

Técnica Industrial

288

ENTREVISTA

Eugenio Coronado, químico
“El sistema funcional desperdicia
la capacidad investigadora”

EÓLICA MARINA

La energía *offshore* no despegó en España

REGULADORES CON LÓGICA FUZZY

ASCENSORES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

VIVIENDAS SOLARES PARA LAS PRÓXIMAS GENERACIONES

FAROS: SÍMBOLOS DE LUZ EN VÍAS DE EXTINCIÓN

**Limitación Demanda Energética:
Exportación LIDER
Certificación Energética:
Exportación CALENER**



dmELECT
Software de Instalaciones para
Ingeniería, Arquitectura y Construcción

¿Por qué elegir DMELECT?

- Posibilidad de diseñar y calcular todas las instalaciones en un mismo proyecto.
- Destacados por su gran sencillez de manejo e introducción de datos y por ser el cálculo más potente del mercado (cálculo matricial, algoritmos de optimización, etc), que le permitirá abordar proyectos de gran envergadura y sin limitaciones. El programa obtendrá automáticamente las secciones y diámetros de la instalación, sin necesidad de ser definidos por el usuario.
- Avalados por miles de técnicos del sector.
- La calidad nos diferencia del resto. Contraste el mercado y se convencerá.
- El mejor Servicio post-venta. Ayuda instantánea ante cualquier duda que pudiera surgirle. Evite retrasos innecesarios o no encontrar solución técnica a sus proyectos.
- Lectura de imágenes en DWG, DXF, BMP, TIFF y JPEG.
- Proyecto completo: Memoria Descriptiva, Anexo de Cálculos, Pliego de Condiciones, Medición y Planos.
- Memoria Técnica de Diseño, Certificados de la Instalación y Manual del Usuario (en Electricidad).
- Obtención automática de las Fichas Justificativas de la Opción Simplificada para la Limitación de Demanda Energética. Evite tener que manejar programas engorrosos y de poca utilidad.
- Los proyectos calculados con nuestro software le concederán la nota más alta en todos los organismos oficiales. La experiencia de casi 20 años así lo confirma.
- Si aún le quedan dudas, visite nuestra página web donde encontrará mayor información.

Edificación

CIEBT: Instalaciones Eléctricas BT.

VIVI: Instalaciones Eléctricas en Edificios de Viviendas.

IPCI: Protección contra Incendios por agua.

FONTA: Fontanería. Agua fría y agua caliente sanitaria.

SANEA: Instalaciones de Saneamiento.

GASCOMB: Instalaciones Receptoras de Gases Combustibles.

AIRECOMP: Aire Comprimido y Gases Industriales.

CATE: Cargas Térmicas de Invierno y Verano.

Limitación Demanda Energética (DB HE1).

CONDUCTOS: Conductos de Aire para Ventilación y Climatización.

RSF: Radiadores, Suelo Radiante y Fancoils.

SOLTE: Energía Solar Térmica.

Urbanización

ALP: Redes de Alumbrado Público.

REDBT: Redes Eléctricas de Distribución BT.

CMBT: Cálculo Mecánico de Líneas Aéreas BT.

REDAT: Redes Eléctricas de Distribución AT.

CMAT: Cálculo Mecánico de Líneas Aéreas AT.

CT: Centros de Transformación de Interior e Intemperie.

ABAST: Redes de Abastecimiento de Agua y Riego.

ALCAN: Redes de Alcantarillado.



Norma Reglamentaria AT
RD 223/2008
RLAT

RITE

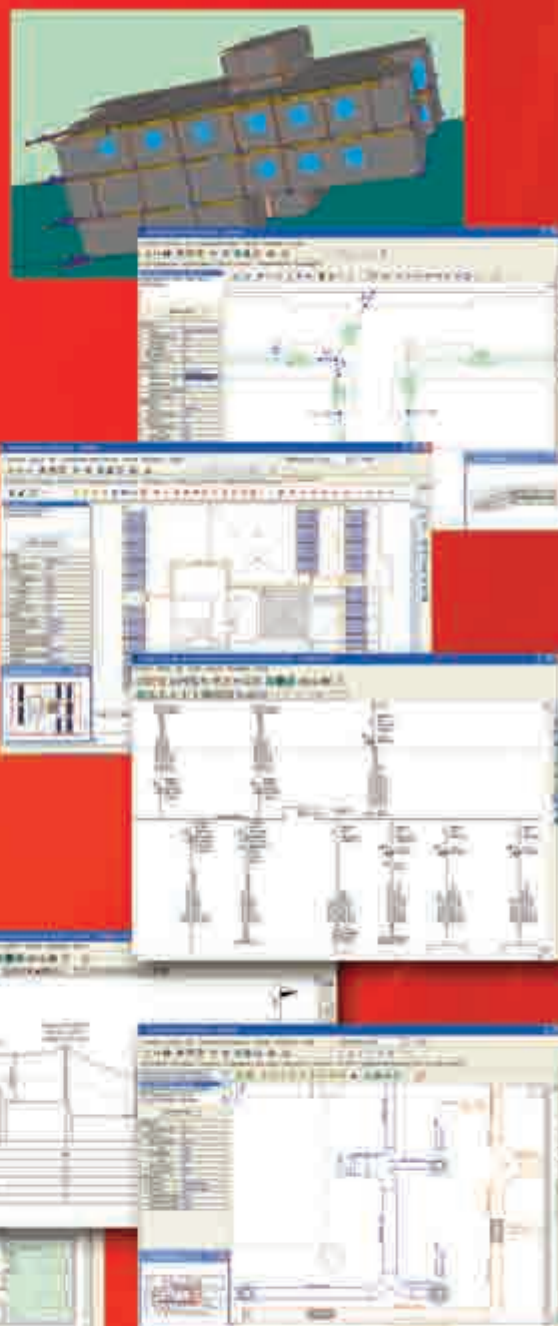
Reglamento (modificado)
de Saneamiento (RD 914/2000)

RBT

RCG



Norma Técnica de Diseño y
Cálculo de la Instalación
MTD y CI



SENCILLEZ EN EL MANEJO. POTENCIA EN EL CALCULO

Técnica Industrial

La revista de la Ingeniería Técnica Industrial

Número 288 / Agosto 2010

www.tecnicaindustrial.es

ACTUALIDAD

Noticias y novedades

06 Viviendas solares autosuficientes para las próximas generaciones

Jóvenes universitarios de todo el mundo presentan en el primer Solar Decathlon celebrado fuera de EE UU prototipos de casas reales abastecidas exclusivamente con energía del sol.

M. Mar Rosell

08 La industria automovilística busca el encaje del vehículo eléctrico

Las oportunidades y las amenazas de esta tecnología para la industria aún no están claras.

Begoña Merino

08 Europa cumplirá el objetivo de generar el 20% de la energía a partir de fuentes renovables en 2020

Patricia Luna

12 Ciencia

14 I + D

18 Empresas

20 Medio ambiente

30 **Ferias y congresos**

Reportaje

24 Mar adentro

Mientras algunos países de la UE avanzan para hacer de la eólica marina una de sus principales fuentes de electricidad, España todavía no cuenta con un solo megavatio marino. Para poner fin a este retraso, el sector ha decidido meterse mar adentro para investigar en infraestructuras flotantes.

Manuel C. Rubio



Entrevista

28 José Luis Villate Martínez

El vicepresidente de la sección de Energías Marinas de la Agencia Internacional de la Energía recomienda aprovechar la buena posición española en energías renovables para desarrollar la eólica marina.

Ana P. Fraile

ARTÍCULOS

32 ORIGINAL Equipo de elevación de piedra natural con dispositivo de control de equilibrio

Lifting equipment for natural stone with balance control mechanism

Óscar Blanco Álvarez



36 REVISIÓN Implementación de reguladores con lógica fuzzy

Implementation of regulators using fuzzy logic

Javier Alfonso Cendón, José Luis Calvo Rolle, Héctor Alaiz Moretón y Héctor Quintián Pardo

44 REVISIÓN Producción de energía eléctrica a partir de los mares

Production of electricity from the sea

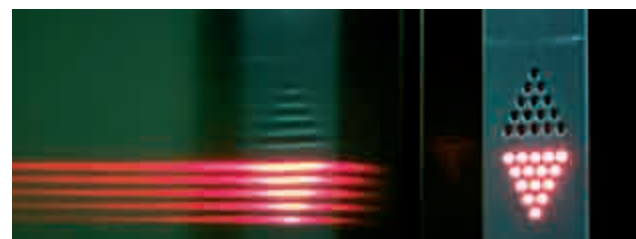
Rafael Eugenio Romero García



52 REVISIÓN Ascensores de última generación energéticamente eficientes

State of the art, energy efficient elevators

Carlos Jiménez Moreno



Técnica Industrial fue fundada en 1952 como órgano oficial de la Asociación Nacional de Peritos Industriales. Actualmente es editada por la Fundación Técnica Industrial, vinculada al Consejo General de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales (Cogiti), y su Patronato está formado por los siguientes cargos y patronos:

Comisión Ejecutiva

Presidente: Vicente Martínez García

Vicepresidente: Pedro San Martín Ramos

Secretario: Avelino García García

Vicesecretario: Desiderio E. González Reglero

Vocales: Antonio Otaegui Aramburu,
Miguel Ferrero Fernández, José Antonio Marrero Nieto,
Santiago Crivillé Andreu

Interventor: Domingo Valero Mani

Tesorero: Pedro Rosés Delgado

Gerencia y Coordinación: Juan Santana Alemán

Patronos

Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales (UAIITIE). Consejo General de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales.

Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales representados por sus decanos:

A Coruña: Edmundo Varela Lema

Álava: Alberto Martínez Martínez

Albacete: Francisco Avellaneda Carril

Alicante: Antonio Martínez-Canales Murcia

Almería: Juan Luis Viedma Muñoz

Aragón: Juan Ignacio Larraz Pló

Ávila: Fernando Espi Zarza

Badajoz: Manuel León Cuenca

Illes Balears: Juan Ribas Cantero

Barcelona: Joan Ribó Casaus

Bizkaia: Mario Ruiz de Aguirre Bereciartua

Burgos: Jesús de Garay Mañueco

Cáceres: José Manuel Cebriá Álvarez

Cádiz: Domingo Villero Carro

Cantabria: Aquilino de la Guerra Rubio

Ciudad Real: José Carlos Pardo García

Córdoba: Francisco López Castillo

Cuenca: Pedro Langreo Cuenca

Gipuzkoa: Antonio Otaegui Aramburu

Girona: Narcís Bartina Boxa

Granada: Isidro Román López

Guadalajara: Juan José Cruz García

Huelva: José Antonio Melo Mezcuza

Jaén: Miguel Ángel Puebla Hernanz

La Rioja: Juan Manuel Navas Gordo

Las Palmas: José Antonio Marrero Nieto

León: Miguel Ferrero Fernández

Lleida: Joan Monyarch Callizo

Lugo: Jorge Rivera Gómez

Madrid: Juan de Dios Alférez Cantos

Málaga: Antonio Serrano Fernández

Manresa: Alberto Gómez Pardo

Región de Murcia: José Antonio Galdón Ruiz

Navarra: Gaspar Domench Arrese

Ourense: Santiago Gómez-Randulfe Álvarez

Palencia: Jesús Pastor Cuesta

Principado de Asturias: Enrique Pérez Rodríguez

Salamanca: Eduardo González Sánchez

S. C. Tenerife: Antonio M. Rodríguez Hernández

Segovia: Rodrigo Gómez Parra

Sevilla: Francisco José Reyna Martín

Soria: Levy Garíjo Tarancón

Tarragona: Santiago Crivillé i Andreu

Toledo: Joaquín de los Reyes García

Valencia: José Luis Jorrín Casas

Valladolid: Ricardo de la Cal Santamarina

Vigo: José Pose Blanco

Vilanova i la Geltrú: Luis S. Sánchez Gamarra

Zamora: Pedro San Martín Ramos

NORMAS DE PUBLICACIÓN

La revista **Técnica Industrial**, editada por la Fundación Técnica Industrial, se define como una publicación técnica de ingeniería y humanidades de periodicidad bimestral. Publica seis números al año (febrero, abril mayo, agosto, octubre y diciembre), en los que aborda temas de ciencia y tecnología, complementados con otros de carácter más cultural y humanístico. Los contenidos de la revista se estructuran en torno a un núcleo principal de artículos técnicos relacionados con la ingeniería y la industria (originales, revisiones y de opinión), preferentemente en estas cinco áreas temáticas: innovación y tecnología, ingeniería y medio ambiente, divulgación científica y técnica, empresa y calidad, e industria y sociedad. La Fundación Técnica Industrial concede anualmente unos premios a los mejores artículos publicados en cada una de estas cinco categorías. Los autores que remitan artículos y trabajos para publicar en la revista deberán ajustarse a las siguientes normas y condiciones:

>> ARTÍCULOS TÉCNICOS

Todos los artículos técnicos remitidos deben ser originales, inéditos y rigurosos, y no deben haber sido enviados simultáneamente a otras publicaciones.

Tipos de artículos La revista admite para su publicación tanto artículos originales (artículos de investigación que hagan alguna aportación teórica o práctica en el ámbito de la ingeniería y la industria) como revisiones (artículos que divulguen las principales aportaciones sobre un tema determinado) y de opinión sobre algún asunto relacionado con la ingeniería industrial.

Estructura Todos los artículos llevarán en la primera página, además de los autores, título, resumen de unas 150-250 palabras y 4-8 palabras clave. Se recomienda que el título, el resumen y las palabras clave vayan también en inglés, aunque no es imprescindible. Todos los artículos incluirán la bibliografía consultada (indicando, según proceda: autor, título, editorial, edición, volumen, páginas referenciadas, etcétera). Se evitará la esquematización exagerada en apartados y subapartados. Los títulos de estos apartados y subapartados deben ser breves y estar claramente diferenciados. Los artículos de investigación originales deberán ajustarse en lo posible a esta estructura: introducción, material y métodos, resultados y discusión, que puede reproducirse también en el resumen.

Extensión Se recomienda que el texto del artículo no exceda las 15 páginas mecanografiadas a doble espacio (unos 30.000 caracteres con espacios o 4.500 palabras).

Tablas y figuras Se recomienda acompañar los artículos con tablas y figuras (fotografías o ilustraciones). El autor garantiza, bajo su responsabilidad, que las tablas y figuras son originales y de su propiedad. Todas deben ir numeradas, referenciadas en el artículo (ejemplo: tabla 1, figura 1, etc.) y acompañadas de un título explicativo. Para poder publicarse, las figuras deben ser de alta resolución (preferentemente de 300 ppp); con independencia de que vayan pegadas en el documento del texto, cada figura debe ir, además, en un fichero aparte (tif o jpg).

Redacción y tipografía El texto debe ser claro y ajustarse a las normas convencionales de redacción y estilo de textos técnicos y científicos. Las mayúsculas, negritas, cursivas, comillas y demás recursos tipográficos se usarán con moderación, así como las siglas (para evitar la repetición excesiva de un término de varias palabras se podrá utilizar una sigla a modo de abreviatura, poniendo entre paréntesis la abreviatura la primera vez que aparezca en el texto).

Currículo y datos de los autores Cada uno de los autores, además de su NIF, dirección postal, teléfonos de contacto y correo electrónico, adjuntará para ser publicado un breve perfil profesional de no más de dos o tres líneas, en el que figuren la titulación y el trabajo actual. Se recomienda incluir en este perfil el correo electrónico y la página web personal.

Entrega Los autores pueden remitir sus artículos a la redacción de la revista a través de los correspondientes colegios, por correo electrónico a cogiti@cogiti.es o bien utilizando el formulario de envío de artículos técnicos que aparece en la página web de la revista. Los autores deben conservar los originales de sus trabajos, pues el material remitido para su publicación no será devuelto.

La revista se reserva el derecho de no acusar recibo de los artículos que no se ajusten a estas normas de publicación.

>> INFORMACIÓN DE LOS COLEGIOS

La información de interés que los colegios deseen publicar en la revista debe ser de actualidad y estar redactada de forma sintética y clara. Las fotografías deben llevar un pie de foto que identifique a las personas que aparecen. Puede remitirse al correo electrónico: cogiti@cogiti.es

>> CARTAS AL DIRECTOR

Los textos dirigidos a esta sección se remitirán al correo electrónico director@tecnicaindustrial.es. Los autores deben incluir su nombre completo, dirección y teléfono.

Técnica Industrial se reserva el derecho de publicar cualquiera de los trabajos y textos remitidos (artículos técnicos, información de colegios y cartas al director), así como el de resumirlos o extraerlos cuando lo considere oportuno.

PROFESIÓN

04 Editorial

Retos y oportunidades para la profesión en el nuevo escenario de la ingeniería

Francisco Aguayo González, Miguel Ferrero Fernández, Antonio Luis Galiano Pérez, Ramón González Drigo, José Ignacio Nogueira Goriba y Ramón Oliver Pujol



60 Profesión y colegios

64 Foro Técnica Industrial

Balance tras el primer año de vida del foro de los ingenieros técnicos industriales y novedades para los próximos meses.



EN PORTADA

Las predicciones señalan que la energía eólica marina alcanzará en Europa en la próxima década los 150.000 megavatios de potencia instalada, lo que cubrirá el 15% de la demanda eléctrica europea y evitará la emisión de 290 millones de toneladas de CO₂ anuales.

Foto: Shutterstock

CULTURA Y HUMANIDADES

66 Entrevista

Eugenio Coronado Miralles

El director del Instituto de Ciencia Molecular de la Universidad de Valencia, uno de los expertos españoles en la realidad nanométrica, habla en esta entrevista de “construir edificios” a partir de moléculas. Y sobre la situación de la ciencia y la tecnología en España opina que “el sistema funcional desperdicia gran parte de la capacidad investigadora”.

Hugo Cerdà



72 Reportaje

Faros: símbolos de luz en vías de extinción

Los faros son símbolos de luz, amigos imperturbables que orientan al navegante en la oscuridad. Durante miles de años han ayudado a los marineros a evitar los escollos, ejerciendo de guías para impedir que las naves encallen, como vigías solitarios que alertan del peligro.

Salvador G. Serrano

78 Publicaciones

COLUMNISTAS

11 Bit Bang

Prometeo desencadenado. **Pura C. Roy**

23 Ecologismos

Naturaleza patria. **Joaquín Fernández**

71 Verbi Gratia

Lo líquido. **Helena Pol**

79 Contraseñas

Omnibus. **Gabriel Rodríguez**

80 Con Ciencia

¿Qué es la vida? **Ignacio F. Bayo**

Director: Gonzalo Casino

Consejo de redacción: Francisco Aguayo González (Universidad de Sevilla), Miguel Ferrero Fernández (Universidad de León), Antonio Luis Galiano Pérez (Alicante), Ramón González Drigo (Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona), José Ignacio Nogueira Goriba (Universidad Carlos III, Madrid), Ramón Oliver Pujol (Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona).

Redactora jefe: Pura C. Roy **Colaboradores:** Joan Carles Ambrojo, Luis Miguel Ariza, Manuel C. Rubio, Hugo Cerdà, Ignacio F. Bayo, Joaquín Fernández, Beatriz Hernández Cembellin, Patricia Luna, Cristóbal Pera, Ana Pérez Fraile, Helena Pol, Gabriel Rodríguez, Fátima Santana, Mauricio Wiesenthal **Diseño gráfico:** Mariona García Solé **Fotografía:** Ignacio Adeva, Consuelo Bautista, Santi Burgos, Beatriz Morales, Vera Salatino, Alonso Serrano, Mònica Torres, AGE Fotostock, Cover, Shutterstock, Pictelia **Ilustración:** Alabama, Cardiel, Endora, El Ilustrista, Margot, Mr. Huts, Viridis.

Secretaría: Mary Aranda **Redacción y administración:** Avda. Pablo Iglesias, 2, 2º. 28003 Madrid. Correo-e: revista@tecnicaindustrial.es Tel: 915 541 806 / 915 541 809 Fax: 915 537 566. **Publicidad:** Labayru y Anciones. Andorra, 69. 28043 Madrid. Tel: 913 886 642 / 492. Fax: 913 886 518 **Impresión:** Gráficas Monterreina, S.A. Cabo de Gata, 1-3. 28320 Pinto (Madrid). **Depósito legal:** M. 167-1958 ISSN: 0040 -1838. Control de difusión realizado por

Técnica Industrial no asume necesariamente las opiniones de las colaboraciones firmadas.

Retos y oportunidades para la profesión en el nuevo escenario de la ingeniería

El nuevo escenario profesional está sufriendo grandes transformaciones en las titulaciones, en el régimen de colegiación y el visado de proyectos, en los cuerpos de ingenieros de la Administración y, en fin, en la presencia y visibilidad de la profesión en una sociedad globalizada. El Consejo General de Ingenieros Técnicos Industriales está trabajando denodadamente para mitigar la incertidumbre que genera esta situación y defender los intereses de la profesión. Pero hace falta, además, un esfuerzo colectivo que nos permita ser, estar y proyectarnos en el futuro como nos corresponde por nuestra historia y contribución al desarrollo económico y tecnocientífico. Ahora más que nunca, la profesión debe actuar unida y coordinada para afrontar estos retos y aprovechar las oportunidades.

Los retos de la reforma universitaria

Por lo que se refiere a la reforma universitaria, la formación de los futuros egresados ha pasado de tres años a cuatro, y se ha reforzado de este modo la formación de la rama industrial. Sin embargo, resultan preocupantes las decisiones de las universidades, de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) y del propio Consejo de Universidades de que la denominación del título asociado a nuestra profesión no sea la de "graduado en ingeniería industrial". Esta situación contrasta con lo que está ocurriendo en algunas de las profesiones reguladas de ingeniería, en las se admite un solo título con la denominación del sector (graduado en ingeniería civil, en ingeniería aeroespacial, etcétera), con acceso directo al máster de la correspondiente rama de la ingeniería. A todas luces, este hecho supone una discriminación para nuestra profesión, ya que dificulta la identificación del título académico con la profesión y la continuidad de unas claras e inequívocas señas de identidad profesional reconocibles por el mercado laboral y la sociedad.

Otro aspecto que nos concierne en relación con la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) es el que se deriva de que algunas universidades, en el diseño del máster de ingeniero industrial, introducen complementos formativos –ide nuevo los cursos puente!– para los títulos asociados a la profesión de ingeniero técnico industrial. Estas medidas más bien parecen fomentar la devaluación de estos títulos que la lógica búsqueda de la excelencia en el ámbito nacional, y podrían ser instrumentalizadas en un previsible marco de modificación de las competencias profesionales. Esta situación es inadmisibles, aun más cuando las órdenes ministeriales que establecen el diseño de grados y másteres reconocen como título de grado natural para acceder al máster el que faculta para el ejercicio de la profesión de ingeniero técnico industrial.

Una tercera cuestión derivada de la implantación del proceso de Bolonia es la que se refiere al acceso de los ingenieros técnicos

industriales al nuevo título de graduado. Dado que en la normativa reciente se reconoce que la experiencia profesional puede otorgar hasta el 15% de los 240 créditos ECTS (European Credit Transfer System, el estándar adoptado por todas las universidades del EEES) habrá que instar a las universidades a que consideren este potencial en su totalidad. Para ello conviene plantear qué créditos ECTS de los actuales planes de estudios engloban el trabajo académico del alumno (incluido el que realiza en casa, los exámenes y demás) para aprobar la asignatura. Y, en consecuencia, la valoración de los créditos de los planes de estudios anteriores a la actual reforma habrá que realizarla según los créditos de horas presenciales de las asignaturas de los antiguos planes de estudios, más el tiempo proporcional de trabajo personal que era necesario para su superación junto con el adicional de ejercicio profesional reconocible.

“HACE FALTA UN ESFUERZO COLECTIVO DE TODA LA PROFESIÓN QUE NOS PERMITA SER, ESTAR Y PROYECTARNOS EN EL FUTURO COMO NOS CORRESPONDE POR NUESTRA HISTORIA Y CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO ECONÓMICO Y TECNOCIENTÍFICO”

Colegios profesionales, ejercicio libre y Administración

Otra de las preocupantes dimensiones del nuevo escenario es la que se refiere a la Ley Ómnibus y la previsible Ley de Servicios Profesionales. En este ámbito, son bien conocidas, por su resonancia mediática, las actuaciones del Consejo General para revertir la situación, de forma que sean obligatorios tanto el visado, en atención a la seguridad, como la colegiación, para evitar así el intrusismo profesional. Especial atención requerirá la Ley de Servicios Profesionales, anunciada por el Gobierno para septiembre, de forma que no se pueda instrumentalizar junto a la reforma de los planes de estudios y la modificación de los reglamentos de los distintos sectores para descabalgalar a la Ingeniería Técnica Industrial de la actual ley de atribuciones profesionales.

Derivada de las modificaciones de los cuerpos de la Administración del Estado en A1 y A2, tanto estatal como autonómicamente, se debe exigir en la relación de puestos de trabajo de la Administración la presencia con la ratio adecuada del cuerpo de ingenieros técnicos industriales, en las mismas condiciones que se establece para la profesión regulada de ingeniería industrial. Todo ello se traduciría en una adecuadas oportunidades de empleo y en la presencia como agente en el sector industrial de la Administración pública, con lo que ello supone para una profesión regulada.



La revista como creadora de intangibles corporativos

Los colegios profesionales, que constituyen la columna vertebral de la sociedad civil por su cualificación e independencia, han evolucionado en lo que se refiere a la prestación de servicios a la sociedad y a sus colegiados de forma importante. Sin embargo, en estos tiempos de globalización, en los que los colegios acogen a titulados de otros países, establecen relaciones con asociaciones nacionales e internacionales de certificación y aspiran a tener reconocimiento de la comunidad científico-técnica y de la sociedad en general, es vital dotarse de los necesarios instrumentos de comunicación y apoyar e impulsar los ya existentes.

En este sentido, los colegios profesionales y las asociaciones de la ingeniería más prestigiosa están apoyando de forma decidida sus publicaciones técnicas corporativas, conscientes de que constituyen un verdadero estandarte y un crisol identitario que ha venido recogiendo su contribución al desarrollo de la ciencia y la tecnología. Uno de los objetivos que tienen los consejos de colegios de las distintas profesiones es la mejora de su instrumento de comunicación técnica y profesional. En este sentido, entre las acciones que se prevén para impulsar una revista de contenido técnico y profesional como *Técnica Industrial*, que cuenta ya con 58 años de historia ininterrumpida, cabe mencionar la de extender su visibilidad y reconocimiento allende de nuestra fronteras y corporaciones; la inclusión de la revista en bases de datos nacionales e internacionales para mejorar su difusión; la apuesta por la mejora constante de la calidad de los trabajos y el reconocimiento externo de los artículos publicados, sometiéndolos para ello a la revisión por pares (*peer review*); la inclusión de secciones de buenas prácticas que pongan en valor las realizaciones profesionales de los ingenieros en activo, etcétera.

