADAPTIVE CONTROL ALGORITHM FOR VSC-HVDC POWER TRANSMISSION SYSTEMS

UN MEJORADO CONTROL ADAPTATIVO SIN MODELO, APLICADO A SISTEMAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA EN C.C. (VSC-HVDC)

661



DISTRIBUTED MODEL PREDICTIVE CONTROL FOR CONSTRAINED PIECEWISE AFFINE SYSTEM WITH CONTROL COUPLING AND ITS APPLICATION IN QUADRUPLE-TANK

CONTROL PREDICTIVO DE MODELO DISTRIBUIDO PARA SISTEMAS RESTRINGIDOS DE ZONAS AFINES CON ACOPLAMIENTO DE CONTROL

566

DYNA hace 80 años

568

AULA DYNA: TERMOGRAFÍA ACTIVA. Parte 2. Desarrollo y aplicaciones en ingeniería e industria

573

Actualidad

577

REINDUSTRIALIZACIÓN
Entrevista con Antonio Somé Carrillo

580

Un breve recorrido histórico por la representación gráfica

582

Predicción de la demanda de la energía eléctrica a largo plazo: un reto en ingeniería computacional

585

Control de tensión de una red aislada mediante un sistema de energía híbrido

587

Evaluación del temblor humano a través de dispositivos de bajo coste

588

Vinculación de servicios: cómo mejorar el funcionamiento de cadenas de valor producto/servicio

590

Determinación de esfuerzos residuales en uniones soldadas de placa de acero inoxidable

597

Diagnóstico y nuevos retos del diseño industrial. El caso del área industria de la Corporación Mondragón

602

Modelado tridimensional y análisis estático de un castillete metálico articulado español para la extracción del mineral

608

Design and construction of an electric chisel for underwater applications

613

Diseño armonizado de motones, pastecas y cuadernales para el manejo de líneas de acero o sintéticas de elevado módulo (hmpe) en buques

672

Indices del Volumen