Este impulso a nuestra revista *Técnica Industrial* en una época de crisis e incertidumbre permitiría proyectar la profesión con éxito desde su sólida posición actual, contribuyendo al desarrollo e innovación técnica que demanda la sociedad. Y llevaría aparejadas, entre otras recompensas, la mejora de la enseña, el emblema y la carta de la profesión; la puesta en valor de nuestro activo histórico de ejer-

“TÉCNICA INDUSTRIAL GOZA YA DE UN AMPLIO RECONOCIMIENTO, PERO EN EL FUTURO ASPIRA A ELEVAR ESTAS COTAS PARA ESTAR A LA ALTURA DE LOS TIEMPOS Y LOS NUEVOS RETOS PROFESIONALES”

cicio de la ingeniería y su aportación a la ciencia y la técnica documentada en esta publicación; la potenciación de nuestra imagen corporativa por su contribución a la técnica industrial, accesible a distintos actores nacionales e internacionales a través de internet; la posibilidad de dotar al colectivo de un instrumento que permita el reconocimiento de méritos (puntos) requeridos por las asociaciones nacionales e internacionales para revalidar una determinada certificación o promoción en la docencia y la Administración, y la vertebración de una matriz cultural en la que las nuevas generaciones de ingenieros técnicos industriales puedan identificar conocimientos, prácticas profesionales y valores que le permitan construir su identidad profesional.

El mantenimiento y la construcción de la identidad profesional, así como la necesaria difusión de los resultados de la práctica profesional en forma de obras o *know how* de la ingeniería técnica industrial exige, sin lugar a dudas, fortalecer un instrumento de comunicación como nuestra revista *Técnica Industrial*, una publicación que desde su creación ha venido vertebrando los elementos de forma, función y sustancia de nuestra identidad corporativa. La revista goza ya de un amplio reconocimiento, pero en el futuro aspira a elevar estas cotas para estar a la altura de los tiempos y los nuevos retos profesionales. Y para ello necesita la colaboración de todos los ingenieros técnicos industriales y el apoyo decidido de todos los colegios y sus juntas de gobierno.

Francisco Aguayo González, Miguel Ferrero Fernández, Antonio Luis Galiano Pérez, Ramón González Drigo, José Ignacio Nogueira Goriba y Ramón Oliver Pujol, miembros del Consejo de Redacción de *Técnica Industrial*.

Viviendas solares autosuficientes para las próximas generaciones

Jóvenes universitarios de todo el mundo presentan en el primer Solar Decathlon celebrado fuera de EE UU prototipos de casas reales abastecidas exclusivamente con energía del sol

M. Mar Rosell

Del 17 al 27 de junio se celebró en Madrid el Solar Decathlon Europe 2010, última fase de un concurso en el que participan universitarios de todo el mundo con prototipos de casas abastecidas exclusivamente con energía solar. En esta edición el Solar Decathlon ha salido por primera vez de Estados Unidos para empezar a celebrarse en años alternativos también en Europa. El compromiso del promotor, el US Department of Energy (Departamento de Energía de Estados Unidos), con el Ministerio de Vivienda español prevé la organización de la próxima edición europea en 2012 también en España. La Universidad Politécnica de Madrid se ha encargado de la coorganización del evento.

Desde 2002 se celebraba cada dos años Solar Decathlon en Washington. El objetivo del concurso era intentar que estudiantes de distintas especialidades relacionadas con la construcción, como arquitectos, ingenieros, diseñadores, agrónomos, economistas e incluso comunicadores, fueran capaces de idear una casa solar sostenible, diseñarla, ejecutarla y dar a conocer sus propiedades y ventajas. Pretendían, así, reunir en una casa real las propuestas innovadoras que normalmente se presentan en iniciativas independientes, para aplicarlas a una vivienda tipo que pudiera contribuir a resolver el problema del consumo energético de la construcción, que en 2009 los organizadores americanos calculaban en el 20% de su consumo energético total.

Con el criterio de partida de la autosuficiencia utilizando energía solar y comunicadas a la red, las casas presentadas en el Solar Decathlon deben cumplir una serie de condiciones de innovación, eficacia, viabilidad o industrialización capaces de convertirlas en viviendas reales, sostenibles, autosuficientes y confortables, y demostrarlo en una superficie superior a 42 metros cuadrados e inferior a 74.



Fablabhouse, del Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña

Esta vivienda duplica el espacio útil con la parte inferior, ventilada y con sombra, y adapta su forma a las condiciones del lugar en el que se construya. Ha sido premiada por el público visitante. / Foto: MMR

Supone todo un reto que han afrontado durante los dos últimos años los equipos de jóvenes que se han presentado hasta llegar a Madrid con sus investigaciones, proyectos y ejecuciones en esta primera edición europea.

Experiencia internacional

La casa ganadora del Solar Decathlon Europe 2010 fue la Lumenhouse, del Virginia Polytechnic Institute & State University, que obtuvo la máxima puntuación general seguida por las alemanas de las universidades de Rosenheim y Stuttgart. La Lumenhaus, inspirada en la Farnsworth, de Mies Van Der Rohe, está construida con unas fachadas de aluminio conectadas a la red de climatización y paredes de policarbonato que permiten modificar la luminosidad. Los habitantes pueden gestionar la energía, luminosidad, etcétera, con su iPod. Con sistema de clasificación de aguas, suelo de hormigón que acumula

calor para liberarlo posteriormente, su espacio interior abierto permite darle distintos usos en distintas ocasiones y se conecta directamente con el exterior.

De los 17 equipos que llegaron a la fase final, cinco eran españoles, cuatro alemanes, dos estadounidenses, dos franceses, dos chinos, uno británico y uno finlandés. Los equipos españoles competían con la mayor experiencia de algunos de los extranjeros: la Envolvente del Urcomante de la Universidad de Valladolid, la Fablabhouse del Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña, la Solarkit de la Universidad de Sevilla, la SMLhouse de la Universidad CEU de Valencia y la Low3 (*low energy, low impact, low cost*) de la Universidad Politécnica de Cataluña. Algunos de ellos ya han anunciado su intención de seguir concurrendo al certamen en ediciones de próximos años.

El concurso valoró el trabajo desarrollado en I+D+i a través de 10 pruebas sobre

LAS CASAS PRESENTADAS
EN EL SOLAR DECATHLON
CUMPLEN UNA SERIE
DE CONDICIONES DE
INNOVACIÓN, EFICIENCIA,
VIABILIDAD O INDUSTRIA-
LIZACIÓN CAPACES
DE CONVERTIRLAS
EN VIVIENDAS REALES

diversos parámetros, unas objetivas, de medición, y otras subjetivas (emitidas por jurados formados por especialistas de reconocida experiencia y méritos internacionales): arquitectura, ingeniería y construcción, sistemas solares y agua caliente, equilibrio de energía eléctrica, condiciones de bienestar, sostenibilidad, comunicación y sensibilización social, industrialización y viabilidad de mercado, innovación y funcionalidad.

Tradición e innovación

En los edificios presentados se combinan las composiciones de sistemas tradicionales de climatización con técnicas y tecnologías nuevas, la gestión por ordenador y domótica, la utilización de módulos reproducibles para aplicar en casas de distintas dimensiones y la utilización de materiales con escasa huella ecológica. Desde el endémico bambú, de la Bamboo House, de la Universidad china de Tongji, hasta el policarbonato de las paredes de la Lumenhaus o de la Low3 (*low energy, low impact, low cost*) de la Universidad Politécnica de Cataluña, paneles OSB, prensados de diferentes características, cerámicas de las torres de refrigeración de la Solarkit sevillana y también aceros y cristales de la Ikaros de la Universidad alemana de Rosenheim, ganadora del premio de equilibrio energético eléctrico y del premio de equipamiento y funcionamiento. Con el objetivo de abaratar costes y comercializar las casas, numerosos equipos utilizaron materiales de fácil acceso en el mercado sin renunciar a su sostenibilidad.

Sistemas de climatización originarios de diferentes áreas geográficas –aireación, orientación, etcétera– se aplican con sistemas híbridos de energía fotovoltaica y



Bamboo House, de la Tongji University de Shanghai

Combina el bambú en su estructura y en sus revestimientos con la tecnología para controlar todos los sistemas de climatización que utiliza, pasivos y activos. / Foto: MMR



Lumenhaus, de Virginia Polytechnic Institute & State University

La casa ganadora del Solar Decathlon 2010. Con muros desplazables de aluminio y policarbonato para adaptarse a distintas funciones y conectar la vida interior y el exterior. / Foto: MMR

térmica: el de la SMLhouse de la Universidad CEU de Valencia obtuvo el premio de industrialización y viabilidad de mercado por su sistema de paneles fotovoltaicos retráctiles en la cubierta, bajo los que aparece otra serie de paneles térmicos utilizada por un horno industrial. La gestión energética fue también la apuesta de la vivienda sevillana, con un sistema de producción en sectores diferentes y acumuladores que permiten vaciar y llenar con gran rapidez las baterías, similar al KERS utilizado en la fórmula 1. Y la multiplicidad de capas, de la Envolvente del Urcomante vallisoletana. Con una forma diferente destacó en la Villa Solar la Fablabhouse, cuya original estructura de madera curvada ha exigido la utilización de novedosos paneles fotovoltaicos flexibles. La producción sobrante de energía de las casas abasteció la Villa Solar durante los días del certamen.

Las soluciones con paquetes de elementos básicos reproducibles –paneles, muros– para hacer escalables las construcciones basan gran parte del trabajo de las viviendas, hasta llegar a la presentación de módulos totalmente autónomos de diferentes usos en la Solarkit, que permiten formar una casa adquiriendo sólo los módulos necesarios que llevan incorporadas las instalaciones.

El Solar Decathlon Europe 2010 se levantó, con el patrocinio de diferentes empresas, en la Villa Solar, a lo largo de las orillas del Manzanares, en un espacio recién recuperado en las inmediaciones de la plaza de España de Madrid. Su situación favoreció la visita, calculada por la organización en 190.000 personas. Para estos visitantes, sus casas favoritas han sido dos españolas: la Fablabhouse y la SMhouse.

La industria automovilística busca el encaje del vehículo eléctrico

Las oportunidades y las amenazas de esta tecnología para la industria aún no están claras. La apuesta es incierta para proveedores de piezas, fabricantes, compañías eléctricas y concesionarios

Begoña Merino

Sostenibilidad económica, además de ecológica. Esa es la condición que el vicepresidente de I+D de Seat, Frank Beke-meier, considera ineludible para que los vehículos eléctrico e híbrido echen a rodar por las carreteras, y no como meros vehículos de pruebas. "No creo que sea antes de 2014", ha afirmado el directivo durante la conferencia-debate celebrada recientemente por el Grupo de Trabajo de Innovación del Colegio de Economistas de Cataluña.

El objetivo del acto ha sido detectar las amenazas y oportunidades que puede representar la comercialización del vehículo eléctrico para la industria del automóvil. Pero aún son demasiadas las variables en juego y las estrategias que adopten los proveedores de piezas, fabricantes, compañías eléctricas y concesionarios no dejan de constituir una apuesta algo incierta en el escenario actual.

Entre otras cosas, porque hoy por hoy fabricantes como Seat no ven mercado para vehículos cuyo precio de venta no puede competir con el vehículo de motor térmico. Bekemeier no duda que el futuro será del vehículo eléctrico o híbrido, pero no con el alto coste que representan las actuales baterías. En el caso del Seat León Twin Drive Ecomotive, el prototipo híbrido que la empresa cede a varios ayuntamientos españoles para ponerlo a prueba, el precio de las baterías oscila entre 10.000 y 12.000 euros. Es poco menos que el precio de venta del León de motor térmico más económico que comercializa la empresa. "Esto no es rentable para nadie ahora mismo", ha afirmado el directivo.

Estrategias alternativas

El vehículo eléctrico es un claro exponente de la convergencia entre novedad tecnológica y los distintos posicionamientos y estrategias de los fabricantes de una industria que no atraviesa su mejor momento. En los próximos años se verán los resulta-



Prototipo de coche eléctrico de la marca Nissan, que prevé lanzar ocho nuevos modelos eléctricos en los próximos años y afirma disponer de la capacidad de producir 500.000 baterías año.

BEKEMEIER NO DUDA QUE EL FUTURO SERÁ DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO O HÍBRIDO, PERO NO CON EL ALTO COSTE QUE REPRESENTAN LAS ACTUALES BATERÍAS

dos del encaje que cada fabricante dé a esta novedad tecnológica en su estrategia general. Bekemeier cree que la del vehículo eléctrico es una carrera de fondo. Pero para otras compañías se trata de una carrera en la que debe haber un líder. La alianza formada por Renault y Nissan se congratula de ser el primer fabricante que pondrá un modelo eléctrico en el mercado. AESC, la empresa conjunta formada por Nissan y NEC, ha dado como resultado

el lanzamiento del Nissan Leaf a finales de 2010, cuyo precio rondará los 32.000 dólares, a los que habrá que restar los 7.000 de ayudas por la compra del vehículo. Nissan ha implantado un sistema de reservas del nuevo modelo en su sitio web y asegura tener más de 10.000 reservas del modelo, que se realiza previo pago de 99 dólares.

La baza del nuevo modelo, afirma el director general de I+D de Nissan, Javier Piris, es una batería de ión litio de estructura laminada. Según la compañía, con la mitad de tamaño, estas baterías duplican la capacidad de las convencionales, tienen mejor refrigeración y su disposición aporta mayor estabilidad al vehículo, además de estar libres del temido efecto memoria.

Nissan prevé lanzar ocho nuevos modelos eléctricos en los próximos años y afirma disponer de la capacidad de producir 500.000 baterías año. Si, como prevé el informe publicado por la consultora Deloitte, los precios de las baterías se reducen el 40% en los próximos años, Nis-

san estará muy bien posicionada en los mercados de Estados Unidos y Japón.

En el caso del Nissan Leaf, se ha querido imprimir al interior del vehículo un aspecto diferenciado, pero las características respecto a un turismo de motor térmico son inexistentes. Una de las áreas pendientes de un desarrollo adaptado al vehículo eléctrico es la calefacción, que hoy resulta excesivamente gravosa para las baterías de un vehículo como éste, con 160 kilómetros de autonomía.

Nissan también ha querido incidir en el aspecto tecnológico, dotando al modelo de posibilidades como la recarga de la batería controlable mediante un mensaje desde el teléfono móvil. Este es un campo abierto a nuevos desarrollos y un aspecto que tener en cuenta. Según Piris, el acento en el aspecto tecnológico intenta compensar el *efecto carricoche*. No es difícil imaginar las diferencias en la sensación de conducción de un vehículo eléctrico respecto a las de un turismo con motor de combustión, que pueden representar que los modelos eléctricos acaben dirigiéndose a un determinado segmento de mercado. "El mercado deberá adaptarse a la nueva filosofía del producto", afirma Vicenç Aguilera, director general de Ficosa, quien cree que las oportunidades existen, pero hoy en día, "son complicadas".

Limitaciones de la red eléctrica

La capacidad de la red eléctrica para dar respuesta a la potencial demanda de un parque de vehículos eléctricos es otro punto de discusión. Según José María Rovira, director general de Fecsa-Endesa en Cataluña, "los vehículos que está previsto introducir en España pedirían al sistema eléctrico catalán del orden de 1.000 megavatios". Rovira cree que si no se utilizan las horas valle para recargar los vehículos, el incremento de consumo eléctrico puede "equivaler a instalar otra central nuclear".

Lo cierto es que asistimos a una revolución tecnológica e industrial en el mundo del automóvil, en la que se aplican conceptos como la recuperación de la energía de frenado y las tecnologías de reducción de emisiones y posibilidades prometedoras como la tecnología de hidrógeno. Pero algunos expertos en el automóvil como el presidente de SAT, Rafael Boronat, no dudan que los vehículos eléctricos e híbridos están en una posición ventajosa y que son "algo más que un ejercicio de ingeniería aislado".

Europa cumplirá el objetivo de generar el 20% de la energía a partir de fuentes renovables en 2020

Patricia Luna Londres

Por fin una noticia positiva: Europa cumplirá el objetivo marcado para 2020 de generar el 20% de energía a través de renovables (sobrepasando ligeramente al alza con el 20,3%). Así se desprende de las proyecciones publicadas recientemente por la Comisión Europea.

España y Alemania lideran la clasificación de la Liga Europea de las renovables, convirtiéndose en las más goleadoras. Nuestro país se situaría como campeón absoluto de la lista con unas proyecciones cercanas al 23% de energía proveniente de renovables para 2020, mientras que Alemania establece que superará su objetivo con un tímido 0,7% de margen. Las aportaciones de otros equipos europeos en la cabecera (Estonia, Grecia, Irlanda, Polonia, Eslovaquia y Grecia), que también superarían ligeramente el 20%, servirían para compensar la actuación de aquellos que no alcanzarían la meta. Entre todos los países de cabeza se generaría un superplus del 2% de la energía esperada.

En total, de los 27 países europeos, 23 de ellos afirman que alcanzarían el objetivo de 2020 y 10 superarían la línea marcada por la Comisión Europea según las proyecciones anunciadas, lo que da alas al optimismo por una vez.

Por debajo de la clasificación y en la zona de descenso se situaría el consorcio formado por Bélgica, Italia, Luxemburgo, Malta, Bulgaria y Dinamarca. Sin embargo, ninguno de los países que se disputan la segunda división se quedaría a más del 1% de lograr su meta.

Aunque Italia, probablemente, sería el país con el descenso asegurado, ya que presenta la mayor escasez de producción de energías renovables domésticas, para cumplir su parte prevé que tendrá que importar energías renovables de sus vecinos no miembros de la UE. En total, 1,2 Mtoe (millones de toneladas equivalentes al petróleo) que vendrían de países como Albania, Croacia, Serbia y Túnez.

"Estas proyecciones muestran que los Estados miembros se toman las cuestiones de la energía renovable muy en serio y que están realmente trabajando para empujar la producción doméstica. Esto es, además, un incentivo para invertir en tecnologías verdes y en la producción de energías renovables", afirmó el comisario de Energía, Günther Oettinger.

Planes más radicales

La realidad es que desde la puesta en marcha de la directiva, muchos países han introducido planes mucho más radicales para acelerar el desarrollo y la expansión de tecnologías energéticas renovables, como es el caso de la reciente introducción de la tarifa de compensación por unidad en el Reino Unido.

"La gran mayoría de los Estados miembros de la UE reconocen los beneficios económicos, sociales y medioambientales de promover una gran variedad de tecnologías energéticas renovables de forma nacional, tal como demuestran las previsiones que han realizado", afirmó la secretaria general del Consejo Europeo de Energía Renovable, Christine Lins.

La directiva de 2009 de Energía Renovable obliga a todos los países sometidos al Plan Nacional de la Comisión Europea a enviar sus planes para lograr estos objetivos a finales de junio de 2010. También establece que los miembros pueden lograr el objetivo mediante producción interior o estableciendo iniciativas conjuntas con otros estados de la EU o fuera de ella.

En los documentos enviados Francia, Italia, Grecia y España muestran su interés en desarrollar energías en países en desarrollo en el marco del Plan Solar del Mediterráneo o en el oeste de los Balcanes, según la Comisión. Algunos países incluso especifican las tecnologías en las que les gustaría cooperar, como el caso de la eólica en Alemania, Estonia e Irlanda, la hidráulica en Rumania y Bulgaria y la biomasa en Letonia.

>> Empuñaduras para controlar vehículos industriales para zurdos y diestros



La nueva empuñadura multifuncional 361 G de Elobau resulta idónea para controlar diversos vehículos y aplicaciones industriales, por ejemplo, vehículos de construcción como excavadoras y cargadoras sobre ruedas, así como

vehículos forestales, para la agricultura y para minas.

La empuñadura de estructura modular está disponible -en modelo para zurdos y para diestros- con hasta nueve funciones adicionales integradas. En una sola 361 G hay previstas, por ejemplo, tres posiciones para una rueda de pulgar y a ello se añaden seis posiciones opcionales para las teclas. Todos estos elementos se basan en la tecnología Hall que los hace duraderos y fiables. Pueden suministrar una señal de salida analógica que también se emite como señal redundante en el caso de aplicaciones críticas para la seguridad. A través de una electrónica opcional se pueden realizar corrientes de conmutación de hasta 2,0 A, un reconocimiento capacitivo de la presencia y una electrónica CAN integrada.

Una característica especial es que se pueden dotar las ruedas de pulgar de una iluminación multicolores opcional para las distintas funciones. Con ello, se consigue mantener el color de la iluminación de la función activada hasta que se ejecute la acción contraria, es decir, hasta que se mueva la rueda en el sentido contrario. De esta forma, el usuario ve inmediatamente el estado de conmutación de su unidad de mando. Elobau también presta especial atención a la diferenciación táctil de cada una de las ruedas dotándolas de actuadores biselados que hacen imposible confundirlas al tacto.

La construcción flexible de la empuñadura permite adaptarla a muchos tipos de *joysticks*. En su versión estándar, la 361 G se ajusta a los tipos J5 y J6 de Elobau, pero también es compatible con todos los demás tipos de *joystick* corrientes en el mercado. Con la intención de que todas las aplicaciones resulten agradables a la vista y de cumplir los requisitos del diseño corporativo, la empuñadura y los interruptores se pueden combinar en distintos colores. Incluso, si se desea, Elobau puede grabar las superficies de los módulos estándar según las especificaciones del cliente.

Elobau

Internet: www.elobau.com

>> Accionamiento que reduce los tiempos y aumenta el rendimiento de las máquinas de producción

El accionamiento de regulación inteligente DriveLine AG04B con freno por acción de resorte integrado de Siko reduce los tiempos muertos y aumenta, de este modo, el rendimiento de las máquinas de producción. Para máquinas de producción con tamaños de lotes pequeños, frecuentes cambios de



formato o tamaños de productos cambiantes, la minimización del tiempo de preparación significa una productividad superior y, de este modo, una ventaja competitiva decisiva. Siko ha desarrollado para estos requerimientos el nuevo accionamiento de regulación DriveLine AG04B con interfaz de bus integrado. Garantiza de un modo sencillo y fiable la automatización de ejes de avance y auxiliares, así como la mejora de la eficiencia de las máquinas y procesos. El AG04B hace justicia incluso a situaciones de montaje en las que se plantean elevadas exigencias a la dinámica o la fuerza y seguridad.

Mediante la integración de un freno por acción de resorte opcional, se garantiza una parada segura también sin tensión. El acreditado diseño de eje hueco en acero inoxidable con un diámetro de eje máximo de 20 mm facilita el montaje o la sustitución de un elemento de reajuste manual en las instalaciones existentes. El accionamiento destaca, además, por la extraordinaria relación precio-prestaciones, el sencillo comportamiento de regulación, la larga vida útil y por el elevado par de arranque o de giro máximo.

El accionamiento de regulación incluye en una carcasa de aluminio el sistema de medición de la posición, la electrónica de regulación completa así como la interfaz de bus de campo. El motor sin escobillas de 24V-EC suministra 150 W, trabaja sin sufrir desgaste y ofrece de este modo una mayor vida útil. Según sea la transmisión elegida, hay a disposición un momento nominal de giro saliente de 2,5-14 Nm con unas revoluciones nominales de 350 hasta 70 minutos. El sistema de medición, que trabaja de modo absolutamente magnético y sin contacto con 1.024 pasos por revolución y 4.096 revoluciones, pone a disposición valores de posición con una elevada definición. Desaparecen las marchas de referencia al conectar los accionamientos. La conexión eléctrica se produce opcionalmente mediante bornes de tensión de resorte y atornilladuras de cables o mediante enchufes industriales estandarizados.

Siko

Internet: www.siko.com

>> Bombas de membrana libres de aceite para la generación de vacío en los laboratorios

De acuerdo con sus amplias variedades, e incluso sabiendo los requisitos del proceso de vacío, capacidad de aspiración y resistencia química, la selección de una bomba de membrana es, a menudo, difícil. En este caso, conviene echar un vistazo a sus detalles técnicos como fundamento para un buen rendimiento y la eficiencia de la bomba de membrana. La empresa Vacuum-brand introduce novedades en su gama NT. Por ejemplo, el novedoso patentado motor flotante o *flying motor*, que brinda en especial un bajo nivel de ruido y vibraciones, lo que significa un eficiente uso de la energía.

Las tuberías se han emplazado hacia el interior de la carcasa del motor y el calor generado por la bomba se aprovecha para reducir los riesgos de condensación. De fácil mantenimiento, se demuestra por medio de los extraíbles asientos de válvulas "islas de válvulas" (patentados) para una reposición por separado de las

Prometeo desencadenado

Gracias al fuego los hombres han podido aprender innumerables artes y técnicas. Por ello, en *Prometeo encadenado*, de Esquilo, encontramos sus altivas declaraciones: “Escuchad las miserias de los mortales; como de las ignorantes criaturas que eran, hice seres claros de espíritu, dueños de su mente”.

Considerada uno de los grandes aportes de Esquilo a la historia del teatro occidental, la figura de Prometeo ha suscitado profunda resonancia debido tanto a su valor simbólico como a su belleza intrínseca, ya que todos, en algún momento nos hemos sentido encadenados a la roca y hemos participado con frecuencia en el grito de su odio impotente. Símbolo del heroísmo doloroso y militante de la creación humana, el titán Prometeo ha sido siempre una de las referencias preferidas por los poetas y filósofos de todos los tiempos. Percy B. Shelley, Calderón de la Barca, Goethe y Heiner Muller, entre otros, han tratado su figura, ya que les sirve para exaltar el orgullo del hombre frente a la opresión de la divinidad.

También Prometeo ha sido visto, sobre todo desde el Romanticismo, como símbolo del empleo de la conciencia en lucha con lo arbitrario. La imagen prometeica del hombre que tomarán Nietzsche y Kafka llega a nuestros días.

El *Prometeo desencadenado*, así se titula el libro de Shelley, ha sido visto también como la metáfora de la revolución industrial. El capitalismo histórico ha sido prometeico en sus aspiraciones. “Aunque el cambio científico y tecnológico ha sido una constante de la actividad humana, sólo ha sido en el capitalismo histórico donde Prometeo, siempre allí, ha sido liberado”, dice David S. Landes al analizar la revolución industrial en su libro titulado *The Unbound Prometheus*. Con lo que ocurrió en la industrialización pareció, sólo pareció, que Prometeo volvía a proteger a los hombres.

Indeterminación e inadaptación son algunas de las premisas en las que se funda el mito de Prometeo y su necesidad. La técnica viene a suplir nuestras carencias. Prometeo robó el fuego a Zeus que permitió el desarrollo técnico y protegernos de la adversidad. Pero ésta siempre parece acecharnos. Shelley nos habla de la regeneración de la humanidad y del triunfo del saber y la esperanza frente al mal en su drama lírico.

Ahora que ha vuelto a estar de moda la palabra sacrificio, y parecemos todos encadenados, la necesidad de un Prometeo liberado vuelve otra vez a la actualidad, para contrarrestar a alguien que parece que se ha instalado también en nuestros días, su cuñada Pandora y su famosa ánfora llena de todos los males. Tal vez siempre haya sido así, quién lo sabe, pero parece que esta-

“LA LIBERACIÓN DEL TITÁN PROMETEO SE EQUIPARA A LA LIBERACIÓN DE LA HUMANIDAD DE LAS CADENAS DEL PATRIARCADO, LA VIOLENCIA Y EL DOMINIO DEL HOMBRE POR EL HOMBRE, Y LA POSIBILIDAD DE UNA NUEVA UNIÓN CON LA NATURALEZA”

mos más en manos del caos que del orden. Loado sea Shelley y su triunfo del bien. La liberación del titán Prometeo se equipara a la liberación de la humanidad de las cadenas del patriarcado, la violencia y el dominio del hombre por el hombre, y la posibilidad de una nueva unión con la naturaleza.

La noción de racionalidad ha sido central en el desarrollo de la historia occidental. “Nunca los seres humanos han tenido tantas cosas en común, tantos conocimientos comunes, tantas referencias comunes, tantas imágenes y palabras, nunca ha compartido tantos instrumentos, pero ello mueve a unos y a otros a afirmar con más fuerza su diferencia”, escribe, el actual Premio Príncipe de Asturias de las Letras 2010, Amin Maalouf en su libro *Identidades asesinas*. Como suele ser habitual en todos sus libros, el escritor

piensa que la tolerancia permitirá habitar nuevos espacios a pesar del desarraigo y el exilio por muchos motivos, incluidos el de ser.

Los cambios bruscos y la mundialización; el desajuste del mundo en diversos planos, como son el climático, el económico, el ideológico, el estratégico y el ético, requieren de una adaptación. En un mundo que parece abierto a la diversidad, la selección feroz es lo que predomina. Paradojas y más paradojas. La humanidad sigue caminando por alambres debatiéndose entre fuerzas contrarias, nos dice Daniel Cohen en su libro *La prosperidad del mal*.

Las fuerzas contrarias, cuando se habla de las tecnologías actuales, están en la dicotomía entre lo natural y lo artificial. Pero como cree Fernando Broncano, los seres orgánicos siempre hemos necesi-

tado de las prótesis culturales y técnicas que hemos tenido a nuestro alcance. “La existencia humana discurre como una existencia atravesada entre lo natural y lo artificial. Es una existencia híbrida dentro de espacios llenos de posibilidades. La frontera de lo artificial y lo natural es mucho menos interesante que la frontera entre lo real y lo imaginado o entre lo real y lo posible”. Esquilo no ve en Prometeo sólo al titán que dio el fuego a los hombres, sino que lo convierte en el iniciador de la civilización. Su orgullo era haber enseñado ésta al mundo.



CARDIEL

CIENCIA

Materiales híbridos nanoestructurados con capacidad de retener metales pesados

Investigadores de la Universidad Rey Juan Carlos (URJC) están desarrollando nuevos materiales híbridos nanoestructurados con capacidad de retener metales pesados en medios acuosos. Dirigidos por la doctora Isabel Sierra, han conseguido una mejora significativa en la adsorción de metales pesados preparando nuevos materiales a partir de sílices tipo MCM-41, SBA-15, HMS y MSU modificadas con diversos ligandos orgánicos capaces de adsorber mercurio, plomo, cadmio, cromo y zinc en su superficie. Los estudios llevados a cabo con los materiales preparados han demostrado su utilidad durante diversos ciclos de adsorción/desorción. Además, el hecho de que los metales retenidos puedan recuperarse y reutilizarse tiene importantes beneficios económicos para la industria y la sociedad. Debido a su alta toxicidad, la presencia en el medioambiente de elevadas cantidades de metales pesados como el mercurio, plomo, cadmio, cobre, etcétera puede causar graves daños al ser humano.

Compuestos de coordinación para formar hilos moleculares como alternativa a los nanotubos

Un grupo de investigación de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) estudia nuevos materiales inorgánicos a escala nanométrica, con el objetivo de fabricar nanodispositivos electrónicos. Como se ha ido descubriendo en los últimos años, las moléculas pueden presentar propiedades totalmente nuevas, por lo que muchos científicos de diferentes áreas están intentando obtener materiales de tamaño nanométrico con los que construir dispositivos y sistemas novedosos, poco costosos y, sobre todo, con propiedades únicas. El grupo de investigación en Química de Coordinación de Compuestos con Enlace Metal-Metal (QCMM), dirigido por el profesor Reyes Jiménez Aparicio (del departamento de Química Inorgánica I), trabaja en este campo. Sus objetivos son sintetizar, caracterizar y organizar a escala nanométrica materiales poliméricos inorgánicos que sean conductores, para la fabricación de nanocircuitos basados en estas moléculas.

Nace la Librería Digital de Funciones Matemáticas, portal abierto para todos los usuarios

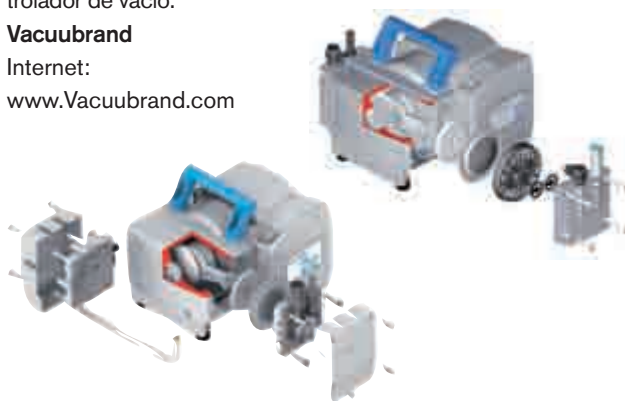
El National Institute of Standards and Technology (NIST) de EE UU ha inaugurado la Digital Library of Mathematical Functions (DLMF). Este portal de conocimiento abierto constituye la base de datos de funciones más importante del mundo. El proyecto DLMF es el resultado de más de 10 años de trabajo involucrando a editores y personal del NIST, un panel externo de editores asociados y 39 autores y validadores. En esta versión digital, la librería no sólo permite ofrecer un repositorio accesible y actualizado de funciones matemáticas, sino que se vale de las nuevas tecnologías para dar valor añadido a esa información utilizando gráficos interactivos y otras herramientas de gran utilidad para matemáticos, científicos e ingenieros. El DLMF también tiene una versión impresa titulada "NIST Handbook of Mathematical Functions" que ha sido publicada por Cambridge University Press.

membranas y las válvulas. Además, el fabricante mejora el rendimiento del vacío. En todos los modelos NT se pudo alcanzar una capacidad de aspiración y de vacío final más altos. La probada tecnología Vacuubrand de las partes o medios de contacto PTFE (fluoroplásticos), la membrana, tapa (cilindro) cabecera y el disco tensor de la membrana confieren a las bombas de membrana NT una excelente resistencia química y a los condensados una larga vida útil de la membrana. La diversidad de productos NT ofrece una variedad de aplicaciones en el rango de vacío de 0,3 a 70 mbar: para gases corrosivos y no corrosivos y vapores de disolventes, con rpm fijas o variables; además la opción bomba sola o equipada para ampliarse con recuperación de disolventes y controlador de vacío.

Vacuubrand

Internet:

www.Vacuubrand.com



>> Sonda para la supervisión del agua y de los líquidos industriales en tiempo real

La sonda FS-1000, última novedad de la compañía francesa Neosens, ha sido diseñada para la monitorización y el control en línea y en continuo, de las deposiciones en canalizaciones, intercambiadores y reactores. La sonda, que se basa en un principio patentado de medición microtérmica a través de microsensores (MEMS), se instala directamente sobre el conducto y permite controlar en tiempo real y de forma continua la formación (o la eliminación) del *fouling*, tanto si es de tipo orgánico (*biofilm*) como mineral (sarro). De este modo, permite asegurar la eficacia de los procesos de limpieza, prolongar los ciclos de producción, asegurar la calidad del proceso y del producto, reducir el consumo de energía y agua y minimizar, al mismo tiempo, los residuos de productos químicos de limpieza (biocidas y antiincrustantes).

Utilizable en cualquier tipo de líquido más o menos complejo (agua, leche, sopa, nata, jarabes, ron, productos de refinería, aguas blancas de la industria papelera, etcétera), la sonda FS-1000 presenta las siguientes características: gracias a su estructura de acero inoxidable (clase 316L), puede soportar hasta 150 °C con una presión de 30 bares en régimen continuo. Provista de una doble gama de medición (0-1 mm, 0-5 mm), goza de una excelente resolución, del orden de micras. No requiere calibrado previo (se realiza directamente en la fábrica) ni mantenimiento especial. Destinada a las aplicaciones industriales, se integra perfectamente al entorno industrial de cualquier fábrica así como a sus redes de monitorización (alimentación en 12 Vdc y salidas 4-20 mA en estándar).



www.greenheiss.com

ENERGÍAS RENOVABLES

- ENERGÍA SOLAR TÉRMICA
- BIOMASA
- AEROTERMIA
- GEOTERMIA
- EMISORES BAJA TEMPERATURA



902 11 04 58 **SALTOKI** *te ayuda*

Obtienen materiales plásticos ignífugos con componentes nanométricos

El Centro Tecnológico de Miranda de Ebro (CTME), en Burgos, junto con el Cellmat (Laboratorio de Materiales Celulares del Departamento de Física de la Universidad de Valladolid) han trabajado en la obtención de materiales de base polimérica, es decir, plásticos, con retardantes de llama basados en componentes nanométricos como nanoarcillas, nanotubos y nanofibras de carbono. La clave para conseguir materiales resistentes al fuego que se adapten a la nueva normativa es usar compuestos libres de halógenos. Además de la resistencia al fuego, el uso de nanocargas, que son partículas de tamaño nanométrico, optimizan las propiedades mecánicas de los materiales, según los investigadores. Denominado Proyecto Nanoignifugo, entre las posibles aplicaciones de uso final de estos materiales, dentro del sector de la construcción, pasan por formar elementos tales como láminas, tubos, aislantes térmicos y paneles. Sin embargo, los investigadores consideran que los resultados pueden extenderse a otros campos, como el sector aeronáutico y el de la automoción.

Litografía con enzimas para obtener superficies biosensoras microestructuradas

Investigadores de la Universidad Autónoma de Madrid han desarrollado un método para producir motivos geométricos de tamaño micrométrico constituidos por enzimas sobre superficies de oro, los cuales serán utilizados como nuevos transductores para el desarrollo de biosensores electroquímicos. La denominada "litografía blanda" engloba un conjunto de técnicas cuyo punto en común es la utilización de un polímero flexible como vehículo para transferir y posicionar -según un motivo geométrico de dimensiones micrométricas- el material que sirve de base a la estructuración de una superficie. El método está basado en formar, antes del estampado, un enlace entre la enzima y una molécula que tiene una gran afinidad por el sustrato de oro. La elección de la enzima se realizó considerando la gran importancia que presenta su sustrato, el lactato, en campos como el clínico y el agroalimentario.

Sistemas multirrobot que se adaptan al entorno y aprenden durante todo su ciclo de vida

Investigadores de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) desarrollan sistemas para la coordinación y comunicación de sistemas multirrobot que se adapten al entorno y aprendan durante todo su ciclo de vida. Para ello utilizan métodos bioinspirados, algoritmos evolutivos y aprendizaje por refuerzo. Además, están trabajando en la evolución autónoma de un lenguaje para equipos de robots. Estas habilidades servirían para aplicaciones en el campo del transporte, la vigilancia y la localización en catástrofes. El objetivo que se persigue es el de demostrar si un conjunto de robots puede crear de forma autónoma un lenguaje que sirva para comunicar entre ellos marcas o lugares de un entorno que no se hayan considerado en tiempo de diseño. Por ejemplo, si un equipo de robots puede llegar a nombrar defectos o áreas de acumulación de basura en sus zonas de vigilancia.

Algunos de los sectores industriales a los que se dirige la sonda son: la industria agroalimentaria, en especial las industrias de tratamiento y transformación de productos lácteos sometidos a la obligación de monitorización del *fouling* y de eficacia de los procedimientos de limpieza en funcionamiento. También a las torres de refrigeración para prevenir el riesgo de legionelosis en el *biofilm* y a la industria papelera para el seguimiento del *fouling* en las máquinas (en especial, la contaminación microbiológica en los limos de la pulpa). Esta empresa está representada en España por Vitalfluitech.

Neosens

Tel. 937 198 548

Correo-e: cblanco@vitalfluitech.com

Internet: www.vitalfluitech.com-www.neo-sens.com

>> Autoclaves que utilizan la tecnología BioCote para controlar el crecimiento microbiano

Priorclave es un fabricante inglés que dispone de una gama completa de autoclaves que permiten luchar contra el crecimiento microbiano superficial, de gran ayuda para los hospitales, los sectores bioquímico, alimentario y farmacéuticos pues reduce el riesgo de contaminación cruzada. Estos autoclaves utilizan la tecnología de BioCote, que ha demostrado su eficacia en los ambientes que requieren extremar la higiene, reduciendo drásticamente el crecimiento microbiano. La tecnología de BioCote ayuda a la lucha contra la infección inhibiendo el crecimiento de una amplia gama de microorganismos, incluyendo *Escherichia coli*, *Pseudomonas* y MRSA (*Staphylococcus aureus*) en las superficies exteriores del equipo. BioCote también ha demostrado su eficacia en el sector alimentario, tanto en carnes cocinadas en las cuales la reducción media combinada de microbio ha demostrado su eficacia en un 96% menos en las superficies tratadas con esta tecnología. El *Campylobacter* causa más casos de intoxicación alimentaria que la salmonela y ha contribuido a la contaminación en muchas ocasiones de los pollos durante el transporte en cajones. En sociedad con Anglia Autoflow, BioCote comprobó que los cajones de transportes tratados resistieron al contagio. Estos ensayos concluyen que la plata puede complementar las prácticas de limpieza e higiene de las empresas con sus productos. Las industrias del agua también utilizan BioCote.

Priorclave

Internet: Priorclave.co.uk

>> Aspirador robusto con un gran contenedor apto para suciedad seca y líquida

El potente aspirador Kemper E-Vac 2000 para líquidos y sólidos está dotado de componente de aspiración compuesto por tres motores de derivación autorrefrigerantes. Los motores pueden funcionar de forma independiente y se pueden accionar por medio de interruptores que se encuentran en la parte posterior del equipo, que es apto para aspirar polvos secos, líquidos, aceite y virutas. El contenedor para los desperdicios es de acero con una capacidad de 100 l y está provisto de ruedas que permiten el fácil desplaza-



Presto es todo esto:

Todos los DIN A4 del proyecto Gestión de la construcción

Antes del proyecto

Justificación de honorarios

Predimensionado de viviendas, oficinas, naves y proyectos de urbanización

Catálogos de productos para la construcción

Durante el proyecto



Mediciones y presupuestos

Pliego de condiciones

Estudio de seguridad y salud

Plan de control de calidad

Estudio de gestión de residuos

Libro del edificio

Durante la dirección de obra

Comparación de ofertas

Certificaciones, actas y documentos de obra

Reformados, certificaciones oficiales y revisión de precios para obra pública

Antes de la ejecución

Planificación por diagrama de barras

Planificación económica de ingresos y costes

Comparativo de contratos, compras y subcontratas

Evaluación de aspectos ambientales

Plan de seguridad y salud

Durante la ejecución

Control de producción

Gestión del valor ganado (EVM)

Análisis de costes reales

Seguimiento de pedidos, albaranes y facturas

Control de pagos y cobros

Después de la entrega

Gestión de repasos en promociones de viviendas

miento. Va provisto de un soporte con ruedas y se puede extraer fácilmente gracias a un sistema exclusivo y práctico de desenganche del mango. La base de acero tubular hace que el E-Vac 2000 sea particularmente robusto y posee un gran contenedor. Ruedas de alta calidad industrial garantizan un movimiento adecuado, incluso en superficies irregulares. El completo aspirador es de metal y está pintado con polvo epoxídico. El contenedor, de gran volumen y con ruedas, garantiza largos periodos de trabajo sin tener que vaciarse. El agitador de filtro manual exterior permite la limpieza en pocos segundos de los filtros después de un largo funcionamiento del filtro. El cabezal del motor completo es de metal, con potentes motores de alta calidad y con enfriamiento separado en los motores, paro/marcha individual. Posee alto volumen de corriente de aire, lo que proporciona una fuerte aspiración. Resulta apropiado para la aspiración de líquidos sin preseparador. Su amplia superficie del filtro de (estrella) para polvo, su velocidad mínima de conducción, su baja superficie de carga del filtro y sus largos intervalos de servicio permiten un bajo coste de manutención. Dispone de un cesto portaaccesorios para el mantenimiento de las piezas necesarias.

Kemper

Internet: www.kemper.eu

>> Cascos para la industria con prestaciones adecuadas a sus distintas actividades

La empresa MSA ha lanzado la nueva serie V-Gard de cascos de seguridad para la industria. Esta línea de producto incluye tres cascos principales: V-Gard, con copa en polietileno de alta densidad (HDPE), como casco robusto polivalente; V-Gard 200, con copa en ABS, como casco estilizado de bajo perfil, y V-Gard 500, con copa en ABS, como casco de altas prestaciones con una serie de características especiales. Todos los productos están aprobados conforme a EN397 con diferentes grados de prestaciones y son adecuados para utilizar en numerosas aplicaciones en varias industrias, tales como construcción, servicios, petróleo y gas, petroquímica, minería y distribución de energía. Como complemento a los cascos de la serie V-Gard, MSA ofrece una amplia selección de accesorios para proporcionar protección adicional (visores, pantallas faciales, protección auditiva, cubrenucas) y utilidad extra como soportes para lámpara. Los cascos V-Gard de MSA son productos estilizados de gran comodidad y con muchas prestaciones, que proporcionan una protección fiable contra varios peligros presentes en cualquier ambiente de trabajo. Utilizando solamente suspensiones con base textil, los cascos de seguridad para la industria pueden usarse largos periodos de tiempo, cinco días por semana, durante todo el año, y resultan cómodos para el usuario. Con el proceso personalizado Logo Express, MSA ofrece la posibilidad de personalizar los cascos con un logo específico, bien como identificación de marca del cliente o bien para diferenciar a los trabajadores en el lugar de trabajo.

MSA

Internet: www.msa-europe.com



>> Cajas palés de paredes desmontables y plegables que facilitan el almacenamiento

MP Packaging, la división de ventas del fabricante MP Products, ambos con sede en Veldhoven (Holanda), ha desarrollado múltiples líneas de productos de sistemas de embalaje retornables. La MP Box es una caja palé desmontable y plegable de construcción fiable y sólida, compuesta por un palé y cuatro paredes desmontables. Las cuatro paredes se unen robustamente con tornillos y se sujetan el palé con broches. Para favorecer el almacenamiento, las paredes pueden desmontarse fácilmente por una única persona con unos pocos movimientos. Las paredes desmontadas de siete cajas pueden almacenarse en una sola caja, reduciendo de este modo el espacio vacío en el 88%. Además, ofrece también la posibilidad de transportar las paredes desmontadas y los palés por separado.

La MP Polybox está formada por un palé con cuatro sólidas paredes plegables. Todas ellas forman parte de una construcción uniforme con el palé. La MP Polybox se puede apilar tanto cuando está plegada como cuando no lo está. Plegada, sin embargo, se reduce el volumen en el 80%. Una característica especial de la MP Polybox es el hecho de que las paredes son lisas, lo cual es ideal para situar en ellas impresiones promocionales, que no es posible en los palés de plástico convencionales.

La MP Box y la MP Polybox están construidas al 100% con materiales reutilizables. Desmontar y separar los materiales reutilizables se puede hacer fácilmente, creando de esta manera nada de desperdicios durante su vida útil. Además, a través de sus innovadoras características de diseño y su estructura plegable y desmontable, la MP Box y la MP Polybox reducen las emisiones de CO₂ al ahorrar materias primas y recursos naturales.

MP Packaging

Internet: info@mppackaging.eu

>> Tuercas y tornillos plásticos que soportan el desgaste y con buena resistencia al calor

Cinco nuevos modelos de tornillos de cabeza moleteada sin extensión complementan la gama de tornillos plásticos Bülte. Adaptado para todos los sectores de la industria, estos tornillos son ideales para ensamblajes manuales. El material estándar es poliamida (nailon), la cual es resistente a diversos productos químicos, tiene excelentes propiedades mecánicas, incluida la resistencia al desgaste, bajo coeficiente de fricción, alto punto de fusión y buena resistencia al impacto, y es igualmente muy ligera.

La gama de temperatura de trabajo es de -30 °C a +100 °C. Existen otros materiales disponibles, previa consulta, tales como PP, PE y PVDF y PA relleno de vidrio (por su fuerza tensil y alta rigidez, reemplaza idealmente al aluminio y al cinc en las piezas de





Nebrija
Universidad
La Universidad en Vivo

LIVING NEBRIJA LIVING UNIVERSIDAD



CURSO DE ACCESO al título oficial de

**GRADO EN
INGENIERÍA MECÁNICA** para

**INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
DE ESPECIALIDAD MECÁNICA**

Curso de Adaptación a Grado aprobado por la ANECA
Modalidad **"A DISTANCIA"**

El curso tiene una carga lectiva que varía en función de cual es la universidad de origen donde se ha estudiado Ingeniería Técnica y de cual es el itinerario de optatividad que cursó el estudiante en esa universidad. Típicamente la carga del curso se sitúa entre 27 y 48 ECTS repartidos en asignaturas de 6 ECTS por lo general. Los créditos de todas las asignaturas que se hayan cursado en la universidad de origen, se podrán reconocer y no será necesario que vuelva a cursarlos.

La universidad realizará un estudio personalizado gratuito de convalidaciones en función del plan de estudios cursado.

Duración El curso se desarrollará entre **octubre de 2010 y mayo de 2011**

Plazo de inscripción **Del 1 de julio al 20 de septiembre de 2010**

Información e inscripciones **gradomecanica@nebrija.es**
Tel.: **91 452 11 00**

www.nebrija.com

EMPRESAS

Acuerdo para ampliar las posibilidades del diseño de aplicaciones de bajo coste

MathWorks y Texas Instruments han anunciado una colaboración continua con el objetivo de proporcionar a sus clientes un soporte ampliado para el diseño de aplicaciones de bajo coste y eficientes desde el punto de vista energético. Los ingenieros que usen los microcontroladores (MCU) en tiempo real TMS320C2000 Piccolo de TI ahora pueden adoptar el diseño basado en modelos para dar soporte a toda la cadena de desarrollo, desde el de algoritmos hasta la generación de código de producción. Al añadir soporte para la familia de MCU Piccolo de bajo coste y alto rendimiento, el producto Target Support Package de MathWorks ahora ofrece una rápida implementación llave en mano, una comprobación anticipada y un menor plazo de salida al mercado para aplicaciones de control digital de motores, iluminación, energías renovables y otras aplicaciones que requieran un control en tiempo real.

Nueva red social española dirigida a directivos y gerentes de empresas

El fenómeno de las redes sociales se extiende cada vez más al terreno profesional. Uno de los últimos casos ha sido el lanzamiento de DIR&GE, una nueva red social dirigida a directivos y gerentes que pretende facilitar el *networking* virtual con la celebración de eventos presenciales que se llevan a cabo en las distintas comunidades autónomas. DIR&GE pretende convertirse en una nueva red social dentro del sector empresarial y ha sido lanzada por el empresario madrileño Juan Carlos Lozano, con el objetivo de incrementar el desarrollo profesional y de negocio y generar una red de contactos. Uno de los muchos rasgos diferenciadores que marcan a DIR&GE es que combina, en el día a día, toda la actividad puramente virtual con la siempre imprescindible actividad presencial. DIR&GE celebra periódicamente sesiones y eventos de *networking* presencial durante los cuales se materializan en acuerdos los contactos virtuales.

Vaillant hace más accesibles sus productos en su primer catálogo en formato Presto

Vaillant, empresa especializada en soluciones de calefacción y sistemas integrales de climatización utilizando las energías renovables, publica su primer catálogo en formato Presto.

Presto es el programa de mediciones y presupuestos, planificación temporal, enlace con CAD, calidad, medio ambiente y control de costes para edificación y obra civil más difundido entre los profesionales hecho por Acae. Con la adaptación a este formato de su catálogo completo, Vaillant pone al servicio de estudios e ingenierías que realizan proyectos, empresas constructoras y promotores de la construcción una herramienta útil y práctica para la confección de presupuestos y ofertas para los proyectos de edificación. El nuevo CD contiene partidas de obra y precios actualizados de la gama Vaillant: calderas murales de gas y de condensación, calentadores de agua a gas, acumuladores de agua a gas, termos eléctricos, sistemas solares térmicos, regulación y control, geotermia y biomasa.

grifería). Los tornillos de cabeza moleteada están disponibles en los tamaños M5, M6, M8, M10 y M12 (longitud de 6 a 130 mm). El color estándar es natural, pero se puede suministrar estas piezas en una amplia gama de colores, según sus requerimientos. Bülte es una empresa certificada con la norma DIN EN ISO 9001-2008. Esta empresa también dispone de tuercas ideales para el apriete manual. Las tuercas de aletas con arandela no requieren herramientas gracias a sus aletas, que permiten el apriete manual. La arandela integrada elimina la necesidad de otra independiente y reduce el tiempo de montaje (asegurando una distribución uniforme de la carga y protección de la superficie). Están disponibles en M6 (otras dimensiones, bajo demanda). El espesor de la arandela es de 2 mm y el diámetro de 21 mm. El material de fabricación estándar es poliamida 6.6 natural, un material que ofrece un gran número de ventajas en comparación con el acero: no se oxida, es limpio y aislante y también extremadamente ligero. Debido a su excelente resistencia a la tracción y al calor, además de sus extraordinarias características de elasticidad y de resistencia eléctrica y química, los productos de poliamida de Bülte cada vez son más utilizados en la industria. Las tuercas son adecuadas para todos los sectores de la industria, por ejemplo, aplicaciones eléctricas, electrónicas, de automoción, industria alimentaria, de plásticos, de muebles, deportiva, médica, impresión, construcción naval, metalurgia, etcétera. Hay posibilidad de materiales y colores alternativos bajo demanda. Bülte es distribuido en España por la empresa Fixor.

Bülte

Tel. 937 171 900

Correo-e: info@fixor.es

Internet: www.fixor.es. www.bulte.com

>> Contador estático monofásico con capacidad de comunicación remota y otras interfaces

El DOMOTAX TeLeGeST DLMS es un nuevo contador estático monofásico que Orbis ha lanzado al mercado, con capacidad de comunicación PLC y funciones que permiten su telegestión con protocolo DLMS, para medida de energía activa y reactiva, de conexión directa e instalación en interior. Este contador dispone de registros para la medida del consumo de energía activa tanto de importación como de exportación y registros para la medida del consumo de energía reactiva inductiva y capacitiva en los cuadrantes. Presenta un único *led* emisor de impulsos configurable para energía activa o reactiva. También dispone de un sistema de tarificación que considera hasta 12 temporadas y 6 periodos tarifarios y en su *display* se pueden visionar toda una serie de indicadores que permiten conocer el estado de las comunicaciones, del elemento de corte, del sentido de la energía, del cuadrante activo, de la presencia o ausencia de fase y corriente, así como del periodo tarifario activo. Además, incorpora registros de históricos y curva de carga y presenta la posibilidad de



cierre inmediato a través del botón precintable (cierre manual), preprogramado en una fecha determinada y remota mediante protocolo de comunicaciones. Puede comunicarse también de forma remota con el concentrador DOMOTAX TeLeGeST DLMS para su gestión a través de la línea de potencia (comunicación PLC) y también puede existir comunicación local mediante interfaz óptica. Además, hay disponible un *software* que permite la lectura de contadores de telegestión DLMS. A su vez, dispone de un circuito de corte omnipolar, realizando el corte de forma simultánea sobre todos los polos. Este aparato permite la detección y registro de las aperturas de la tapa cubrebornes, de los cortes y de las reposiciones de la tensión de alimentación, incorporando registros de calidad de suministro.

Orbis

Tel. 915 672 277

Correo-e: info@orbis.es

Internet: www.orbis.es

>>> Armarios y pupitres para facilitar el trabajo a los operadores del sector eléctrico

Los productos que se fabrican en la empresa IDE van destinados tanto al sector eléctrico como al de las telecomunicaciones. En la actualidad la empresa ofrece la más amplia gama de envoltorios plásticos y metálicos eléctricos, tomas de corriente y

envoltorios para telecomunicaciones y está a la altura de cualquier multinacional del sector en variedad de productos, diseño y calidad. La nueva serie de pupitres Baltic presenta un diseño elegante y funcional, concebida para favorecer la máxima versatilidad y el mejor acceso para el operador. Pupitres fabricados con materiales de alta calidad en acero laminado en frío, con un grado de protección IP55 y máxima resistencia al impacto IK10. Está disponible en dos versiones, pupitres con panel de control sinóptico y pupitres con panel de control. Además, existe la posibilidad de realizar proyectos a medida según las necesidades de cada instalación. Esta serie se complementa con una amplia gama de accesorios de instalación, como placas, perfiles y zócalos que aportan soluciones globales, por lo que con total seguridad el usuario encontrará la que se ajuste más a sus necesidades.

Esta empresa también comercializa la serie Atlantic Plus de armarios de distribución IP40-IP55, con una gran capacidad modular. Atlantic Plus está concebida para atender las necesidades de las grandes instalaciones, que por sus características constructivas requieren un tipo de armario específico de gran capacidad y una estética muy cuidada. Esta serie comprende armarios de 1.800 y 2.000 mm de altura con una capacidad de entre 180 y 288 módulos en dos versiones: desmontables IP40 y compactos IP55, con posibilidad de puerta opaca o transparente. Están fabricados con materiales de gran calidad, en chapa de acero laminado en frío y pintura de epoxi-poliéster RAL7035. Presentan un sistema de montaje rápido y sencillo, con posibili-

UrbiCAD architecture SL
Software para el desarrollo de Planes de Autoprotección, Emergencia y Evacuación.

UrbiCAD DB-SI/ Planes de Autoprotección

- Memoria de cumplimiento del **CTE DB-SI** o del **RD 2267/2004** para establecimientos Industriales
- Desarrollo de Planes de Autoprotección conforme NB-Autoprotección (**RD 393/2007**).
- Gestión de Emergencias y situaciones de crisis.

www.urbicad.com // Tel. 963 492 144

PREPARACIÓN A DISTANCIA Y PRESENCIAL

CATEDRÁTICOS Y PROFESORES DE ENSEÑANZA SECUNDARIA

- FILOSOFÍA
- LATÍN Y CULTURA CLÁSICA
- GRIEGO Y CULTURA CLÁSICA
- LENGUA CASTELLANA Y LINGÜÍSTICA
- GEOGRAFÍA E HISTORIA
- MATEMÁTICAS
- FÍSICA Y QUÍMICA
- BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA
- DIBUJO
- INGLÉS
- FRANCÉS
- ALEMÁN
- MÚSICA
- EDUCACIÓN FÍSICA
- PSICOLOGÍA Y PEDAGOGÍA
- TECNOLOGÍA
- ECONOMÍA
- FORMACIÓN Y ORIENTACIÓN LABORAL
- ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
- ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN COMERCIAL
- INFORMÁTICA
- ORGANIZACIÓN Y PROYECTOS
- DE FABRICACIÓN MECÁNICA
- ORGANIZACIÓN Y PROCESOS DE VEHÍCULOS
- EMPAQUE Y PROYECTOS DE SISTEMAS ENERGÉTICOS
- SISTEMAS ELECTROTÉCNICOS Y AUTOMÁTICOS
- SISTEMAS ELECTRONICOS
- CONSTRUCCIONES CIVILES Y EDIFICACIÓN
- PROCESOS DIAGNÓSTICOS CLÍNICOS Y ODONTOLÓGICOS
- PROCESOS SANITARIOS
- PROCESOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA
- INTERVENCIÓN SOCIOCOMUNITARIA
- AGROPECUARIO Y RIEGO
- PROCESOS Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN
- ASESORIA Y PROCESOS DE IMAGEN PERSONAL
- ANÁLISIS Y QUÍMICA INDUSTRIAL
- PROCESOS DE PRODUCCIÓN AGRARIA

PROFESORES TÉCNICOS DE FORMACIÓN PROFESIONAL

- PROCESOS DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA
- PROCESOS COMERCIALES
- SISTEMAS Y APLICACIONES INFORMÁTICAS
- MECANISMO Y MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS
- SOLDADURA
- INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS TÉRMICOS Y DE FLUIDOS
- MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS
- INSTALACIONES ELECTROTÉCNICAS
- EQUIPOS ELECTRONICOS
- ORIENTACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN
- PROCEDIMIENTOS SANITARIOS Y ASISTENCIALES
- PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS CLÍNICOS Y ODONTOLÓGICOS
- OPERACIONES Y EQUIPOS DE PRODUCTOS ALIMENTARIOS
- SERVICIOS A LA COMUNIDAD
- COCINA Y PASTELERÍA
- SERVICIOS DE RESTAURACIÓN
- TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE IMAGEN Y SONIDO
- OPERACIONES DE PRODUCCIÓN AGRARIA

CATEDRÁTICOS Y PROFESORES DE ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS

- INGLÉS
- ESPAÑOL
- FRANCÉS
- ALEMÁN

MAESTROS DE ENSEÑANZA PRIMARIA

- EDUCACIÓN PRIMARIA
- EDUCACIÓN INFANTES
- INGLÉS
- FRANCÉS
- EDUCACIÓN FÍSICA
- ASISTENCIA Y LENGUAJE
- EDUCACIÓN MUSICAL
- PEDAGOGÍA TERAPÉUTICA

CEDE C/ CARTAGENA, 129 - 28002 MADRID
TELS.: 91 564 42 94 - FAX: 91 563 60 54
www.cede.es - E-mail: opinion@cedes.com

MEDIO AMBIENTE

Programa informático para facilitar información sobre peligros medioambientales

Europa ha puesto en marcha un programa informático y nuevos métodos estadísticos que ayudan a generar información sobre contaminación y peligros medioambientales. El proyecto INTAMAP (de interoperabilidad y cartografía automática) sirve de complemento a los centros de vigilancia de la calidad del aire existentes en Europa. Estos puntos de vigilancia de la contaminación, repartidos por toda Europa, generan información muy útil sobre vertidos nucleares y químicos, contaminación de aguas subterráneas, emisiones del tráfico rodado y otros datos medioambientales, pero su coste limita un despliegue más amplio. Aun así, los datos generados mediante esta red relativamente pequeña de puntos de vigilancia son fundamentales para que las autoridades procedan de la mejor forma posible a solucionar los problemas medioambientales mencionados.

Banco de ensayos para conocer en condiciones reales la efectividad de las placas fotovoltaicas

El Grupo Unisolar y la Universidad de Salamanca trabajan juntos para estudiar el comportamiento de diferentes tecnologías fotovoltaicas en condiciones de funcionamiento real. Para ello, han instalado un banco de ensayos en la sede que tiene la empresa en Béjar en el que pueden colocar hasta cinco módulos diferentes y monitorizar el rendimiento de cada uno en diferentes condiciones meteorológicas. La razón de querer comparar diferentes placas fotovoltaicas radica en las diferentes tecnologías que se están empleando para la obtención de energía solar. Los módulos más habituales son de silicio cristalino, pero en la actualidad se extienden los dispositivos de segunda generación, módulos de capa fina o lámina delgada con gran capacidad de absorción de la radiación solar, que es la propiedad que permite generar energía eléctrica. La capa fina es la gran apuesta de la empresa bejarana, pero hay pocos datos de su comportamiento.

Se aprueba la nueva directiva europea, más restrictiva, sobre emisiones industriales

La UE ha aprobado una nueva legislación más restrictiva sobre emisiones industriales que mejora y aclara el acervo europeo que existe en la actualidad. La directiva actualiza la legislación sobre las grandes instalaciones de combustión que tendrán nuevos valores más exigentes sobre límite de emisión. Con esta aprobación, la UE refuerza el proceso de determinación y aplicación de las mejores técnicas disponibles para la reducción de las emisiones de las actividades industriales al aire, al agua y al suelo, así como los niveles de emisión asociados a tales mejores técnicas. Se aclaran los posibles motivos para aplicar, en casos específicos, límites de emisión menos estrictos que los asociados a la mejores técnicas. En el caso de las grandes instalaciones de combustión, se adoptan nuevos valores límite de emisión más exigentes que se aplicarán dos años más tarde que la entrada en vigor de la directiva para las nuevas instalaciones. Para las instalaciones existentes, la fecha de aplicación será el 1 de enero de 2016.

dad de integrar módulos auxiliares para interruptores generales, (máximo de 630 A) y embarrados, ofreciendo así una total funcionalidad al instalador. Están destinados a locales de pública concurrencia como pasillos de servicio de centros comerciales, hospitales, hoteles, colegios, etcétera, y pueden aplicarse también a locales comerciales de tamaño medio y medio-alto, con potencias instaladas medias donde se requiere una importante cantidad de módulos de control.

IDE

Tel. 976 451 080

Correo-e: ide@ide.es

Internet: www.ide.es

>> Pantalla de soldadura con filtro polarizado que se ajusta de forma segura y estable



La nueva pantalla de soldadura Speedglas 9100 ofrece un sistema de suspensión innovador que se ajusta de forma segura y estable al perfil de cada usuario. Esta ofrece protección, comodidad y rendimiento óptimos.

El nuevo diseño incorpora cambios radicales no sólo en el modo en que el usuario se coloca la pantalla, sino también en el buen ajuste, la estabilidad y el equilibrio que experimenta. La nueva pantalla también alberga mejor la cabeza, ajustándose con seguridad y sin necesidad de apretar la banda tanto como en las pantallas convencionales.

En el sistema de suspensión de cabeza, el punto de pivote de la pantalla está situado justo encima de las orejas, con lo que se obtiene un centro de gravedad más adecuado y se mantiene la pantalla más próxima a la cabeza, tanto en la posición alta como en la baja de la pantalla. Así, con la mayor proximidad posible, se provoca una mayor sensación de ligereza, estabilidad y equilibrio en todo momento. En definitiva, se reduce el «efecto palanca», con lo que disminuye en gran medida la tensión ejercida sobre los músculos del cuello.

La parte delantera de la banda de cabeza se ajusta automáticamente a la frente y reduce la presión ejercida sobre nervios y vasos sanguíneos vulnerables. La presión se distribuye de forma homogénea en juegos de almohadillas gemelas según la forma exacta de la frente. Estas consiguen, junto con el diseño de sujeción suave, una adaptación más próxima a la forma real de la cabeza. De esta manera, el usuario no tiene que apretar esta banda tanto como si se tratara de una convencional. Además, el sistema de suspensión ha sido diseñado para evitar presiones en puntos de acupresión y acupuntura sensibles que están localizados en la parte trasera de la cabeza y superior, por encima de la oreja.

3M

Tel. 913 216 000

Internet: www.solutions.productos3m.es



CÁTEDRA CESVIMAP

Título Universitario Especialista en Peritación de Automóviles

80% on line

525 horas, 21 ECTS (adaptados al plan Bolonia)

Los conocimientos y las aptitudes necesarias para poder peritar o valorar vehículos siniestrados ahora están al alcance de aquellos profesionales que estén formados en las funciones de un perito de seguros, en las pautas para el análisis e inspección de daños en un siniestro, en la metodología de la confección de peritaciones y en la utilización de herramientas de valoración manual e informatizadas.

Título propio otorgado por la
Universidad Católica de Ávila. ¡ÚNICO EN ESPAÑA!

Para:

- Titulados Universitarios, especialmente ingenieros.
- Estudiantes de las carreras anteriores que tengan pendientes menos de 18 créditos más el proyecto de fin de carrera, cuando lo hubiera.
- Graduados en automoción en el ciclo superior de formación profesional.
- Gerentes, directores y profesionales que desarrollan su actividad laboral en el ámbito de la peritación o que deseen acceder a estos puestos.
- Aquellas personas que deseen dedicar su actividad profesional, como autoempleo, en este sector.

Homologado
por Apcas*



Asignaturas

- 1.- Teoría del seguro (1 ECTS).
- 2.- El seguro del automóvil (2 ECTS).
- 3.- Organismos y convenios (2 ECTS).
- 4.- Aspectos judiciales y de la tramitación (2 ECTS).
- 5.- Reparación de automóviles. Procesos de trabajo (3 ECTS).
- 6.- Otros vehículos (2 ECTS).
- 7.- Técnica Pericial I (2 ECTS).
- 8.- Técnica Pericial II (2 ECTS).
- 9.- Práctica Pericial I (2 ECTS). Presencial.
- 10.- Práctica Pericial II (2 ECTS). Presencial.
- 11.- Conocimientos del taller como empresa (1 ECTS).

Inscríbete:



Teléfono 920 206 300 / 333
Fax 920 206 319
cursos@cesvimap.com

www.cesvimap.com



* Sólo FP II o Grado Superior de Automoción e ingenieros técnicos y superiores.

>> Pantalla táctil que facilita la medición de componentes en los laboratorios

Con las prestaciones de un PC, más pequeño que un ordenador portátil y de uso tan sencillo como un iPhone. Estas son las ventajas que ofrece el 900 Touch Control, un instrumento analítico útil para las mediciones en laboratorios. Los usuarios del nuevo módulo de operación de Metrohm inician las valoraciones tocando simplemente un símbolo en la pantalla táctil. Cientos de miles de colores ofrecen una sorprendente experiencia visual, y gracias a la integración del dispositivo en una red, se cuenta con todas las posibilidades de comunicación de datos de los laboratorios modernos. Hasta 14 métodos diferentes se pueden asignar al correspondiente número de símbolos en la función «Favoritos» de la pantalla táctil. Uno, dos o más usuarios, cada uno tiene acceso directo a sus métodos más importantes en la pantalla de inicio y puede activarlos tocando simplemente el icono respectivo. Lo que hasta ahora exigía el uso de un ordenador personal, ahora es posible con el 900 Touch Control gracias a su microelectrónica avanzada. A través de la interfaz Ethernet se puede acceder a una intranet. Es posible imprimir los informes en cualquier impresora integrada en la red o guardarlos en una memoria de la red o en un disco duro externo. Además, los resultados de los análisis o cualquier otro dato se pueden enviar directamente a cada LIMS o, en el caso de aparatos independientes, archivar directamente. Otras características del 900 Touch Control son: interfaz USB para impresora, teclado o ratón. Posibilidad de guardar los métodos directamente en un lápiz de memoria y de volver a leerlos en este dispositivo. Realiza un test automático del electrodo para resultados siempre fiables y posee función de autoarranque: las valoraciones se pueden iniciar de forma automática, inmediatamente después de agregar la muestra.

Metrohm

Internet: www.metrohm.com

>> Mandrinadoras con gran capacidad de mecanizado en condiciones de corte severas



Bost ha desarrollado las mandrinadoras de columna móvil BostRam, diseñadas y realizadas con los últimos avances tecnológicos del mercado para el mundo de los grandes mecanizados de alta precisión. La principal característica de estas mandrinadoras es la gran capacidad de mecanizado en las condiciones de corte más severas, así como una excelente flexibilidad en la configuración gracias a la amplia gama de accesorios y opciones. Están provistas de guiado hidrostático en todos los ejes lineales, con lo que no existe desgaste en las guías, se garantiza la rigidez para los trabajos en desbaste y precisión en el acabado, se controla la geometría a través del control de la temperatura y se consigue alta precisión de posicionamiento y desplazamiento.

Disponen de diferentes sistemas de compensaciones para garantizar la geometría: compensación automática de la caída del RAM mediante dos cilindros hidráulicos, que corrige la caída del RAM para las diferentes condiciones de trabajo controlado en todo momento mediante CNC; compensación baricéntrica para el cabezal, que corrige en tiempo real las variaciones de centros de gravedad que sufre la máquina; control de la presión del sistema hidrostático mediante CNC que corrige la mínima variación geométrica; compensación de las dilataciones del eje Z, con la que cualquier dilatación que pueda sufrir el mandrino y el RAM son compensados en tiempo real.

Como accesorios, estas mandrinadoras pueden equiparse con mesas giratorias de hasta 125 t, mesas giratorias con paleización automática, gran variedad de cabezales angulares, cambio automático de cabezales con estación *pick-up* y cambiador de herramientas automático, con posibilidad de cambio en horizontal o en vertical para diferentes cabezales angulares.

El diámetro de mandrino de las BostRam oscila entre los 160 y los 250 mm, según modelo, y el diámetro del cono puede ser de 50 o 60 mm. La potencia del mandrino está entre los 40 y los 140 kW y su velocidad, de 2 a 4 gamas, es de 1.400 a 3.500 rpm, con un par máximo de entre 2.300 Nm en el modelo 50 y 27.000 Nm en el modelo 300. En cuanto al curso de los ejes, es de 3.000 o 4.000+N x 1.000 mm para el X, de 2.500 a 7.000 mm para el Y, de 1.000 a 1.500 mm para el W y de 700 a 1.500 mm para el Z.

Bost

Tel. 943 692 375

Correo-e: bost@bost.es

Internet: www.bost.es

>> Solución de limpieza eficiente, silenciosa y especial para utilizar en pequeños espacios

El Nilfisk SM 800 es tan fácil de utilizar como una escoba, pero cinco veces más rápido. Este barredor manual del suelo es la solución para la limpieza tanto de lugares interiores como exteriores con espacio limitado y particularmente en áreas congestionadas como son los talleres. No sólo limpia el polvo y la suciedad, sino que, debido a su sistema del derrocamiento con las escobas bilaterales y dos escobas principales se adapta especialmente para coger el papel, las hojas, e incluso los pequeños tornillos, clavos, pernos, latas, corchos y cigarrillos. Puede ser una solución para almacenes, pequeñas fábricas, tiendas, escuelas, alamedas, hoteles y garajes. Además, de ser práctico es fácil de utilizar, su almacenamiento no requiere de mucho espacio y el diseño especial de la manija guarda la tolva en el lugar incluso cuando se almacena en una posición vertical o cuelga de una pared. La tolva resistente a la corrosión, de 34 litros, puede ser vaciada rápidamente. Las escobas laterales y las principales se pueden ajustar individualmente en posiciones múltiples sin usar herramientas. El Nilfisk SM 800 es eficiente y silencioso.

Nilfisk

Internet: www.nilfisk.com

Naturaleza patria

Santos Casado de Otaola, doctor en biología e historiador de las ciencias naturales y los movimientos ambientales, ha escrito un libro definitivo sobre esos temas tan queridos para mí que, de manera casi anecdótica, he ido desgranando en esta columna a lo largo de los años y también en algunos libros menos afortunados que el suyo. El título lo dice todo: *Naturaleza patria. Ciencia y sentimiento de la naturaleza en la España del regeneracionismo* (Marcial Pons, 2010), que sigue la estela de *Los primeros pasos de la ecología*, publicada por el mismo autor hace ya unos cuantos años.

Santos Casado es un escritor minucioso y perfeccionista que ha acabado por familiarizarse y familiarizarnos con ese mundo tan sugerente como poco conocido de los naturalistas y conservacionistas del siglo XIX y parte del XX, nombres tan emblemáticos como los de Casiano de Prado, Mariano de la Paz Graells, Lucas Mallada, Joaquín Costa, Ignacio Bolívar, Ricardo Codorniu, Eduardo Hernández-Pacheco, Pedro Pidal, etcétera. Son los constructores del saber ecológico en España y los pioneros de un tímido conservacionismo que han puesto los cimientos de la actual cultura ecológica.



VIRIDIS

“La tesis fundamental que aquí se propondrá –resume Santos Casado en las primeras páginas– es que ese volverse hacia la naturaleza en la sociedad española de finales del XIX y principios del XX responde a la búsqueda de un solar patrio, un sustrato físico a la vez auténtico e inocente, en el que poder fundamentar las propuestas de regeneración (...). Hay en el ambiente una mentalidad positivista que induce a formular en clave naturalista los problemas sociales. El sustrato natural no sólo se ve como la base de la nación en un sentido físico; también puede ser el punto de partida y la garantía de su resurgimiento en lo económico y en lo moral”.

De algún modo queda resumido el libro de Santos Casado en esta larga cita que deja explícitas las intenciones del autor. Como tantas veces diría Jordi Pujol cuando estaba al frente del Gobierno de Cataluña, hay que “hacer país”, y a ello se dedicaron con denuedo estos hombres visionarios que, en medio de la

“NO ES CASUALIDAD QUE ESTA MIRADA REFLEXIVA Y DEFENSIVA SOBRE NUESTRAS ESENCIAS PATRIAS, COMENZANDO POR EL ESTUDIO Y LA DESCRIPCIÓN DEL PROPIO TERRITORIO, COINCIDIERA CON EL FIN DEL IMPERIO COLONIAL”

indiferencia de una buena parte de la sociedad española, suplieron carencias de todo tipo con sacrificios y entusiasmos admirables. En otro momento he recogido aquí esa costumbre decimonónica de identificar como patriotas a aquellos que se dedicaban a estudiar y defender la naturaleza. Es de esos patriotas de los que habla este libro. “A lo largo de la historia –escribe el autor– los fundamentos de lo comunitario, y más tarde de lo nacional, han tenido mucho que ver con las formas de ocupación, acceso y uso del territorio y de sus recursos”.

Durante muchos años hemos creído, porque así lo contaban los libros de historia, que un país era poco más que la suma de batallas y conquistas en las que nos han ido embarcando monarcas y gobernantes al margen tantas veces de las verdaderas necesidades de los pueblos. No es casualidad que esta mirada reflexiva y defensiva sobre nuestras esencias patrias, comenzando por el estudio y la descripción del propio territorio, coincidiera con el fin del imperio colonial. “Los regeneracionistas –recuerda Santos Casado–, no culpaban a la naturaleza. Lo que pedían era un esfuerzo de realismo, olvidando colectivos delirios de grandeza, y para ello instaban a volver la mirada hacia ella”.

Era una mirada que estaba llena de inteligencia y también de afecto. Tanto los regeneracionistas como los impulsores de la Institución Libre de Enseñanza a la que muchos de ellos pertenecieron, al igual que los escritores de la generación del 98, con Miguel de Unamuno y Antonio Machado a la cabeza, nos enseñaron a querer este país tal como era, a amar sus montañas verdes y sus tierras reseca, sus bosques escualidos y sus ríos sedientos.

El profesor Eduardo Martínez de Pisón, seguramente el hombre que mejor ha sabido sintetizar toda esta cultura, nos recuerda al Giner de los Ríos que recomendaba la excursión como uno de los mejores medios para cobrar apego a la patria, al Juan Mairena de Machado que quería despertar en el niño el amor por la naturaleza, al Unamuno de *Andanzas y visiones españolas* que veía en las montañas de Gredos “el rocoso esqueleto de España”, y de nuevo a Machado, que hizo el milagro de que los elementos geográficos más rudos se volvieran poéticos: “Machado hace literalmente versos de las piedras”. En el siglo XIX y primeras décadas del XX coincide esta hermosa confabulación de científicos, profesores, escritores y algún que otro político, que no plantean ya la conquista de imperios lejanos, sino la necesidad de mirar hacia dentro, a nosotros mismos y el paisaje que nos rodea.

Mar adentro

La energía *offshore* o eólica marina experimentará en la próxima década un crecimiento espectacular hasta los 150.000 megavatios de potencia instalada, que cubrirá el 15% de la demanda eléctrica europea. Mientras algunos países de la UE avanzan con paso firme para hacer de la eólica marina una de sus principales fuentes de electricidad, España todavía no cuenta con un solo megavatio marino. Para poner fin a este retraso, el sector ha decidido meterse mar adentro para investigar en infraestructuras flotantes, la solución que parece más factible en nuestro país.

Manuel C. Rubio

La respuesta está en el viento. Así reza la letra de *Blowin' in the wind*, una de las canciones más universales de Bod Dylan en la que el músico de Minnesota se pregunta de forma retórica sobre la paz, la guerra y la libertad. Y así opina también, casi cinco décadas después, la Unión Europea, que en su apuesta por fomentar las energías renovables ha encontrado en la eólica una de sus principales bazas para avanzar hacia una economía verde y descarbonizar el planeta.

Y a tenor de los datos, parece que con razón, ya que la energía del viento ha sabido sortear como pocas la crisis económica y mantener su tradicional empuje en el viejo continente. Según la Asociación Europea de Energía Eólica (EWEA, en sus siglas en inglés), esta fuente limpia y segura acaparó el 39% de la nueva potencia renovable instalada durante el año pasado en la UE, con un total de 10.163 megavatios (MW), lo que supone un incremento del 23% con respecto a 2008.

Además, las previsiones apuntan a que de aquí a 2020 la Unión Europea podría triplicar su actual potencia de energía eólica, cifrada en 74.767 MW, y satisfacer el 20% del consumo eléctrico europeo.

En España, por su parte, donde este sector ocupa un destacado cuarto lugar a nivel mundial, tras Estados Unidos, Alemania y China, el Ministerio de Industria ha adelantado que confía en que a finales de este año la energía eólica supere el objetivo de 20.155 megavatios (MW) establecido en el Plan de Energías Renovables 2005-2010, una potencia que espera incrementar hasta los 35.000 MW en 2020.

La auténtica protagonista

Sin embargo, toda apunta a que la final sobre el futuro de la eólica no se va a jugar en la tierra, donde nadie se atreve a discutir su papel decisivo entre las renovables, sino en el mar, donde esta energía, conocida internacionalmente como *offshore*, está llamada a ser la auténtica protagonista de las próximas décadas.

Y no es un farol. El sector asegura que en los próximos diez años el 25% de la eólica que se instale en la UE será marina (en la actualidad, Europa es el líder mundial en esta tecnología, con 2.056 MW instalados en 38 parques eólicos perte-

Parque eólico marino. / Foto: Shutterstock

necientes a nueve países, que totalizan 825 aerogeneradores), y algunos analistas hablan de que durante este periodo la energía *offshore* crecerá en todo el mundo a un ritmo del 32% anual, hasta abastecer las necesidades energéticas de 37 millones de hogares.

Un optimismo que también es compartido por la EWEA, que reconoce que en Europa existen en la actualidad proyectos para la instalación de alrededor de 100 gigavatios (GW) de eólica *offshore*. Asimismo, sus predicciones apuntan a que en 2030 la capacidad instalada en parques marinos rondará los 150.000 MW, que cubrirán entre el 13 y el 17% la demanda eléctrica de Europa y evitarán la emisión de 290 millones de toneladas de CO₂ anuales.

Asimismo, y según refleja esta asociación en su informe *Wind at work*, en el 2025 la energía eólica marina ya generará más empleo que la terrestre, y elevará la cifra de 154.000 trabajadores registrados en 2007 en el sector hasta cerca de los 370.000.

Ventajas

Aunque la UE rebaja un poco estas espectaculares expectativas de crecimiento del sector, hasta situarlas en los 40.000 MW en el horizonte de 2020 y los 120.000 MW en 2030, su apuesta por esta fuente de energía es igual de rotunda: el futuro de Europa no se podrá entender sin el concurso de la energía *offshore*, una fuente a la que los expertos otorgan una capacidad de producción energética superior a la eólica terrestre (los vientos en el mar, más estables y menos turbulentos que en tierra, permiten una producción más constante), así como una vida útil mayor, que puede llegar a duplicarse.

Además, sostienen que la eólica marina presenta un menor coste medioambiental y de impacto paisajístico, y aventuran que su industria será capaz de desarrollar a medio plazo aerogeneradores de hasta 20 megavatios (MW) de potencia unitaria.

Así las cosas, parece evidente que la eólica marina representa una gran oportunidad de negocio para Europa. No en vano, algunos analistas afirman que alcanzar esa potencia instalada en la UE supondrá una inversión directa de unos 80.000 millones de euros, a los que habría que sumar otros 8.000 millones

adicionales en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i).

A pesar de este esperanzador escenario, hasta el momento España se ha limitado a observar de lejos cómo la mayoría de los países del norte de Europa, con Dinamarca a la cabeza, pero también Reino Unido y Alemania, avanzan con paso firme para conseguir que la eólica marina sea una de sus principales fuentes de electricidad, si no la primera.

Ni la posición de liderazgo que España ocupa en la energía eólica terrestre, ni el hecho de contar con cerca de 5.000 kilómetros de costa, han servido para que nuestro país se sitúe a la cabeza de la producción de eólica marina, como sería lo más lógico pensar en un principio. Pero de ahí a que España no cuente con un solo MW marino instalado, como ocurre en la actualidad, hay un trecho que no esperaban ni los más pesimistas.

Y menos aún después de conocer que la Comisión Europea asegurara en un reciente estudio que nuestro país podría tener 25,5 GW de potencia instalada de eólica *offshore* en 2020, fecha para la que los responsables comunitarios han fijado que el 20% del consumo europeo de energía primaria proceda de fuentes renovables (Greenpeace, por su parte, cifra este potencial en 16,5 GW, según recoge en el informe 'Renovables 2050').

Primero, en suelo firme

¿Qué ha pasado entonces para que España acumule este retraso, que incluso ha motivado que el país descienda de la sexta a la octava posición en la clasificación internacional de atractivo para la inversión en energías renovables y que las previsiones apunten a que el país difícilmente contará con esta tecnología antes de cinco o seis años? Según los expertos, las razones son varias y obedecen a diversos factores económicos, medioambientales y administrativos.

En primer lugar, hay que señalar que los actuales costes de construcción, operación y mantenimiento de los parques eólicos marinos, al igual que ocurre con la producción de energía, son bastante superiores a los terrestres, hasta el doble. Por si esto fuera poco, la falta de infraestructuras eléctricas capaces de aprovechar la energía producida se presenta como otro escollo fundamental.

Pero aún hay otra razón de peso en la que todos coinciden: mientras queden

zonas aptas para la expansión de la eólica en suelo firme, más barata y rentable, ésta seguirá siendo la primera opción que maneje el sector, que aún tiene en cartera una larga lista de proyectos terrestres en marcha.

La plataforma continental

De otro lado, están las dificultades propias del litoral español, que complican la instalación de infraestructuras fijas, más baratas que las flotantes (hoy por hoy, anclar parques eólicos en grandes profundidades marinas supone un coste económico y una complejidad técnica que convierten a estos proyectos en inviables).

Frente a países como Reino Unido, Dinamarca o Noruega, en los que sus plataformas continentales se extienden durante kilómetros con profundidades inferiores a 20-30 metros, la orografía marina española se caracteriza por sus fuertes pendientes: a pocos kilómetros de la costa ya hay más de 50 metros de profundidad.

La solución podría venir de la mano de la instalación de aerogeneradores más cerca de la costa, pero esta opción no es compartida por todos. A pesar de que la eólica marina cuenta con el beneplácito de la mayor parte de las organizaciones ecologistas, aunque es cierto que en algún caso con matices, esta tecnología se ha topado ya en España con la oposición de amplios sectores de la sociedad civil de los lugares en los que han presentado proyectos e, incluso, de algunos ayuntamientos y parlamentos autonómicos, como es el caso del gallego, que el año pasado aprobó una proposición no de ley contraria a estas instalaciones en su litoral, aun a sabiendas que la competencia para autorizar este tipo de infraestructuras en el mar corresponde a la Administración central.

Trabas administrativas

Para el sector, sin embargo, el culpable de esta situación no es otro que el Gobierno, al que acusan de presentar con dos años retraso el estudio estratégico ambiental del litoral español, un documento que determina las zonas de dominio público marítimo-terrestre que, a efectos del medio ambiente, reúnen las condiciones favorables para la instalación de este tipo de infraestructuras.

Tras la publicación de este estudio, en abril de 2009, que divide nuestras cos-

tas en 72 áreas eólicas marinas a las que clasifica en zonas aptas, con condiciones ambientales y de exclusión, empresas como Iberdola, Acciona, Endesa o Capital Energy presentaron una treintena de proyectos para instalar en las costas de A Coruña, Lugo, Huelva, Cádiz, Castellón, Murcia o Tarragona. Sin embargo, bastantes meses después, la mayoría de estas propuestas para desarrollar la eólica offshore llevan camino de quedarse en meras declaraciones de intenciones por culpa del farragoso y complicado procedimiento administrativo que es necesario para su tramitación.

El nuevo PANER

Mientras tanto, las principales empresas españolas, líderes europeos en tecnología eólica, tanto en la fabricación de turbinas y componentes como en la promoción y explotación de parques y servicios auxiliares, miran con expectación hacia Madrid, a la espera de conocer el documento definitivo del Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) 2010-2020, cuyo borrador, presentado en junio, ya ha sido enviado a Bruselas.

En el caso de la energía *offshore*, los objetivos anunciados no invitan precisamente al optimismo y confirman los temores de quienes sostienen que la eólica marina no está en la hoja de ruta del ministerio. Según el plan adelantado, la producción instalada de esta tecnología se reduce a los 3.000 megavatios en 2020, 2.000 menos que las previsiones realizadas tres meses antes en los llamados pactos de Zurbano.

Por poner un ejemplo, esta cifra supone once veces menos que la energía offshore que el Reino Unido espera tener antes de una década, tras haber presentado recientemente un ambicioso proyecto que ronda los 87.000 millones de euros para la instalación en sus costas de 25.000 MW de eólica marina, una potencia equivalente a la que tendrían 25 centrales nucleares como la de Trillo (Guadalajara), la más potente de las siete que España tiene en funcionamiento.

Pero aunque es cierto que esta tecnología no se iniciará en nuestro país antes de 2014, como así prevé en el mejor de los casos el Instituto de Diversificación y Ahorro de la Energía (DAE), la industria del sector se niega a abandonar por razones estratégicas la eólica marina.

Reconocen, en este sentido, que sus empresas trabajan en un mercado global que evoluciona claramente y sin pausa hacia esta nueva forma de energía. Y que,



Al margen de la eólica offshore, la energía de las olas (undimotriz) es de todas las oceánicas la que presenta mayores posibilidades de desarrollo y comercialización en los próximos años. / Foto: Shutterstock

por tanto, no pueden quedarse al margen. Pero exigen que España reaccione y les dejen meterse en el agua, mar adentro, para investigar en infraestructuras flotantes, la solución que la industria presenta como la más factible para desarrollar la eólica marina en España.

Experiencias flotantes españolas

En este campo, los ministerios de Ciencia e Innovación y de Industria, Turismo y Comercio están financiando diferentes proyectos de I+D+i con el objetivo de desarrollar estructuras flotantes adaptadas para la instalación de turbinas eólicas en entornos marítimos de alta profundidad, como es el caso de la costa española.

Entre estos proyectos destacan los llamados *Cenit Eolia* y *Emerge*, liderados por Acciona Energía e Iberdola Renovables, respectivamente.

Mientras que el primero, iniciado en 2007 y que debe concluir este año, persigue desarrollar las tecnologías adecuadas para la implantación de parques eólicos offshore en aguas con profundidades superiores a 40 metros, el segundo, aprobado en 2009, recoge las actividades orientadas al estudio y desarrollo de la ingeniería eléctrica asociada a la generación eólica offshore en aguas profundas de plantas que descansan sobre soportes flotantes. La experiencia conseguida en este proyecto singular estratégico, pre-

visto hasta 2012 y en el participan promotores eólicos, fabricantes de aerogeneradores, empresas de conexión eléctrica, compañías de diseño de estudios medioambientales, constructoras civiles y navales, debería abrir paso a un parque eólico offshore experimental.

Igualmente hay que señalar al *Ocean Lider*, una iniciativa autorizada a finales de 2009 y liderada por Iberdola Ingeniería y Construcción junto con otras 19 empresas y 25 centros de investigación españoles. El proyecto, que cuenta con un enfoque mucho más amplio, persigue desarrollar durante los próximos tres años soluciones innovadoras para el conjunto de las energías oceánicas marinas, incluyendo las energías de las olas y las corrientes.

En paralelo a estas iniciativas nacionales, han surgido también otras de ámbito europeo, como el llamado *Marine Renewable Integrated Application Platform* (Marina), un proyecto liderado por Acciona Energía dentro del VII Programa Marco de Investigación de la Comisión Europea y que, al igual que el anterior, persigue objetivos más multidisciplinarios.

En concreto, Marina, un consorcio de investigación integrado por 17 empresas, centros tecnológicos y universidades de doce países comunitarios, quiere capitalizar la experiencia y unificar los conocimientos que se adquieren en el Mar del

Mirando al mar

España posee un importante potencial energético marino, no sólo de *offshore*. Según la Agencia Internacional de la Energía, el mar ofrece la posibilidad de obtener energía renovable mediante el aprovechamiento de cinco fenómenos: las mareas (maremotriz), el oleaje (undimotriz), las corrientes marinas, las diferencias de temperatura (maremotérmica) y el gradiente salino (potencia osmótica o energía azul).

De todas ellas, la energía de las olas es quizá la que más expectativas despierta gracias, especialmente, a que la potencia que es capaz de generar es muy elevada en relación a las infraestructuras necesarias para su explotación.

A pesar de ello, estas energías oceánicas no acaban de despegar. Para la *Carbon Trust*, el organismo financiado por el gobierno británico para acelerar el desarrollo de tecnologías bajas en carbono, las energías oceánicas van diez años por detrás de la eólica marina.

Diversidad tecnológica

Además de que el mar, mírese como se mire, no deja de ser un medio adverso, la mayoría de los expertos coinciden en destacar que la principal barrera que limita el desarrollo comercial de estas fuentes renovables es la diversidad tecnológica, hasta el punto de que reconocen que en la actualidad se pueden contabilizar hasta más de un centenar de tecnologías diferentes en desarrollo para el aprovechamiento de las energías oceánicas.

Por ello, el sector se esfuerza para establecer lo antes posible una potente red de laboratorios, áreas de ensayo y métodos de trabajo que ayude a las empresas a desarrollar sus tecnologías.

Aunque parece que la comercialización de la energía marina está cada vez más cerca, lo cierto es que en toda Europa la única instalación comercial es la planta de mareas de *La Rance*, en Francia.

El resto de instalaciones del mundo son, en mayor o menor escala, plantas pilotos de baja potencia que tratan de demostrar la validez de estas tecnologías.

Pero la mayoría de estas experiencias puestas en marcha en Europa están ofreciendo resultados muy esperanzadores que hacen prever que los costes de estas infraestructuras puedan reducirse muy notablemente en los próximos años.

Así, destacan las iniciativas de Portugal, país que cuenta con una de las primeras instalaciones de olas con una potencia total de 2,25 MW. O las adoptadas por dos empresas británicas y francesas con turbinas sumergidas para el aprovechamiento de las corrientes marinas, así como el proyecto en gradiente salino emprendido por una compañía noruega con la instalación de una planta piloto de MW de potencia.

Subirse a la ola

En España, por su parte, de los proyectos puestos en marcha hay que resaltar el iniciado en Santoña (Cantabria), que desde hace más de un año alberga un prototipo de boya de 40 kW, como primera fase de un proyecto global para generar electricidad a partir de las olas que prevé la instalación de diez boyas y una potencia total de 1,4 MW.

El proyecto *Calma*, en Asturias, proyecto singular e innovador de tecnología nacional para el desarrollo de un parque de generación eléctrica de 50 megavatios a partir igualmente de la fuerza de las olas. Este proyecto, desarrollado por la empresa española Hidroflot, prevé la instalación de ocho plataformas flotantes semisumergidas, capaces de alimentar energéticamente los hogares de una ciudad como Gijón. Si todo marcha como espera esta empresa, la planta podría empezar a comercializar energía en un plazo de seis años.

Guipuzcoa también quiere subirse a la ola y ha instalado en la costa de Pasajes un prototipo a escala 1:4 para estudiar durante varios meses su rendimiento y posibles impactos en el entorno. Si los resultados son positivos, sus promotores pretenden instalar un dispositivo a tamaño real con una potencia de 500 KW.

En esta misma provincia, en el nuevo dique del puerto de Mutriku (Guipúzcoa), se ha aplicado la tecnología de columna de agua oscilante, formado por 16 turbinas y una potencia total de 300 kW;

En Galicia, por su lado, prueban otro tipo de tecnología para aprovechar el oleaje, conocida como *Pelamis*. El nombre, que significa serpiente marina, hace honor al aspecto del sistema, que consiste en una serie de cilindros articulados y parcialmente sumergidos del tamaño de cinco vagones de tren. Esta estructura prioriza la resistencia sobre la eficiencia en la conversión energética, ya que está pensada para zonas con condiciones marinas muy adversas. Se estima que una treintena de estos sistemas podrían cubrir las necesidades energéticas de unos 20.000 hogares europeos.

La infraestructura marina para la investigación, demostración y explotación de sistemas de captación de energía de las olas, que se va construir en Arminza (Vizcaya), constituye otra referencia de primer orden. Conocida como *Biscay Marine Energy Platform* (BMEP) y diseñada para albergar una potencia de hasta 20 MW, se espera que esté operativa en un par de años.

En Canarias, finalmente, se trabaja igualmente en la instalación de una infraestructura científico-tecnológica de carácter singular con el objetivo de facilitar el acceso al océano profundo. Estará completamente operativa el próximo año y albergará un banco de pruebas para el aprovechamiento de diversas energías del mar.

Norte con el fin de establecer las bases tecnológicas que hagan factible la integración, en una misma plataforma marina instalada sobre aguas profundas, de diversas tecnologías renovables, como la eólica, las olas, las mareas o las corrientes oceánicas.

Interés de las CC AA

Por su parte, el interés de algunas comunidades autónomas por este tipo de energía ha dado pie a la creación de diversas áreas de demostración y ensayos.

En este sentido, destacan las iniciativas adoptadas por el Gobierno de Cantabria, que ha creado la sociedad Idermar, una empresa público-privada para el desarrollo de soluciones tecnológicas de plataformas flotantes para eólica *offshore*, y ha impulsado la constitución del Cluster de Energías Renovables Marinas de Cantabria.

Este grupo de trabajo, en el que participan 35 empresas y once departamentos de investigación de la Universidad de Cantabria, centra ahora sus esfuerzos en adecuar la oferta industrial y tecnológica hacia potenciales soluciones de I+D que permitan incrementar la competitividad, así como en identificar las reglas del juego y el campo en el que finalmente se jugará esta partida.

En este objetivo se enmarcan los dos prototipos de torres meteorológicas flotantes –la primera, fondeada en junio de 2009 a 50 metros de profundidad, a ocho kilómetros de la costa; y la segunda, hace unos pocos meses, a 16 kilómetros de la villa de Suances, donde el fondo marino llega a los 200 metros– que proporcionan datos de velocidades de viento, oleaje, temperaturas, higrimetría y otros datos climáticos y estructurales de gran relevancia para futuras plataformas eólicas marinas.

Por su parte, el Instituto de Investigación en Energía de Cataluña (IREC) proyecta construir en la costa de Tarragona el primer banco de pruebas del mundo en energía *offshore*. *Zèfir*, que así se llama el proyecto, prevé la instalación de dos áreas de aerogeneradores: una, a 3,5 km de la costa, para cimentaciones fijas, a la que seguirá en una segunda fase otra situada a unos 20 km mar adentro, a más de 100 metros de profundidad, para cimentaciones flotantes.

Éstos y otros proyectos deben contribuir a que el sector eólico, uno de los más desarrollados y con mayor proyección internacional de nuestro país, no pierda su posición de privilegio. Por tierra, pero sería deseable que también por mar.

José Luis Villate Martínez

Vicepresidente de la sección de Energías Marinas de la Agencia Internacional de la Energía

“Hay que aprovechar en el mar la buena posición española en energías renovables”

Ana P. Fraile

Si Cervantes escribiera dentro de unos años su novela cumbre, quizá convertiría al ilustre caballero Don Quijote en navegante y lo mandaría a combatir a los gigantes aerogeneradores que se alzan mar adentro. Porque, a juzgar por las previsiones del Plan de Acción Nacional de Energías Renovables 2011-2020, la eólica marina deberá aportar 3.000 MW al *mix* energético español en tan solo una década. Las particulares características de nuestros cerca de 5.000 kilómetros de costa han dificultado un despegue de esta tecnología similar al que experimenta en tierra firme. Esta gran experiencia debe ser aprovechada, según José Luis Villate Martínez, responsable de Energías Marinas de Tecnalia y vicepresidente de la sección de Energías Marinas de la Agencia Internacional de la Energía, que sostiene además que hay que mirar al mar como el medio futuro donde seguir desarrollando tecnología y proyectos renovables.

España ocupa el tercer puesto en el mundo de potencia eólica instalada, toda ella terrestre. Igualmente, las empresas españolas son un referente mundial en lo que respecta a la tecnología eólica. ¿A qué factores atribuye nuestro retraso respecto al aprovechamiento de la energía eólica marina?

Fundamentalmente, se debe a las características de nuestra costa. A diferencia de otros países europeos, España no tiene plataforma continental y esto significa que tenemos profundidades elevadas (más de 50 metros) a poco que nos alejamos de la costa. En el mar del Norte la existencia de una plataforma continental permite tener profundidades reducidas (menores de 35 metros) a varios kilómetros de la costa. Este factor es clave para el desarrollo de la eólica marina, ya que los aerogeneradores se instalan cimentados en el fondo marino a profundidades reducidas (inferio-

res a 35 metros). Hacerlo a mayor profundidad es aún costoso y hace inviable este tipo de instalaciones desde el punto de vista económico. El despegue de la eólica marina en España requiere turbinas eólicas que se puedan instalar a profundidades elevadas a un coste competitivo. Una solución son las plataformas flotantes, pero es una tecnología en desarrollo, y aún no existen soluciones comerciales. Debido a esto y como centro tecnológico, Tecnalia apuesta entre sus prioridades de investigación y desarrollo por las plataformas flotantes para el aprovechamiento de la energía eólica en el mar.

En nuestro país el aprovechamiento de alguna de las fuentes renovables marinas está en desarrollo. ¿Qué tiene que ocurrir para que se produzca un despegue de esta industria similar al de países como Reino Unido, Dinamarca o el que está impulsando Alemania?

Para que las fuentes renovables de origen marino contribuyan de forma apreciable a la producción energética es necesaria la participación de grandes empresas, ya que este tipo de instalaciones requieren fuertes inversiones. Para que los inversores y promotores entren en el sector de las renovables marinas son clave dos factores. Por un lado, contar con tecnología probada y a un coste competitivo y, por otro, los gobiernos tienen que garantizar mecanismos de financiación atractivos y estables. En este escenario, las infraestructuras de ensayo en el mar van a desempeñar un papel fundamental, ya que, por una parte, permiten probar y consolidar las tecnologías en desarrollo y, por otra, pueden generar información que ayude a los gobiernos a establecer marcos reguladores adecuados.

¿Qué han visto los Gobiernos de estos países para ser los principales impulsores de este tipo de energía que no

han visto los responsables políticos de nuestro país?

No creo que los responsables políticos españoles estén dando la espalda a las renovables en general ni en particular a las de origen marino. Por supuesto, hay cosas que se pueden mejorar, como simplificar ciertos procedimientos o establecer un mecanismo retributivo más atractivo y seguro. Quizá el debate económico actual sobre las primas a las renovables está dificultando que se consideren nuevos planteamientos, pero si se quiere contar con el mar como fuente renovable de energía, el Gobierno ha de ser consciente que habrá que introducir ciertas modificaciones en el marco regulador actual.

¿Qué papel cree que tiene que desempeñar la energía eólica *offshore* en el *mix* energético español?

El IDAE acaba de hacer público el Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER 2011-2020), que define la contribución de cada una de las fuentes renovables al *mix* energético. En el caso de la eólica marina el objetivo de 3.000 MW para 2020, aunque lejos de los 35.000 MW previstos para la eólica en tierra. Es una contribución apreciable y demuestra que el Gobierno cuenta con esta tecnología para el *mix* energético de cara a cumplir los compromisos de 2020. Por otra parte, el PANER incluye también, aunque de forma más modesta, la contribución de otras renovables marinas (fundamentalmente la energía del oleaje). En concreto, recoge un objetivo de 100 MW de potencia instalada en 2020 de este tipo de instalaciones.

Los defensores de la energía eólica marina argumentan que puede contribuir a la recuperación económica europea, la creación de empleo y el liderazgo tecnológico ¿está usted de acuerdo?

Totalmente; las energías renovables en el medio marino pueden constituir una oportu-

tunidad excepcional de desarrollo económico y de reconversión de sectores tradicionales actualmente en declive, contribuyendo de forma notable a la recuperación económica y a la generación de puestos de trabajo. En mi opinión, hay que aprovechar la buena posición española en energías renovables y mirar al mar como el medio futuro en el que seguir desarrollando tecnología y proyectos renovables.

Esta manera de obtención de energía cuenta incluso con el beneplácito de organizaciones ecologistas como Greenpeace, que apuestan por ella por su carácter renovable y su escasa incidencia en el ecosistema.

Sí, es cierto, organizaciones ecologistas como Greenpeace han hecho público su apoyo expreso a la eólica *offshore*, pero la explicación a su escaso desarrollo en España es fundamentalmente tecnológica, como comentaba antes. Nuestra costa, al no tener plataforma continental, requiere de tecnología que todavía no está desarrollada completamente, salvo quizá algunas localizaciones que serán las primeras que vean instalaciones similares a las que se están poniendo en marcha en otras zonas de Europa, si es que superan ciertos obstáculos como el posible rechazo social. Pero para un desarrollo a gran escala como prevé el PANER, será necesaria una nueva generación de aerogeneradores que se adapte mejor a las condiciones de la costa española. Actualmente hay varios conceptos en desarrollo, pero para su consolidación es necesario la inversión en I+D.

Se están construyendo 17 granjas eólicas marinas en Europa, lo que completa un total de 3.500 MW. Cerca de la mitad se están llevando a cabo en Reino Unido, donde Iberdrola Renovables tiene un gran peso. ¿Por qué en España no se produce un impulso similar hacia este tipo de energía? ¿El escaso desarrollo normativo que regula este mercado dificulta su crecimiento?

El marco regulador puede constituir una barrera en algunos proyectos y siempre es positivo que las reglas de juego sean estables, sencillas y que ayuden a garantizar la rentabilidad de los proyectos. Pero como ya he comentado, hay otra barrera al desarrollo de la eólica *offshore* en España y es que la tecnología actual es excesivamente cara para las características de nuestra costa, por lo que se necesitan nuevas soluciones tecnológicas.



José Luis Villate Martínez.

Algunos estudios señalan que la energía eólica marina podría cubrir más del 70% de la demanda de electricidad en la Unión Europea para 2030. ¿Cree que para entonces estará España en condiciones de contribuir a alcanzar esta cifra?

Como comentaba anteriormente, el Gobierno ya considera que la eólica marina va a tener una contribución apreciable al *mix* energético en 2020. Quizá la cifra del 70% para 2030 sea un poco alta, pero, en mi opinión, entre 2020 y 2030 la eólica *offshore* y otras fuentes renovables marinas van a experimentar una evolución espectacular en España. A este crecimiento pueden contribuir nuevas propuestas tecnológicas como es el de las plataformas *offshore* que combinen más de una fuente renovable (viento y olas, por ejemplo). En este sentido, el Proyecto Europeo Marina, liderado por

Acciona y en el que también participa Tecnalia, puede suponer un notable avance para llegar a este tipo de soluciones híbridas.

Como copresidente de ICOE 2010 y sobre la conferencia internacional sobre energía oceánica que se celebrará en Bilbao del 6 al 8 de octubre, ¿cuál cree que será la mayor aportación de nuestro país en un evento de estas características? ¿Por qué animaría a los profesionales del sector a acudir a esta cita?

ICOE 2010 pretende ser el foro de encuentro más relevante de carácter internacional entre tecnólogos e inversores (tanto públicos como privados) en el mundo de las energías oceánicas. Combina tres días de conferencias con sesiones relativas a aspectos financieros, tecnológicos y de investigación, con una exposición en la que grandes y pequeñas empresas tendrán la oportunidad de conocerse y hacer negocio. El hecho de que se celebre en Bilbao es consecuencia de una fuerte apuesta del País Vasco por las energías marinas, que animó al ente vasco de la energía y a Tecnalia a proponer Bilbao como sede de la tercera edición de ICOE y encargarse de su organización. Las empresas y los profesionales interesados en hacer negocio alrededor de las energías marinas o al menos en conocer las posibilidades que plantea este sector van a tener una gran oportunidad entre los días 6 y 8 de octubre de encontrarse con los expertos internacionales más relevantes.

“LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MEDIO MARINO SON UNA OPORTUNIDAD EXCEPCIONAL DE DESARROLLO ECONÓMICO Y DE RECONVERSIÓN DE SECTORES EN DECLIVE”

SANTANDER

>> La UIMP analiza los principales retos de la I+D+i en el ámbito de la energía y la catálisis

Los retos de la I+D+i en el ámbito de la energía y la catálisis centran la actividad del encuentro que la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP) celebrará en su sede de Santander, del 18 al 20 de agosto. El curso pretende ahondar en el desarrollo de nuevos métodos de producción y almacenamiento de energía que sean viables y respetuosos con el medio ambiente. Dentro de este contexto, se abordarán los avances llevados a cabo durante los últimos años en diferentes procesos catalíticos con el fin de obtener fuentes de energía limpias.

El diseño de catalizadores cada vez más eficientes en procesos de producción de combustibles está desempeñando un papel muy importante en la creación de nuevas tecnologías de producción energética. De este modo, la investigación en obtención de H_2 , usado como vector energético, así como en el desarrollo de nuevas vías de valorización de la biomasa, están experimentando un incremento exponencial, dando lugar a importantes avances en este sector.

Por otra parte y dado que las políticas medioambientales son cada vez más restrictivas, esta actividad formativa analizará el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan favorecer la reducción en la emisión de gases con efecto invernadero, así como su transformación en productos de valor añadido a través del uso de fuentes renovables.

VALENCIA

>> Eupvsec convierte a la capital del Turia en el epicentro del sector fotovoltaico internacional

La Eupvsec 2010, la Conferencia y Feria Europea de Energía Solar Fotovoltaica y la quinta Conferencia Mundial sobre Conversión de Energía Fotovoltaica, es el foro líder global para la relación entre científicos, fabricantes y distribuidores de la industria mundial de la energía solar fotovoltaica, un foro que tendrá lugar en Feria Valencia, del 6 al 10 de septiembre, y que convertirá a este recinto en el epicentro internacional del sector.

Esta feria, de cuatro días de duración, confía en atraer a unas 900 empresas y organizadores solares, así como a 40.000 visitantes procedentes de todo el mundo. La exposición ofrecerá un escaparate de la tecnología y de los proveedores de servicios implicados en este ámbito. Por su parte, La 25 *European Photovoltaic Solar Energy Conference*, la conferencia internacional más importante de la energía solar fotovoltaica, se celebrará al mismo tiempo que la 5ª Conferencia Mundial sobre Conversión de Energía Solar Fotovoltaica, que reunirá a las comunidades fotovoltaicas de Europa, América, Asia y Pacífico.

El sector fotovoltaico español es el segundo más competitivo de la UE después de Alemania, así se refleja en el Índice Verde, presentado el pasado mes de marzo por la Asociación Empresarial Fotovoltaica (AEF). Las renovables son un sector estratégico por el que España apuesta como solución para reducir la dependencia energética y asegurar el empleo, pues implica más de 120.000 puestos de trabajo directos e indirectos y una contratación indefinida del 82%.



ESSEN

>> Composites Europe presenta las novedades de la industria de los materiales compuestos

La industria europea de los materiales compuestos, su producción, tecnología y aplicaciones tienen una cita obligada en la Composites Europe 2010, la 5ª feria y foro del sector que se celebrará del 14 al 16 de septiembre en la ciudad alemana de Essen.

El evento mostrará las últimas novedades y tecnologías en las áreas de materias primas (resinas, fibras, termoplásticos y aditivos), productos semielaborados, intermedios y acabados; procesamiento de las tecnologías; instalaciones, equipos y suministros, y servicios aplicados a los sectores aeroespacial y de la automoción, transporte, energía eólica, edificación e ingeniería marítima y construcción naval, entre otros.



ZARAGOZA

>> Ecobuilding debate sobre la arquitectura bioclimática y la construcción sostenible

Zaragoza será escenario, del 21 al 23 de septiembre, de la segunda edición de Ecobuilding, la feria y conferencia internacional sobre arquitectura bioclimática, construcción sostenible y eficiencia energética en la edificación. La feria, que se celebrará conjuntamente con la 7ª Power Expo+ sobre energía solar y ExpoRecicla, reunirá los últimos avances en el sector de las casas solares, así como en el de los mecanismos para ahorrar energía doméstica con la domótica y sobre cómo lograr una mayor sostenibilidad del sistema.

Así, está previsto que Ecobuilding presente las novedades en la integración de las distintas tecnologías en el hogar mediante el uso simultáneo de la electricidad, la electrónica, la informática y las telecomunicaciones. Su objetivo: reunir en un foro especializado a los protagonistas de los nuevos enfoques sobre la manera de concebir, realizar y disfrutar los edificios, barrios y ciudades con pleno respeto del entorno.



HANNOVER

>> La industria de la biotecnología da a conocer los avances y tendencias del sector

Todos los ámbitos de la biotecnología, desde los equipamientos y bioinformática, hasta las aplicaciones prácticas en campos tan diversos como la medicina, la agricultura, la nutrición, la industria manufacturera, la protección del medio ambiente, los equipos de laboratorio y ensayo y la bioingeniería y los servicios se darán cita en Biotechnica 2010, el evento líder en Europa dentro del sector que tendrá lugar en las instalaciones del recinto ferial de Hannover, en Alemania, entre los próximos 5 y 7 de octubre.

Este encuentro internacional, que ofrecerá una visión global de las últimas tendencias y avances científicos en la industria biotecnológica, pretende reunir en un mismo escenario a todos los agentes de este importante sector económico.

Además de un completo programa de exposiciones, conferencias eventos y plataformas de carreras, los organizadores

de esta feria presentarán la octava edición del premio europeo Biotechnica. El galardón, dotado con 75.000 euros, se concederá a las empresas que trabajan en el campo de la biotecnología y las ciencias de la vida que hayan combinado con éxito la innovación científica y las aplicaciones comerciales.



MADRID

>> Matelec 2010 acoge el I Congreso sobre la eficiencia energética eléctrica

El XV Salón Internacional de Material Eléctrico y Electrónico, Matelec, que tendrá lugar entre el 26 y el 29 de octubre de 2010, en la Feria de Madrid, acogerá el I Congreso de Eficiencia Energética Eléctrica E3+, un foro de encuentro de científicos y técnicos de centros de investigación, universidades, Administración y empresas de este sector interesados en las diferentes áreas temáticas relacionadas con la utilización más eficiente de la energía, tanto en el sector industrial como en los sectores terciarios, residencial e infraestructuras.

El congreso, que permitirá difundir y compartir las investigaciones que contribuyen a promover alternativas tecnológicas y eficientes con la energía eléctrica, abordará temas como la mejora de la gestión de la demanda (iluminación, climatización, etcétera), la integración de los sistemas de domótica y la utilización de equipos eléctricamente eficientes, entre otros.



Equipo de elevación de piedra natural con dispositivo de control de equilibrio

Óscar Blanco Álvarez

Lifting equipment for natural stone with balance control mechanism

RESUMEN

La importancia y el auge que en los últimos años está alcanzando el sector de la piedra natural, tanto en España como en el conjunto de los países en desarrollo, ha colocado como principal objetivo dentro de las estrategias de competitividad y mejora continua de las empresas el desarrollo de técnicas y propuestas encaminadas a la mejora de la productividad y de la prevención de riesgos laborales. Bajo estas premisas se ha desarrollado un innovador sistema para el proceso de izado y manipulación de bloques prismáticos de granito/mármol, el cual se viene realizando tradicionalmente con simples eslingas de cable. Este equipo de elevación con control de equilibrio se caracteriza por su gran polivalencia, y su utilización en la industria de la piedra natural contribuye a un significativo incremento de la productividad, así como a la prevención de riesgos laborales.

ABSTRACT

The rising importance and rapid growth experienced by the natural stone sector in recent years, both in Spain as well as in developing countries as a whole, has placed as the principal objective, in terms of strategies for competitiveness and the continued improvement of companies within the sector, that of the development of techniques and proposals aimed at the improvement of productivity and on the prevention of occupational health and safety risks. Under this premise an innovative system has been developed for the lifting and handling of prismatic blocks of granite or marble, a task traditionally carried out with simple cable slings. This lifting equipment with balance control mechanism is notable for its great versatility, its use in the natural stone industry contributes to a significant rise in productivity as well as in the prevention of occupational health and safety risks.

Palabras clave

Equipos elevadores, control de equilibrio, prevención de riesgos, piedra natural.

Keywords

Lifting equipment, balance control, prevention of occupational health and safety risks, stone.



Foto: Pictelia

Introducción

El sector de la piedra natural ha adquirido una importancia capital en los últimos años en muchos países en desarrollo que, con la ayuda de sus recursos geológicos, encuentran una buena fuente de generación de empleo; en el año 1998 y en términos de producción, exportación y consumo, China, Corea e India prácticamente igualaban a la totalidad de los países de la Unión Europea, entre los que España ocupaba la tercera posición mundial. La producción de piedra natural se había multiplicado por más de 30 en los últimos 72 años, hasta alcanzar en 1998 los 60.537 millones de toneladas, lo que demuestra la importancia del sector de la piedra natural en el ámbito mundial (fuente: *Boletín ICE*, n° 2.669, de noviembre de 2000).

Dentro del sector de la piedra natural, son tres las que por sus características fisicomecánicas, su vistosidad y su aptitud para el pulido representan la casi totalidad de la producción: el granito, el mármol y la pizarra.

Desde un punto de vista industrial y atendiendo a su grado de elaboración, la piedra natural se puede clasificar en:

- Productos brutos: bloques de cantera utilizados para su posterior transformación.

- Productos semielaborados: bloques desdoblados y escuadrados para su posterior elaboración industrial o artesanal.

- Productos elaborados: los que están listos para su utilización.

En el proceso industrial que supone pasar de un producto en bruto a un producto semielaborado, los bloques provenientes de la cantera se suelen almacenar al aire libre en las explanadas de las fábricas (figura 1) en espera de su manipulación para ser procesados en los telares, máquinas que cortan estos bloques en planchas para un posterior proceso de mecanizado.

El proceso de manipulación de los bloques, tanto para depositarlos en las fábricas procedentes de la propia cantera, así como para su posterior transporte hacia los telares, se viene realizando tradicionalmente abrazando el bloque mediante eslingas de cable simples (figura 2), que son colgadas del gancho de una grúa (figura 3) que, a su vez, lo levanta y traslada a su destino.

Con el objetivo de mejorar este proceso tradicional y adaptarlo a las condiciones técnicas, reglamentarias y de prevención de riesgos laborales actuales, de manera que se minimicen al máximo todos los riesgos inherentes a la eleva-

ción y manipulación, se ha ideado este equipo de elevación que por su carácter innovador ha sido registrado en la oficina española de patentes y marcas a nombre del estudio de ingeniería Cotpa Técnicos como Modelo de Utilidad n° U200500465.

Descripción

El equipo de elevación consta de dos partes bien diferenciadas:

1. Sistema de eslingado (figura 4), que a su vez esta compuesto por:

- a) La estructura portante formada por perfiles normalizados y cortes de chapa, con dimensiones adaptadas a los tamaños de bloques que se pretenden izar y cuyo objetivo es doble: primero acoplar y distribuir las cargas entre las unidades de eslingado superior e inferior y, en segundo lugar, servir de soporte al dispositivo de aviso de ausencia de equilibrio.

- b) Los accesorios de eslingado, cuyo objetivo es optimizar la ergonomía de la unión entre el propio bloque y la grúa, diferenciando la prensión del bloque del acoplamiento al gancho de la grúa.

Para realizar el acoplamiento al gancho de la grúa se ha dispuesto el sistema superior, compuesto por dos unidades de eslinga de dos ramales cuyo



Figura 1. Almacenamiento de bloques.



Figura 2. Sistema de eslingado tradicional.



Figura 3. Manipulación de bloques.

grado y diámetro están en función de la carga que hay que elevar. Para realizar la presión del bloque se ha dispuesto el sistema inferior, compuesto por dos unidades de eslinga de un ramal cuyo grado y diámetro están en función de la carga por elevar. También se ha dispuesto en cada unidad un gancho acortador de longitud para acoplar el equipo a las dimensiones del bloque que se eleva en relación con el tamaño y forma de la grúa, así como a la altura de elevación.

2. Dispositivo de aviso de ausencia de equilibrio (figura 5) compuesto por:

a) Una estructura metálica formada por perfiles normalizados y cortes de chapa cuya función es la de acoger todos los elementos de que consta el dispositivo de aviso, así como de proteger la placa solar de posibles golpes o caídas de objetos.

b) Un conjunto de aparataje eléctrico compuesto por la señal acústica y luminosa que emite el aviso de falta de equilibrio y que está alimentada por un acumulador y un regulador de carga conectado a una placa solar que garantiza su funcionamiento. Así se evita la descarga prematura del acumulador y se garantiza, a su vez, que tenga el mínimo mantenimiento posible. La determinación de esa falta de equilibrio se realiza a través de un inclinómetro que, junto con el acumulador y el regulador de carga, se encuentran protegidos del entorno y las inclemencias atmosféricas mediante un resguardo o caja eléctrica con la protección IP necesaria (figura 7).

Este dispositivo es el que incrementará la seguridad en las operaciones de izado y manipulación en un mayor porcentaje, ya que garantiza el aviso acústico y luminoso de una operación mal efectuada o con incidencias durante la misma.

Cálculos justificativos

Se han realizado todos los cálculos necesarios para el óptimo funcionamiento del equipo y que aseguran el cumplimiento de la normativa vigente en cuanto a seguridad y salud en las máquinas, así como las relativas a aparatos de elevación, cadenas de elevación, estructuras de acero y protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Actualmente, el equipo se encuentra en fase de adaptación a la nueva directiva 2006/42/CE.

Las tres líneas básicas de los cálculos realizados son:

1. En cuanto a la estabilidad del conjunto tanto en condiciones estáticas de simetría y no simetría como en condiciones dinámicas, ya sea de elevación, traslación transversal, traslación longitudinal normal y traslación longitudinal con choque.

2. En cuanto a los componentes necesarios, se han estudiado los accesorios de eslingado, tanto en el sistema superior como en el inferior. También se ha estudiado la forma y dimensiones de los componentes de la estructura portante.

3. En relación con el dispositivo de control de equilibrio, se ha estudiado el número de paneles solares necesarios en función de la estimación de tiempo de funcionamiento diario del dispositivo; a partir de este dato, se ha calculado el acumulador pertinente que alimenta a la señal acústico-luminosa que realiza la indicación de peligro.

También se han estudiado el número y las características de la señalización fija de seguridad que incorporar en el dispositivo según la normativa vigente.

Conclusión

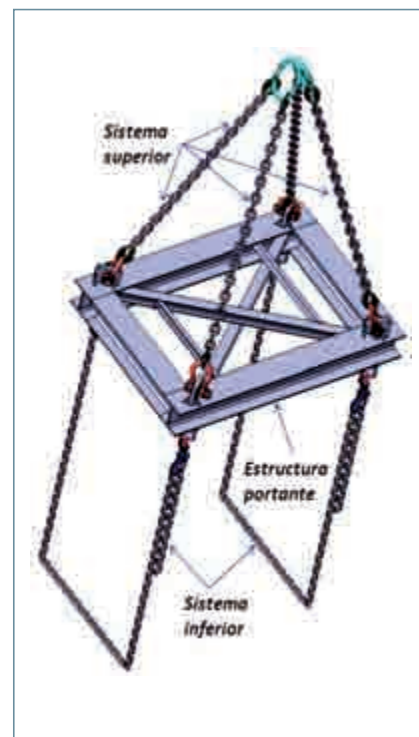
Las premisas fundamentales en las que se ha basado la concepción del equipo de elevación y que forman parte de sus características son:

1. Aumentar la seguridad laboral de los operarios que, hoy por hoy y diariamente, realizan operaciones de izado de bloques de una manera rudimentaria y con un evidente peligro potencial de caída de los mismos.

2. Aumentar la productividad del proceso de fabricación y elaboración de productos derivados del granito/mármol al evitar que en una fase temprana del proceso, como es la logística de manipulación y almacenamiento de bloques previos al proceso de corte en los telares, se produzca una caída de los mismos acarreando no sólo el daño y/o posible fractura del bloque, sino también un gasto de tiempo extraordinario en repetir su manipulación.

3. Polivalencia del equipo al poder acoplarse a diversos tipos de grúas, lo que permite que si se poseen grúas de distinta índole, se pueda acoplar el equipo a cualquiera de ellas siempre que sus características mecánico-dinámicas sean equivalentes.

Figura 4. Sistema de eslingado.



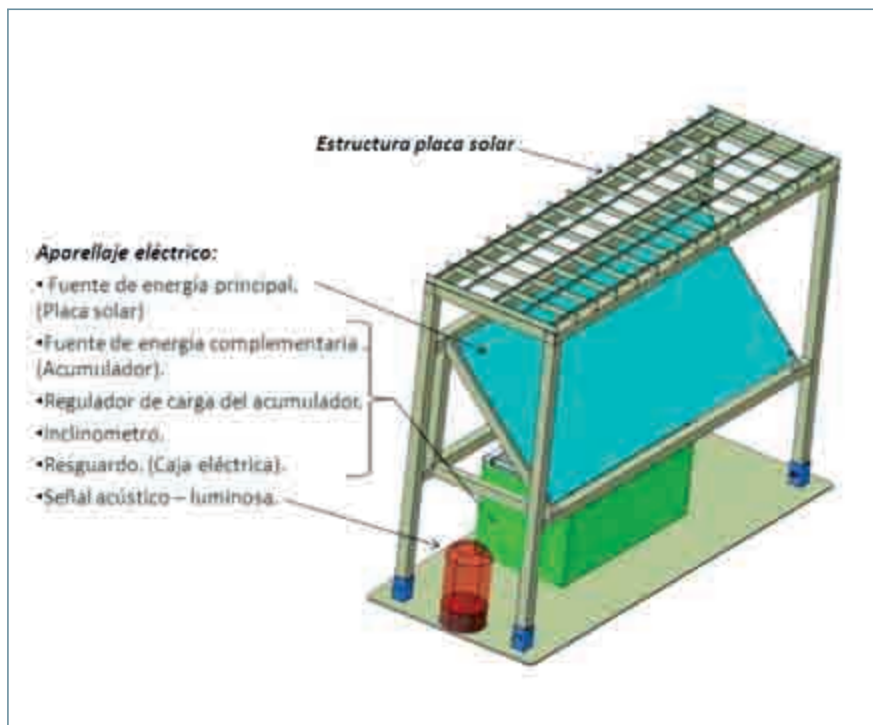


Figura 5. Dispositivo de aviso de ausencia de equilibrio.

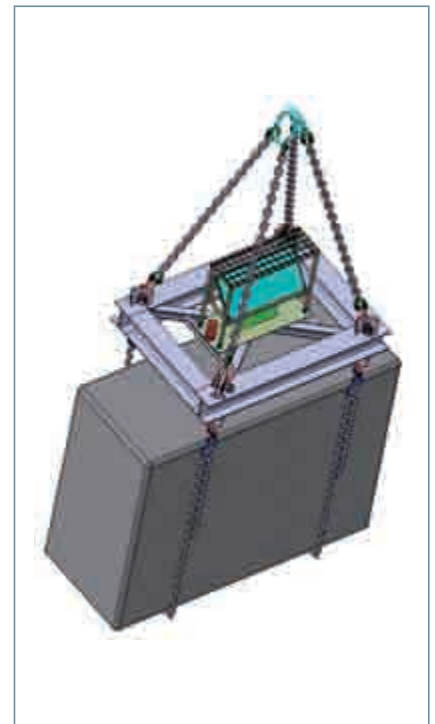


Figura 7. Equipo de elevación.

Bibliografía

Guisado Tato M, Martínez Senra AI. Boletín económico ICE n° 2.669 de 11/2000.

RD 1435/1992 y su posterior modificación RD 56/1995 sobre los requisitos esenciales de seguridad y salud en las máquinas, las cuales son trasposiciones de las directivas comunitarias 89/392/CE, 91/368/CE, 93/44/CE, 93/68/CE.

Directiva comunitaria 98/37/CE sobre seguridad y salud en las máquinas.

RD 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (según directiva 92/58/CE).

RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

UNE-EN ISO 12100-1 Seguridad en las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1. Terminología básica, metodología.

UNE-EN ISO 12100-2 Seguridad en las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2. Principios técnicos.

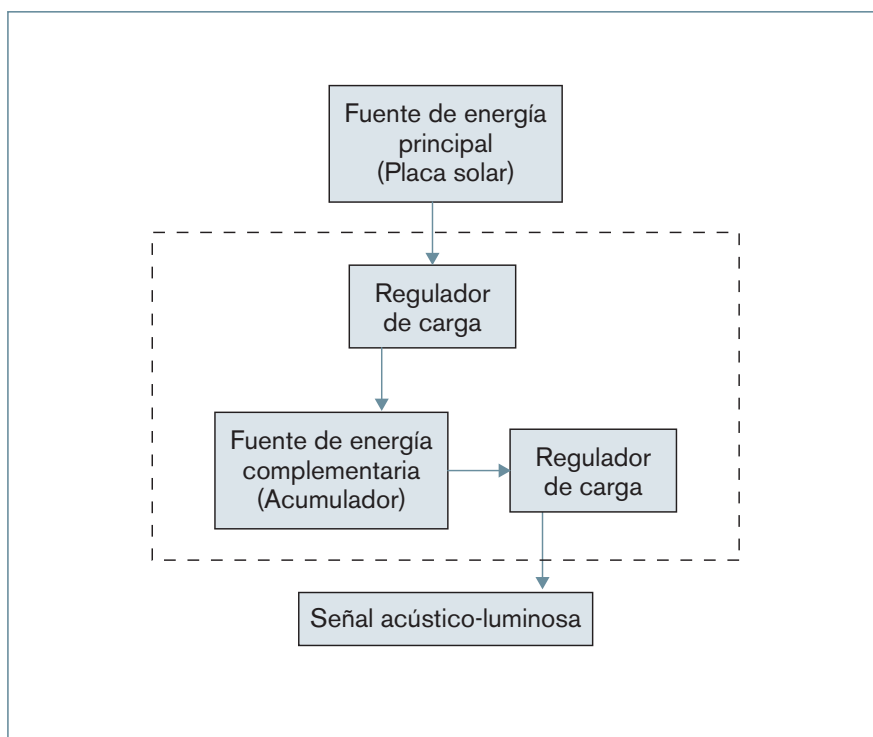
UNE-EN 818-4:199 Cadenas de elevación de eslabón corto. Seguridad. Eslingas de cadena. Clase 8. Radiaciones solares sobre superficies inclinadas, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

UNE 58132-2 Aparatos de elevación. Reglas de cálculo. Solicitaciones y casos de solicitaciones que deben intervenir en el cálculo de las estructuras y de los mecanismos.

UNE 58132-3 Aparatos de elevación. Reglas de cálculo. Cálculo de las estructuras y de las uniones.

EA-95 Estructuras de acero en edificación.

Figura 6. Principio de funcionamiento del dispositivo de aviso de ausencia de equilibrio.



Oscar Blanco Álvarez

oscarblanco911@hotmail.com

Ingeniero técnico industrial en la especialidad de Mecánica e Intensificación Construcción de Maquinaria por la Universidad de Vigo. Actualmente desarrolla su carrera profesional en el estudio de ingeniería Cotpa Técnicos.

Implementación de reguladores con lógica *fuzzy*

Javier Alfonso Cendón, José Luis Calvo Rolle, Héctor Alaiz Moretón
y Héctor Quintián Pardo

Implementation of regulators using fuzzy logic

RESUMEN

La lógica *fuzzy* se utiliza para la resolución de una variedad de problemas, principalmente los relacionados con control de procesos industriales complejos y sistemas de decisión en general. Los sistemas basados en lógica *fuzzy* imitan la forma en que toman decisiones los humanos, con la ventaja de ser mucho más rápidos.

En este artículo se muestra la metodología y el procedimiento de trabajo para la implementación de reguladores con lógica *fuzzy*, que, a diferencia de los reguladores convencionales, utilizan el conocimiento experto en lugar de ecuaciones diferenciales para describir un sistema.

ABSTRACT

Fuzzy logic is used to solve a variety of problems, mainly related to the control of complex industrial processes and decision making in general. Systems based on fuzzy logic imitate the human decision making process, but with the advantage of being much faster.

This article details the methodology and the working procedure for the implementation of regulators using fuzzy logic which, in contrast to conventional controllers, use expert knowledge instead of differential equations to describe a system.

Palabras clave

Inteligencia artificial, lógica difusa, regulador PID, *software*, sistemas expertos, control de procesos.

Keywords

Artificial intelligence, diffuse logic, PID controller, software, expert systems, process control.

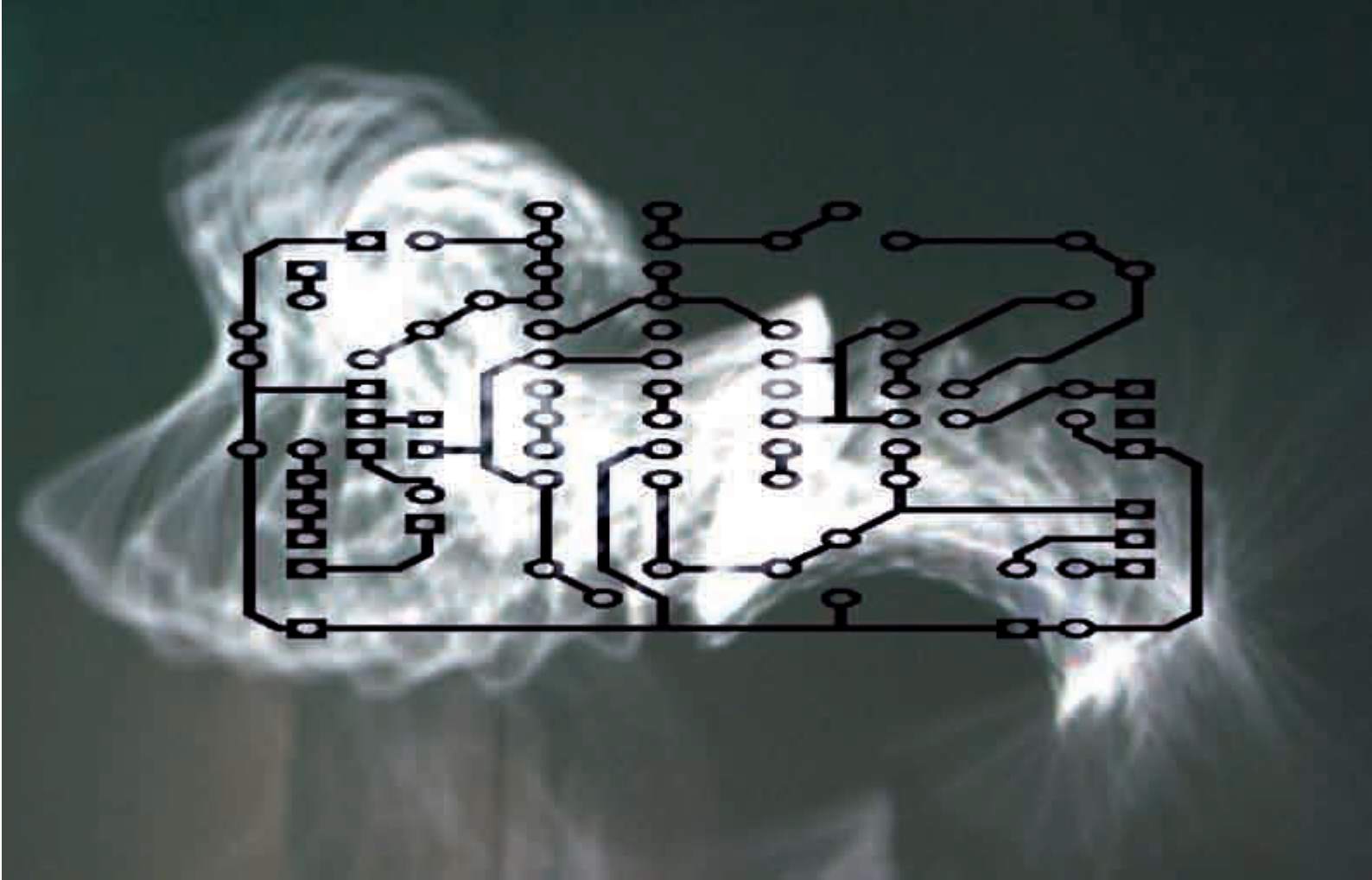


Foto: Pictelia

Introducción

Procedente del inglés, el término *fuzzy* se ha venido traduciendo como difuso o borroso. En un primer acercamiento, la lógica borrosa puede ser contemplada en contraposición a la lógica clásica. Esta última establece que cualquier enunciado o proposición puede tomar un valor lógico verdadero o falso, en definitiva 1 o 0 (parece evidente pensar que una puerta está abierta o está cerrada).

Sin embargo, en el año 1965, la aparición de un trabajo del soviético Lotfi Zadeh sobre La Teoría de los Conjuntos Borrosos, revolucionó la matemática al proponer una nueva lógica según la cual una puerta no tiene por qué estar necesariamente abierta (1) o cerrada (0), sino que puede estar abierta a medias (0,5), bastante abierta (0,8), casi cerrada (0,1), etcétera.

Paralelamente, algunos investigadores se han inclinado por la lógica difusa en problemas ciertamente difíciles. Así, en 1975, en Londres, el profesor Mandani desarrolló una estrategia para el control de los procedimientos y presentó los resultados más esperanzadores que se han obtenido sobre la conducción de un motor de vapor. En 1978, la sociedad danesa F. L. Smidth realizó el control de un horno de cemento, y esta fue la primera aplicación real industrial de la lógica difusa.

La lógica borrosa conoce su verdadero desarrollo en Japón, donde la búsqueda no es solamente teórica, sino más aplicada, y se produjo un *boom* a finales de la década de 1980. La principal ventaja de utilizar términos lingüísticos es que permite plantear el problema en los mismos términos en los que lo haría un experto humano.

La lógica borrosa surge como un intento de formalización del razonamiento con incertidumbre. En particular, y al contrario que otras formas de razonamiento, intenta abordar problemas definidos en términos lingüísticos y, por tanto, imprecisos, en los que los datos están expresados en términos cualitativos.

El primer punto que hay que tener en cuenta al abordar el tema es el de la representación matemática de las expresiones lingüísticas. Se puede afirmar que un hombre es alto cuando mide 1,90. Evidentemente, una estatura de 1,75 ya no correspondería a un hombre alto, sino a uno de estatura normal. De esta forma, se consideraría que “1,90 es alto” es cierto al 100%, mientras que “1,75 es alto” es cierto al 0%, pero “1,75 es normal” es cierto al 100%. Pues bien, la aplicación de la lógica borrosa consiste en asignar a estaturas comprendidas entre 1,75 y 1,90, valores borrosos entre 0 y 1, de manera

que “1,80 es alto” sería cierto al 33 % (haciendo una interpolación de forma lineal).

Teoría de los conjuntos borrosos

En la teoría clásica de conjuntos, un elemento cualquiera pertenece a un conjunto o no pertenece al mismo, mientras que en la teoría borrosa, un elemento siempre pertenece en cierto grado a un conjunto, pero nunca pertenece del todo al mismo.

Un conjunto difuso está definido por su función de pertenencia, que equivaldría a una función característica en lógica clásica. Una función de pertenencia puede definirse como una función que crea una correspondencia para cada punto del grupo difuso A con el intervalo real (0,0, 1,0) de tal manera que $m(A(x))$ es una aproximación del grado de pertenencia de x en A.

El grado de pertenencia representa un grado de posibilidad de que cierta condición sea cierta. Siguiendo con el ejemplo de las estaturas, se representan en la siguiente figura las funciones de pertenencia de distintos conjuntos. Por ejemplo, la función de pertenencia del conjunto “muy bajo” se ha tomado como:

- Si $x \leq 1,50$ m $m(x)=1$
- Si $1,50 \leq x \leq 1,60$ m $m(x)=1-10(x-1,5)$
- Si $x \geq 1,60$ m $m(x)=0$

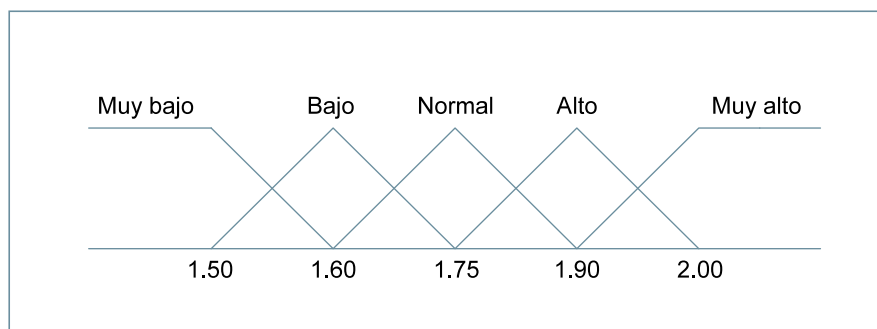


Figura 1. Funciones de pertenencia triangulares.

Los conjuntos clásicos se pueden considerar un caso particular de los conjuntos borrosos, en los que la función de pertenencia toma exclusivamente valores 0 o 1. En particular, el conjunto vacío será aquel cuya función de pertenencia sea constante e igual a cero y el conjunto completo, el que tiene función de pertenencia constante e igual a 1.

Semántica borrosa

Llegados a este punto, conviene definir algunos conceptos que se emplean con frecuencia. Se denomina universo del discurso al conjunto de posibles valores que pueden tomar las variables que intervienen en el predicado (condición). En el eje de abscisas del ejemplo de la figura anterior, se representa el universo de discurso, es decir, el rango de variación de la variable estatura, que se ha escogido entre 1,50 y 2,00 m.

Se denominan etiquetas lingüísticas los valores semánticos correspondientes a un predicado. En el ejemplo, se han tomado cinco etiquetas lingüísticas, que se corresponden en gran medida con el lenguaje natural.

Las funciones de pertenencia de un término lingüístico son las que aparecen en la figura anterior. Cada término lingüístico corresponde a un subconjunto borroso que lleva asociada una función de

pertenencia; esta representa el grado de asociación de un valor numérico con ese término. Por ejemplo, y como ya se dijo antes, “1,80 es alto” toma el valor 0,33.

Operadores lógicos

Estos operadores permiten escribir unas combinaciones lógicas entre nociones difusas. Es decir, hacer unos cálculos sobre unos grados de verdad. Igual que en la lógica clásica, se pueden definir unos operadores de unión (OR), intersección (AND) y negación (NOT), de la siguiente forma:

- $A \text{ OR } B = \text{MAX}[m(A(x)), m(B(x))]$
- $A \text{ AND } B = \text{MIN}[m(A(x)), m(B(x))]$
- $\text{NOT } A = 1 - m(A(x))$

Reglas difusas

La finalidad de la lógica difusa es tener en cuenta y poner en práctica la manera de razonar de un ser humano, y la herramienta más utilizada en las aplicaciones de lógica difusa es la base de reglas difusas.

Una base de reglas difusas está compuesta de reglas que suelen ser utilizadas en paralelo, pero que pueden, igualmente, estar encadenadas en ciertas aplicaciones.

Una regla es de tipo: SI {predicado} ENTONCES {conclusión}.

Como se puede apreciar en la figura anterior, una regla difusa se compone de tres etapas funcionales.

Predicado

Un predicado, también llamado premisa o condición, es una combinación de proposiciones para los operadores OR, AND y NOT.

Inferencia

El mecanismo de inferencia más comúnmente utilizado se denomina “de Mandani” y comprende cinco etapas:

1. *Fuzzyficación*: consiste en evaluar las funciones de pertenencia utilizadas en los predicados de las reglas.

2. Grado de activación: evaluación del predicado de cada regla por combinación lógica de las proposiciones del predicado.

3. Implicación: el grado de activación de la regla permite determinar la conclusión de la misma.

4. Asociación: el conjunto difuso global de salidas está compuesto por la asociación de los conjuntos difusos obtenidos por cada una de las reglas concernientes a esta salida.

5. *Desfuzzyficación*: al final de la inferencia, es necesario pasar del mundo difuso al real, ya que el conjunto difuso de salidas está determinado pero no es directamente utilizable para dar una información precisa al operador.

Conclusión

Es una combinación de proposiciones unidas por unos operadores AND. No se utiliza la cláusula OR en las conclusiones, ya que introducen una incertidumbre en el conocimiento.

Reguladores lógicos difusos

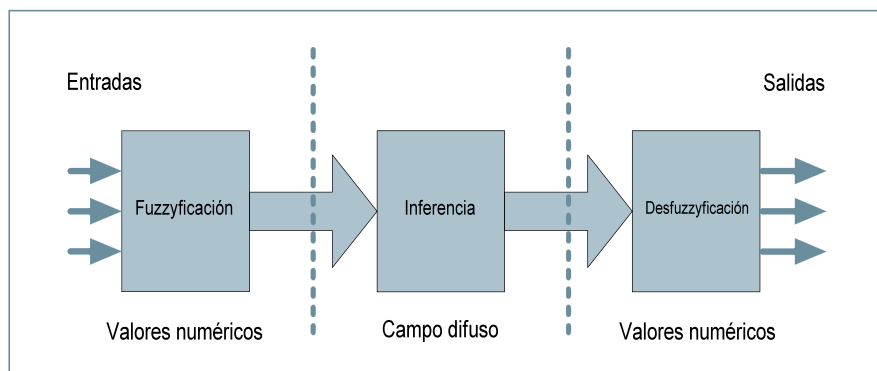
Los reguladores borrosos son la aplicación más importante de la teoría borrosa. Trabajan de forma algo diferente a los reguladores convencionales, ya que se utiliza el conocimiento experto en lugar de ecuaciones diferenciales para describir un sistema. Este conocimiento se puede expresar de manera muy natural usando las variables lingüísticas, que son descritas por los conjuntos borrosos.

Estructura

Un controlador borroso es un sistema basado en información imprecisa, que utiliza la teoría de conjuntos y la lógica borrosa para la representación e inferencia de ese conocimiento. Se basa en la descripción lingüística de la estrategia de control que utilizaría un operario o experto en el control manual del proceso. Por esta razón, también se denominan controladores lingüísticos.

El problema de diseño de sistemas de control se suele reducir a la elección de un

Figura 2. Etapas funcionales de una regla difusa.



determinado controlador y al ajuste de sus parámetros, de tal forma que se verifiquen ciertas especificaciones dadas para el proceso que hay que controlar. Uno de los problemas fundamentales que se plantean desde el punto de vista práctico es que no existen procedimientos sistemáticos que permitan calibrar el regulador.

El control lógico difuso funciona básicamente, tal como se puede observar en la figura 7, de la siguiente forma:

Cada variable numérica de entrada se interpreta primero en una interfase de *fuzzyficación*, etapa en la cual se obtienen los equivalentes lingüísticos de las variables numéricas de entrada, es decir, consiste en calcular el grado de pertenencia de las variables de entrada a cada una de las etiquetas lingüísticas mediante las funciones de pertenencia. Este será un número comprendido entre 0 y 1 para cada etiqueta.

Luego, la máquina de inferencia aplica los datos *fuzzyficados* de entrada al conjunto de reglas. Se hace una selección de las reglas que van a ser aplicadas, eliminando las que tengan un grado de pertenencia demasiado pequeño ya que, de no ser eliminadas, esto implicaría una acción de control contraria a la deseada.

La acción de control que concluye cada regla es un conjunto borroso al que se le ha asignado un peso. La interpretación usual de este conjunto con peso es otro conjunto borroso en el que la función de pertenencia se calcula como el producto de la función de pertenencia primitiva por el peso. Por tanto, el resultado final de la aplicación de todas las reglas es un conjunto de conjuntos borrosos con sus respectivas funciones de pertenencia.

Finalmente, como la salida del proceso debe ser también un número, se procede a la interfase de *desfuzzyficación*, encargada de calcular el valor numérico de la conclusión a partir del conjunto de curvas de salida.

Diseño

Lamentablemente, no existe un procedimiento estándar para diseñar el controlador, pero es posible definir ciertos pasos de trabajo para llegar a un buen diseño. La metodología propuesta se resume en los siguientes pasos.

Selección de las variables y del universo de discurso

Como en todo lazo de control, el primer paso en su diseño es especificar claramente cuáles serán las variables de entrada y salida que se desean relacionar a través del con-

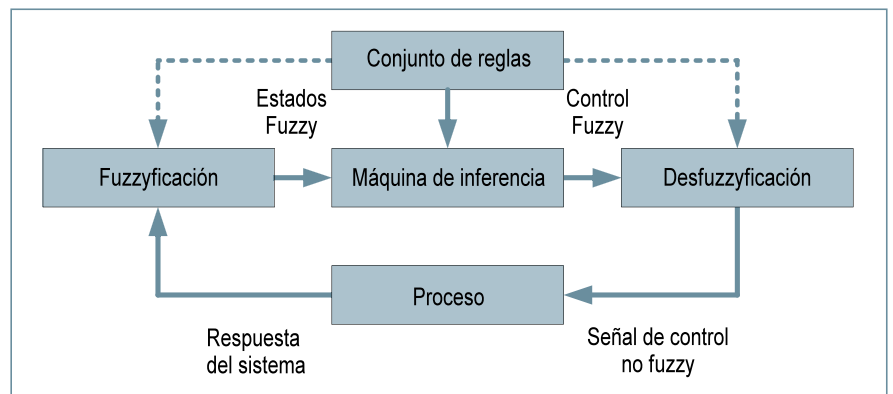


Figura 3. Sistema completo de lógica fuzzy.

trolador. Este puede desarrollarse en función del conocimiento de un experto humano, en cuyo caso esta etapa se completa rápidamente a partir de la experiencia previa. Si, en cambio, es la primera aproximación que se tiene del problema, habrá que elegir las variables que incidan directamente sobre la variable controlada, trabajando generalmente sobre el error o alguna función del error.

Selección de la estrategia de fuzzyficación

En esta etapa se determina en qué grado pertenecen las variables de entrada a los conjuntos difusos a través de su función de pertenencia. Es decir, se trata de desarrollar un bloque que tendrá en sus entradas los valores numéricos elegidos en la etapa anterior y a su salida dichos valores asociados a conjuntos difusos con sus correspondientes funciones de pertenencia. Para ello, es necesario definir estos conjuntos o universo de discurso, en un procedimiento que se conoce como particionamiento del universo de discurso, que, obviamente, requiere de un conocimiento a priori sobre el proceso que se va a controlar.

La cantidad de conjuntos difusos de nuestro universo de discurso es también una decisión de diseño. Cuantos más se elijan, mayor poder descriptivo y flexibilidad tendrá nuestro lenguaje, pues no se ha de olvidar que estos conjuntos difusos son directamente las etiquetas lingüísticas con que es necesario referirse a las variables de entrada y de salida. Por supuesto, este mayor poder descriptivo tiene su costo en mayor complejidad por la cantidad de reglas involucradas, que crece de forma proporcional. En la práctica se suelen elegir entre 2 y 10 etiquetas lingüísticas para cada variable de entrada o salida después de un procedimiento de ensayo-error.

Respecto de la forma que tendrán las funciones de pertenencia, no existen dife-

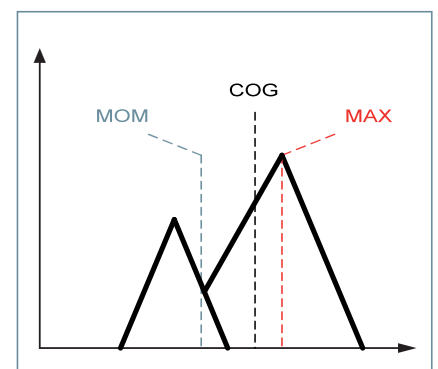
rencias apreciables en los resultados de control entre las diferentes posibilidades.

Construcción de la base de reglas

Ya se vio que el conocimiento del controlador se almacenaba en forma de reglas que se combinaban entre sí para formar un único conjunto difuso de salida. En este apartado se mostrarán las diferentes alternativas para obtener dichas reglas, que es el punto más importante de la programación del controlador lógico difuso.

- Basadas en la experiencia y el conocimiento de un ingeniero de control experto en el proceso a controlar. El procedimiento aplicable en este caso puede ser bien un manual de instrucciones del propio experto, o bien un interrogatorio guiado, hecho por alguien que también conozca el proceso que se va a controlar, que actuará como ingeniero de conocimiento.
- Basadas en la observación de un operario experto. Existen muchas situaciones de control en las que es muy difícil hallar un modelo por la cantidad y complejidad de variables involucradas. Esto hace impensable la aplicación de una técnica de control convencional. Sin embargo, existen operarios capaces

Figura 4. Criterios para la desfuzzyficación.



de llevar adelante el control del proceso.

- Basadas en un modelo difuso del proceso. Es posible hacer una descripción lingüística no sólo de la estrategia de control, sino también de las características dinámicas del proceso que se va a controlar. En términos generales, es un modelo difuso del proceso. A partir de este modelo se pueden obtener las reglas difusas para controlarlo.
- Basadas en aprendizaje. Su precursor fue el profesor Mandani, con el controlador autoorganizado, que está formado por dos cuerpos de reglas. Uno hace el control propiamente dicho, y el otro, a un nivel superior de aquel, exhibe el comportamiento que seguiría un programador humano mejorando las reglas de control.
- Basadas en el plano de fase. Cuando se dispone de poca experiencia previa con el proceso que controlar, esta metodología suele ser de gran utilidad porque permite, por una parte conocer el proceso en cuestión y, por otra, obtener una ley de control a partir de ideas intuitivas.

Selección de la estrategia de desfuzzyficación

Una vez cumplidas todas las etapas, el resultado de la agregación de las reglas de la base, es decir, la inferencia, será también un conjunto difuso. Sin embargo, para manejar el actuador es necesaria una magnitud no difusa. Por tanto, se necesita un bloque que sea capaz de dar una salida determinada frente a una entrada difusa y que represente lo mejor posible la distribución de posibilidades de la acción de control inferida. Para desarrollar este bloque, las estrategias más comúnmente empleadas son las siguientes.

Criterio del máximo (MAX)

Es el valor del conjunto difuso de salida para el cual la función de pertenencia tiene un máximo valor. Suele tener el inconveniente de que puede dar más de un máximo, por lo que el valor final de salida del controlador no queda unívocamente fijado.

Criterio del medio de máximo (MOM)

Genera una acción de control u_0 que representa el valor medio de las acciones de control cuya función de pertenencia tenga un máximo. Es el criterio que da el mejor comportamiento en el transitorio de la respuesta. Sin embargo, posee la desventaja de no tener en cuenta la forma de las funciones de pertenencia de

la salida. Esta información que se pierde tiene en cuenta parte del conocimiento obtenido en cada regla y puede resultar necesaria a la hora de obtener una respuesta.

Criterio del centro de gravedad (COG)

Genera el centro de gravedad del conjunto difuso de salida y toma este valor como salida del controlador lógico difuso. Con ello, se asegura encontrar un único valor de salida.

Es la opción que más información tiene en cuenta. El centro de gravedad se calcula como:

$$C.O.G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot m_{ij} \cdot a_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n m_{ij} \cdot a_{ij}} \quad (1)$$

siendo c_{ij} la media, m_{ij} el peso y a_{ij} el área de la función de pertenencia asociada a la conclusión de cada regla. Como observación interesante, en el resultado final sólo influye el área y no la forma de la curva.

Autosintonía de controladores lógicos difusos

Uno de los problemas fundamentales, desde el punto de vista práctico, que se plantean a los reguladores borrosos es que no existen métodos sistemáticos que permitan calibrarlos. Partiendo de la equivalencia bajo ciertas restricciones de una determinada clase sencilla de controladores borrosos con el regulador PID, se aplican algunas técnicas clásicas de sintonía de los reguladores convencionales a los controladores borrosos para ajustar sus parámetros, considerando desde el punto de vista externo el controlador borroso un PID al que se puede aplicar todo un amplio abanico de métodos de autosintonía.

A partir de las fórmulas de sintonía de un regulador clásico (PID) se deducen las ganancias de las variables del controlador borroso, para que se comporte como un PID equivalente. Estas ganancias van en función del tiempo, ya que se parte de unos valores fijos de K_p , K_i y K_d y dependen del error y del cambio del mismo.

Además, dependen de un número elevado de parámetros. Para evitarlo, se fijan algunos de los que pueden resultar redundantes o equivalentes u otros que contribuyan a la robustez del controlador (desde el punto de vista de su estabilidad). Estos factores son parámetros críticos en el desarrollo de un controlador borroso,

ya que tienen una influencia decisiva sobre la respuesta del sistema.

Con este primer ajuste analítico se obtienen unos parámetros próximos a los óptimos. Una comprensión cualitativa de la influencia de estos factores permite afinar la elección para mejorar la respuesta del sistema.

Variación cualitativa de las funciones de pertenencia

Aumentando las ganancias de las variables de entrada se comprimen las medias o centro de cada función de pertenencia de las variables de entrada, lo que supone reducir el universo de discurso, es decir, tener en cuenta valores más pequeños para la entrada del regulador y, por tanto, aumentar la resolución del control. Si no se varía ningún otro parámetro, la acción de control es más rápida y brusca, lo que mejora la respuesta transitoria del sistema disminuyendo tanto el tiempo de subida como el de establecimiento. Por el contrario, disminuir estos factores de entrada hace más lenta la respuesta.

También se consigue aumentar el grado de pertenencia de las variables aumentando la amplitud de las funciones o variando su forma. Al aumentar la amplitud, las funciones de pertenencia son más planas, por lo que cualquier valor numérico pertenecerá, en mayor medida a todas las etiquetas lingüísticas. El resultado es una acción de control más suave, ya que todas las reglas adquieren más peso y el regulador se enlentece.

Por el contrario, al disminuir la amplitud, las acciones de control son más precisas y rápidas, pues el regulador selecciona más las reglas que aplica. Pero si se disminuye demasiado, las acciones de control se vuelven irregulares, ya que quedan espacios muertos entre las funciones de pertenencia de las etiquetas lingüísticas. Por tanto, no es un parámetro que deba cambiarse en funcionamiento normal del regulador.

Variación cualitativa de la tabla de reglas

Variando las ganancias que modifican las variables de entrada y salida se consigue ajustar la acción de control dentro de ciertos límites, sin necesidad de cambiar la definición de reglas o conjuntos borrosos.

El mismo resultado puede obtenerse utilizando dos tablas, una inicial y otra de control fino, con mayor escala de resolución y acciones proporcionales a esa escala. De esta forma, un error que pudiera parecer pequeño con la tabla inicial, con esta última sería mayor y el regulador seguiría actuando, en lugar de detenerse por haber

alcanzado ya la zona muerta (donde no se genera acción de control ante entradas inferiores a un límite).

Aplicación de la lógica difusa en una lavadora

Introducción

Generalmente, se selecciona el tiempo de lavado de una lavadora en función de la cantidad de ropa que se desea lavar y del grado y tipo de suciedad que tenga ésta. Para automatizar el proceso, se usan sensores que detectan estos parámetros y con estos datos se determina el tiempo de lavado.

Desafortunadamente, no es fácil formular una relación matemática precisa entre la cantidad de ropa, la suciedad y el tiempo de lavado requerido, es decir, las lavadoras no son tan automáticas como deberían.

Para construir una lavadora que sea capaz de determinar el tiempo de lavado hay que centrarse en dos subsistemas de la misma: los sensores y la unidad de control, y esta última es la responsable de tomar una decisión acerca del tiempo de lavado, pero como la relación entre la entrada y la salida no está clara, no se podrán usar métodos convencionales de control, por tanto, se ha escogido la lógica difusa.

Variables

La siguiente figura muestra un diagrama del controlador lógico difuso, el cual consta de dos entradas, una para el grado de suciedad de la ropa y otra para el tipo de suciedad de la misma. Estas señales de control se obtienen mediante un simple sensor óptico.

El grado de suciedad se determina por la transparencia del agua de lavado, ya que la suciedad de la ropa disminuye la transparencia de una cantidad fija de agua. Por otro lado, el tipo de suciedad se determina por el tiempo que tarda en alcanzar la saturación, entendiendo por saturación el punto en el que la transparencia del agua es cercana a cero, es decir, deja de ser transparente.

Funciones de pertenencia

Antes de diseñar el controlador hay que determinar el rango de los posibles valores de las variables de entrada y salida. Para ello, se usarán las funciones de pertenencia que convierten los valores reales en valores *fuzzy* y viceversa. Las siguientes figuras muestran las etiquetas de las variables de entrada y salida y su asociación con las funciones de pertenencia.

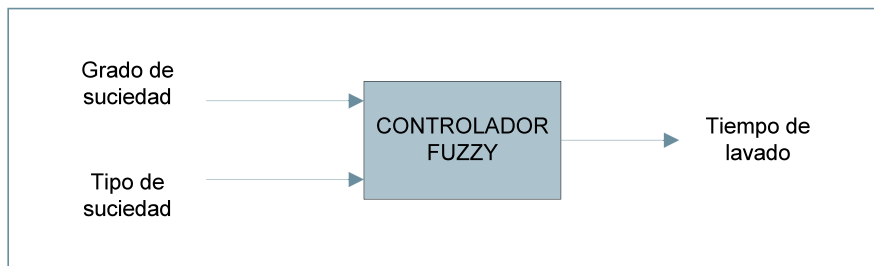


Figura 5. Diagrama de controlador para control de grado de suciedad.

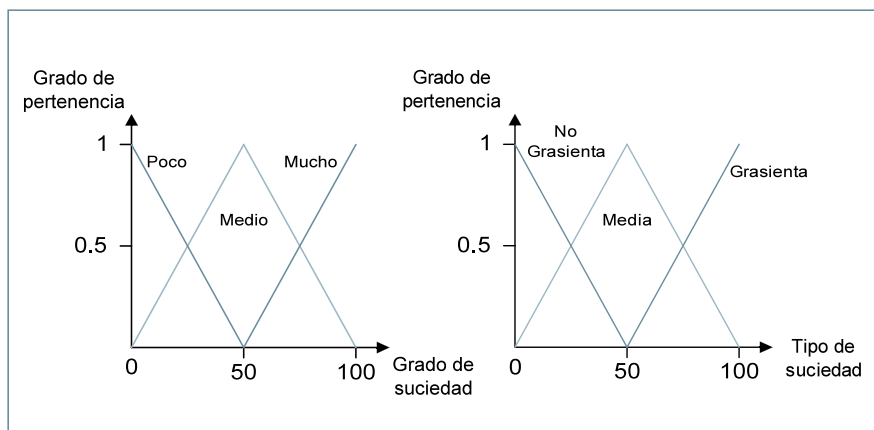


Figura 6. Ejemplos de funciones de pertenencia.

Los valores de las variables de entrada grado de suciedad y tipo de suciedad se han normalizado (rango de 0 a 100) bajo el dominio de los sensores ópticos.

Se han utilizado *singletons* (impulsos difusos) como funciones de pertenencia de la variable de salida tiempo de lavado. Como aparece representado en la siguiente figura:

Reglas

Las decisiones del controlador *fuzzy* se codifican mediante un juego de reglas. En general, son intuitivas y fáciles de entender, ya que se trata de sentencias “Si-entonces”. Las reglas de este controlador en concreto han derivado del sentido común, como por ejemplo:

“Si el tiempo de saturación es largo y la transparencia es mala, entonces el tiempo de lavado debe ser largo”.

Con diferentes combinaciones de éstas y otras condiciones, se escriben las reglas necesarias para implementar el controlador de la lavadora.

Unidad de inferencia difusa

Esta es la unidad fundamental que codifica la información del controlador. Incluye las definiciones de las variables de entrada y salida, así como las reglas de aplicación.

La figura anterior muestra la respuesta superficial de la relación entrada-salida del

controlador difuso de una lavadora, determinada por esta unidad de inferencia.

El proceso de diseño de este controlador imita la intuición humana. Aunque en este ejemplo sólo se controla el tiempo de lavado de la lavadora, el proceso de diseño puede extenderse sin complicación a otras variables de control, tales como el nivel de agua y la velocidad de giro, y la formulación e implementación de las reglas y funciones de pertenencia son similares a las mostradas para el tiempo de lavado.

Control difuso de flujo de fluidos en una estación de laboratorio

Los mexicanos Castro-Montoya, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, y Vera-Monterrosas y Quintana-Silva, del Instituto Tecnológico de Orizaba, han diseñado e implementado un controlador electrónico basado en lógica difusa para regular el flujo en una estación de trabajo de laboratorio.

Introducción

Utilizando su experiencia y conocimiento para caracterizar el comportamiento del sistema, formularon reglas difusas que describen las metas de control en términos de la relación de las entradas, simulaban y depuraron el diseño, para, posteriormente, implantarlo en el lazo de control de flujo de la estación de trabajo.

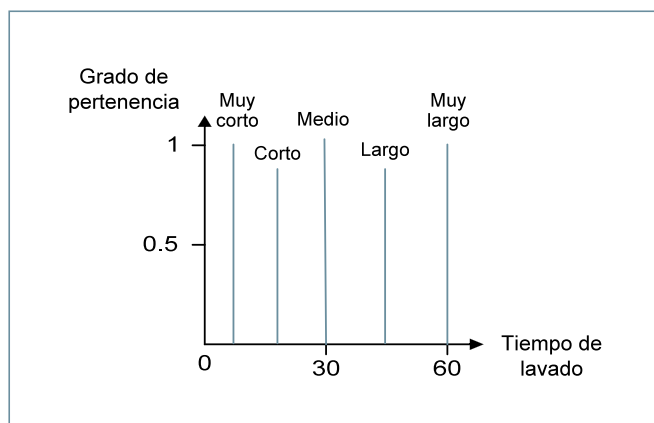


Figura 7. Singletones como funciones de pertenencia.

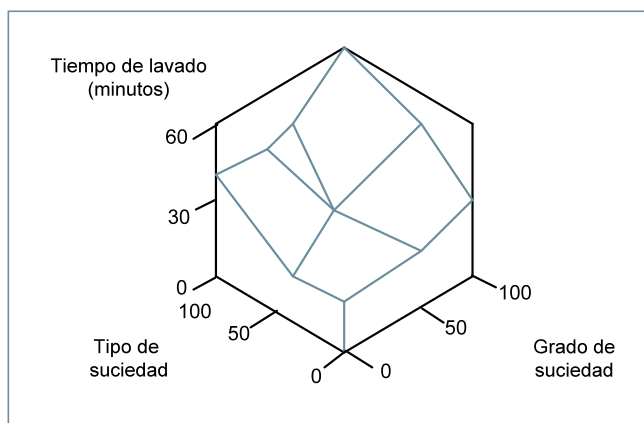


Figura 8. Respuesta superficial de la relación entrada-salida del controlador.

Para llevar a cabo la implantación del controlador lógico difuso, diseñaron y construyeron un módulo o estación de control de procesos denominado ECP2000, el cual facilita la integración de las funciones de control mediante interfaces gráficas estándar hombre-máquina. El proceso consiste en el transporte de fluido a través de tuberías.

Metodología

Para el diseño e implantación del controlador lógico difuso se siguieron las siguientes etapas:

- Definición de las variables difusas y conjuntos difusos para expresar las observaciones del proceso en el lenguaje lingüístico de la lógica difusa.
- Diseño de la base de reglas difusas, basadas en los operadores y expertos en el proceso que utilizar. Se escribieron primero las reglas obvias y, posteriormente, las restantes.
- Edición de los puntos anteriores (estrategia de control difuso) utilizando la herramienta de lógica difusa de MATLAB. Guardar la unidad de inferencia difusa en la hoja de trabajo de MATLAB para generar su bloque en Simulink posteriormente.

Optimización del sistema sintonizando las reglas y/o modificando los conjuntos de entrada/salida para lograr la estabilidad y la adaptabilidad del proceso. Se utiliza la herramienta Simulink de MATLAB junto con los bloques de entrada/salida de la ECP2000.

Variables, conjuntos y reglas difusas

La definición de variables consiste en establecer los rangos (universo de discurso) de cada una de las variables de entrada y salida en unidades de ingeniería, además de definir el número de funciones de pertenencia o conjuntos difusos de las mismas. No existe una regla para

definir el número de funciones de membresía, sólo la experiencia y el análisis de la respuesta de control deseada darán la pauta para esta elección.

Uno de los objetivos de control es la adaptabilidad del sistema, por lo cual se decide utilizar una entrada como la referencia y así el sistema de control difuso puede tener un mejor seguimiento de tal variable. Se utilizan las variables de error y cambio de la variable medida, como señales de entrada obvias que tienen que ver con el comportamiento transitorio y la estabilidad del sistema. Como variable de control, una señal de salida de 4 a 20 mA que gobierna el elemento final de control (bomba centrífuga).

La definición de los conjuntos difusos, es la visión del universo de discurso de la variable en regiones geométricas. Estas pueden tener forma triangular, trapezoidal, *singleton* (impulso difuso) o gaussiana, entre otras, y deben ser identificadas con nombres difusos.

Para este sistema se proponen 35 reglas difusas de un total de 900 posibles.

Esquemas de control

Con el objeto de comparar el comportamiento en lazo cerrado de un controlador PID con el controlador lógico difuso ante cambios en la referencia y señales de perturbación, el controlador PID se sintonizó bajo el método de respuesta transitoria (Ziegler-Nichols); posteriormente, se realizó una sintonía fina en línea, de modo que el sistema de lazo cerrado no exhiba un sobrepico demasiado alto y, además, presente una respuesta rápida.

El controlador de lógica difusa (CLD) obtuvo buenos resultados en la respuesta a escalón (figura 9), de lo cual se concluye que este controlador puede usarse en el arranque de la planta. El controlador difuso en este tipo de situaciones hace que la planta se comporte mejor.

En la prueba a una señal de entrada combinada (escalón-rampa) los resultados con el controlador PID fueron ligeramente mejores, de lo cual se concluye que el PID tiene un mejor seguimiento a la rampa que el controlador difuso, ya que éste presenta un comportamiento lineal.

Una de las pruebas que llamó la atención, fue la de excitar el sistema con una señal escalón inversa. Los resultados que se obtuvieron para el PID fueron al principio desconcertantes, pues se esperaba un buen seguimiento, de lo cual se puede concluir que, debido a la histéresis del sistema, el PID responde de forma diferente. No así, el controlador difuso, el cual se adapta a la no linealidad del mismo.

Conclusiones de lógica fuzzy

Con el propósito de comparar el desempeño del controlador lógico difuso, se diseñó e implantó un controlador convencional PID, tomado de las librerías de Simulink de MATLAB.

El desarrollo del controlador difuso es relativamente sencillo, dado que se cuenta con una metodología definida que permite identificar las partes que constituyen la solución del problema de control. Por otra parte, se cuenta con el *software* adecuado para la estrategia de control difuso (Toolbox Fuzzy de MATLAB).

Posteriormente, al llevar el controlador difuso a la planta, sólo se realizaron pequeños ajustes a los conjuntos difusos de entrada y salida, para adecuarlos a los requerimientos de la misma. No ocurrió así con el controlador PID, el cual se tuvo que ajustar de forma distinta, en la simulación se utilizó el método de límite de estabilidad y en la implantación el método de respuesta transitoria (ambos de Ziegler-Nichols), debido a que la planta presenta un comportamiento no lineal y el

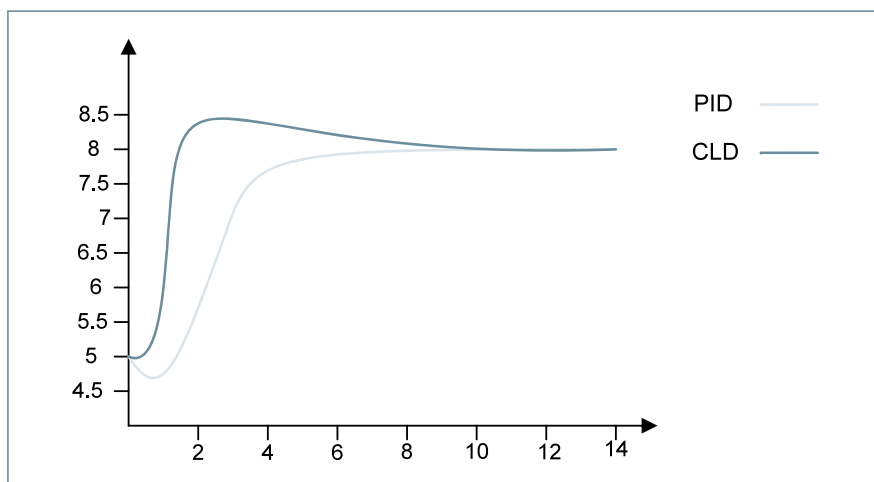


Figura 9. Comparativa entre control convencional y fuzzy.

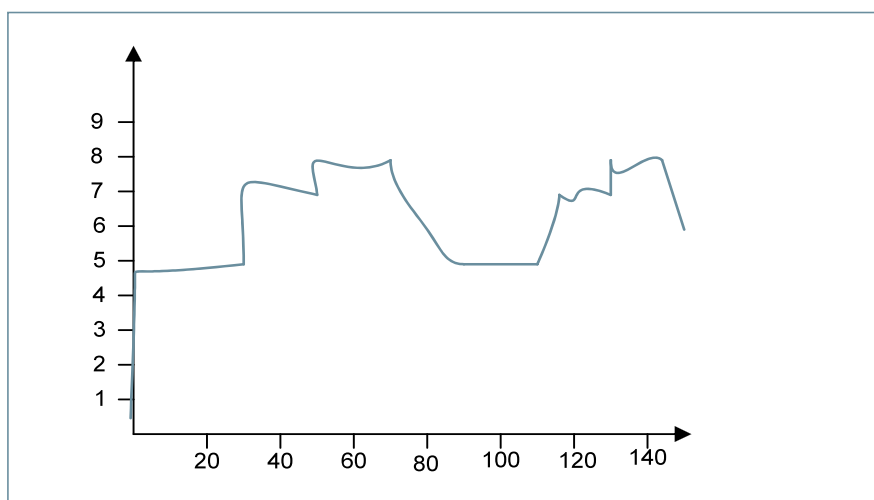


Figura 10. Comparativa combinando rampa y escalón.

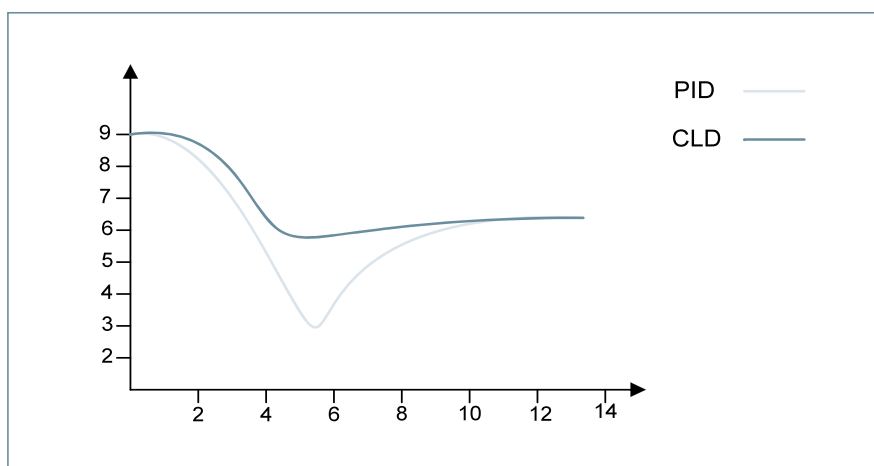


Figura 11. Comparativa para respuesta inversa.

PID convencional utilizado es lineal. Los valores de los parámetros del controlador obtenidos con el modelo dan una aproximación a los valores finales utilizados en el controlador real.

Adicionalmente, se puede concluir que es necesario desarrollar trabajos enca-

minados a optimizar el sistema de control de la variable flujo, que vayan orientados a combinar lo mejor de los controladores difusos y los convencionales, dado que algunas deficiencias de uno pueden ser compensadas con mejores resultados del otro.

Bibliografía

- George Bojadziev and Maria Bojadziev. *Fuzzy Logic for Business, Finance and Management*. 2nd Edition. Advances in Fuzzy Systems-Applications and Theory- Vol. 23, World Scientific, New Jersey, 2007.
- James J. Buckley, Esfandiar Eslami and Thomas Feuring. *Fuzzy Mathematics in economics and Engineering*. Physica-Verlag, Heidelberg, New York, 2002.
- Arnold Kaufmann y Jaime Gil Aluja. *Introducción de la Teoría de los Subconjuntos Borrosos a la Gestión de las Empresas*. Milladoiro, Santiago de Compostela, 1986.
- Zadeh L. A. (Ed). *Fuzzy Sets and Applications: Selected Papers by L. A. Zadeh*. John Wiley & Sons, New York, 1975.
- Zadeh L. A. *Fuzzy sets*. Information and Control, 8 (1965), pp. 338-353.

Javier Alfonso Cendón

javier.alfonso@unileon.es

Doctor en Ingeniería Informática por la Universidad de León, Máster MBA por la Universidad Politécnica Madrid, Máster Oficial en Energías Renovables por la Universidad de León, Máster Profesional en Tecnologías de la Comunicación por la Universidad de León / INTECO, e Ingeniero en Informática por la Universidad de León. profesor asociado en el área de Proyectos de Ingeniería de la Universidad de León, y trabaja en el INTECO (Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación). Sus líneas de investigación se centran en la minería de datos, la inteligencia artificial, y la seguridad informática.

José Luis Calvo Rolle

jcalvo@udc.es

Ingeniero Industrial por la Universidad de León desde el año 2004. Doctor Ingeniero Industrial por la misma Universidad desde el 2007. Es profesor Contratado Doctor en el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de la Coruña. Las líneas principales de investigación se centran en nuevas técnicas de diagnóstico y sistemas de control tanto tradicionales como inteligentes.

Héctor Alaiz Moretón

hector.moreton@unileon.es

Héctor Alaiz Moretón es Ingeniero Informático por la Universidad de León. Doctor Ingeniero Informático por la misma Universidad. Es profesor en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Sistema y de Automática de la Universidad de la León. Las líneas principales de investigación se centran en nuevas técnicas de diagnóstico y sistemas de control tanto tradicionales como inteligentes.

Héctor Quintián Pardo

hictor2@hotmail.com

Ingeniero Técnico Industrial por la Universidad de La Coruña en el año 2008, número uno promoción. Ingeniero Industrial por la Universidad de León en el 2010. Realiza prácticas en Arteixo Telecom (verano 2008) y Departamento de Electricidad y de Electrónica y Automática de la Universidad de León (verano 2009). Le fue concedida una beca del ministerio durante el curso 2009/2010 para colaborar en el Departamento de Electricidad y de Electrónica y Automática de la Universidad de León. Actualmente colabora con el departamento de Robótica móvil mediante una beca de Residencias de verano en grupos de investigación de la Universidad de León.

Producción de energía eléctrica a partir de los mares

Rafael Eugenio Romero García

Production of electricity from the sea

RESUMEN

Desde finales del pasado siglo XX, la sociedad viene marcada por la búsqueda de fuentes alternativas de energía. Los dos grandes problemas actuales de las llamadas energías renovables, principalmente la eólica y la solar, son su rentabilidad y su capacidad de generar energía en los momentos que es necesario, es decir, la previsibilidad en la producción. La energía marina no tiene este problema, ya que podemos predecir con siglos de anticipación el momento y la intensidad de las mareas y corrientes. Esta energía se puede obtener por medio de las mareas (energía mareomotriz), de las olas (energía undimotriz), de la conversión del gradiente térmico (OTEC), de la conversión del gradiente salino y la de las corrientes marinas. Las últimas experiencias realizadas han dado resultados muy esperanzadores, respecto a su rendimiento, habida cuenta que al ser el agua más densa que el aire, sus equipos (muy parecidos algunos de ellos a los eólicos) generan más energía que los eólicos y, por tanto, amortizan antes la inversión.

Palabras clave

Energías renovables, energía marina, mar, energía mareomotriz, energía undimotriz

ABSTRACT

Since the latter part of the twentieth century, society has been increasingly preoccupied with finding alternative sources of energy. The two main problems currently faced by so called renewable energy sources, principally wind and solar, are their profitability, and their capacity to generate power when needed, to offer a predictable output. Marine energy does not pose this problem, with the timing and intensity of tides and currents predictable years in advance. This energy can be obtained from the tides (tidal power), from the waves (wave power), from ocean thermal energy conversion (OTEC), from salinity gradient power and from marine current power. The most recent findings have shown very promising results, and in terms of output, with water being denser than air, the apparatus employed (some very similar to wind turbines) generate more power than wind turbines and therefore offer a faster return on investment.

Keywords

Renewable energy, marine energy, sea, tidal power, wave power.



Foto: Shutterstock

En estos tiempos en los que los precios de la energía se dispara debido al enorme consumo que existe y la especulación que alrededor de ella se hace, es conveniente revisar todas las posibilidades que nos plantea la naturaleza para conseguir este bien cada vez más caro y difícil de conseguir.

De todas las fuentes de energía existentes, la menos estudiada y la que se encuentra en un estado más primario de investigación es la obtención de energía procedente del mar. Esta energía se puede obtener por medio de la energía mareomotriz (de las mareas), undimotriz (de las olas), la conversión del gradiente térmico (OTEC), la conversión del gradiente salino y la de las corrientes marinas.

Aprendiendo de nuestros mayores

El gaitero y lutier José Ángel Hevia Velasco decía en su disco *Al otro lado*: “Cada vez conozco más viejos que caminan casi de medio lado. Seguramente, el paso del cangrejo es también el del sabio que no sólo mira al otro lado, sino que también va disfrutando del camino dejado tras de sí”. Hoy día tendemos a olvidar lo que nuestros mayores sabían y nos transmitieron, hemos dejado de caminar de medio lado.

Un vistazo a la tecnología desde sus comienzos hasta la era industrial muestra unos pueblos preocupados en aprovechar la mínima posibilidad de obtener energía. Así vemos tratados sobre molinos de todo tipo (de sangre, mareales, fluviales, de viento) y cómo se instalaban molinos en cualquier corriente de agua, aunque fuera temporal.

Desde el punto de vista técnico, este proceder tiene dos grandes virtudes: producción de la energía allí donde se consume y generación de energía totalmente renovable.

La aparición de energía barata en forma de petróleo y la posibilidad de transportarla con el desarrollo de la electricidad hizo que se abandonaran los sistemas tradicionales de producción energética.

Este abandono, que en algunos casos ha sido hace pocos años, va ligado a la filosofía de la actual sociedad del derroche y el consumo de energía fácil y barata, algo que, afortunadamente, está cambiando de forma rápida y brusca.

Evidentemente, no propongo el retorno a molinos, batanes y pilones movidos por aceñas, molinos mareales o de regolfo, pero sí retomar el concepto de pequeña producción energética allí donde sea posible y cerca de los lugares

de consumo y, sobre todo, el retorno a las energías renovables en su máxima capacidad.

Y cuando hablo de energía renovable me refiero a un concepto distinto al que actualmente se usa, porque ahora mismo cuando se habla de energía renovable sólo se consideran las energías solar (térmica y/o fotovoltaica) y eólica y muy de pasada cualquier otra posibilidad. De hecho, la gran hidráulica también tiene más detractores que defensores actualmente.

El concepto de renovable debería ampliarse en sus horizontes e incorporar aquellas tecnologías que empleando combustibles no renovables aplican conceptos como eficiencia en tal grado que la hacen tan “ecológicas” como las renovables clásicas. En este sentido, me refiero, por ejemplo, a las trigeneraciones y a las centrales nucleares de última generación que emplearían como combustible los residuos acumulados en las actuales centrales.

Como sé que lo expuesto en el anterior párrafo se presta a una amplia y polémica discusión, me ceñiré en este artículo a una energía renovable, en el más clásico sentido de la palabra, y que no tiene algunos de los grandes inconvenientes que tienen la solar y la eólica.

La energía de los mares y océanos

Las energías solar y eólica tienen un gran inconveniente, que es su impredecibilidad, es decir, es imposible aventurar cuanta energía eólica o solar nos proporcionarán nuestras instalaciones la semana que viene, y cuanto más largo fiemos el plazo, peor será la predicción, ya que dependen totalmente de la meteorología (que no de la climatología) del momento y éste es un campo que, aunque ha avanzado mucho, sigue teniendo un rango de fiabilidad bastante corto para el caso que nos ocupa. Afinando en la idea, que la lluvia caiga el lunes o el martes, por la mañana o por la tarde, no tiene demasiadas complicaciones para el sector agrícola, por ejemplo, pero sí lo tiene para el sector energético, ya que la demanda de electricidad tiene puntas y valles con tremendos picos a lo largo del día. Si en los momentos de máxima demanda los aerogeneradores y las placas solares no pueden suministrar la suficiente energía, se tiene que acudir a los generadores tradicionales (centrales térmicas o nucleares). Por el contrario, si en las horas valle están a pleno rendimiento, podemos vernos en la necesidad de poner en *stand-by* las centrales tradicionales, pero que permanecen calientes consumiendo combustible a la espera de entrar en servicio.

Las mareas son totalmente predecibles con años de antelación, tanto en su amplitud (energía disponible) como en el momento en que se van a producir. Las corrientes marinas también son bastante predecibles y son pocos los cambios que se han dado en siglos; se puede decir lo mismo de los gradientes térmicos y salinos. Por tanto, estas energías puramente renovables satisfacen el que quizá sea el gran pero de la solar y, sobre todo, de la eólica. Además, son totalmente renovables, ya que no requieren de un complicado circuito de masas y energía que a veces no es tan halagüeño como se nos presenta (por ejemplo en el biodiésel). La undimotriz es la menos predecible de todas, pero lo es mucho más que la eólica.

Nuestros antiguos conocían ya esta propiedad y, por eso, sin desdeñar la eólica ni la *sangre* (animales o personas), en las zonas costeras fue siempre la energía preferida. Las costas españolas y portuguesas están completamente llenas de restos de estos equipos (entre Faro y Cádiz llegaron a funcionar 70 molinos mareales). Sin nuestros amplios conocimientos sacaban un buen rendimiento de estos equipos y aprovechaban, por

ejemplo, las mareas muertas para picar las piedras y realizar las reparaciones que necesitara el molino; y es un tema de estudio bastante interesante ver dónde estaban ubicados estos molinos y considerar la posibilidad de colocar en su lugar generadores adaptados empleando las modernas tecnologías, porque, evidentemente, no tiene sentido colocar molinos, pero sí generadores eléctricos, generadores de hidrógeno (el agua está a pie de planta) e incluso pequeñas desaladoras. Es curioso saber, por ejemplo, que desde 1521 hasta 1822 funcionó en Londres de forma ininterrumpida una gran aceña movida con la energía de las mareas y que se empleaba para abastecer de agua el centro de la ciudad.

El tema de los antiguos molinos y su evolución sale fuera del ámbito de este artículo por cuestión de espacio y se tratará fuera de él, pero es evidente que este aspecto no ha sido tratado con la profundidad que se merece, sobre todo con vistas a recuperar lo que se sabía entonces para aprovecharlo ahora. Todavía quedan molineros con vida y sería una pena que no nos enseñaran de viva voz lo que saben. Dejo esta puerta abierta para alguien que esté buscando un tema interesante para una tesis o trabajo de investigación, a cuya disposición me pongo.

Por su parte, los mares como fuente generadora de electricidad ha sido un tema tratado más como ciencia futurista que como ciencia realista, pero hace unos años que este tema se está investigando con fuerza fuera de nuestras fronteras y, afortunadamente, España también se está montando en este importante carro en el que, junto con Portugal, tiene un gran campo de estudio y trabajo teniendo en cuenta la longitud de nuestras costas.

No voy a intentar reflejar todas las tecnologías existentes en este campo porque es imposible, ni tan siquiera pretendo que estén las últimas, porque cada vez que se entra en la red o se contacta con personas inmersas en el tema se ven nuevos sistemas de aprovechamiento energético. Por tanto, es posible que cuando este artículo vea la luz, o lo lea usted, estas tecnologías que a continuación se reflejan estén algo desfasadas; de todas formas, dan idea de por dónde van las líneas de investigación y trabajo.

La Generación eléctrica a partir de las mareas

Consiste en aprovechar la energía liberada por el agua del mar en sus movi-

mientos de ascenso y descenso durante las mareas y que, como he dicho, fue empleada hasta hace pocos años con mucha profusión. He comentado el caso de la costa onubense, que posee unas mareas medias; la zona norte tiene, por el contrario, unas mareas de más entidad y este tipo de energía fue usada incluso con más importancia.

Se calcula que la energía que generan las mareas es de unos 22.000 TW, de los que serían aprovechables unos 200 a pesar de que no todas las costas son aptas para su aprovechamiento, ya que la actual tecnología no es rentable con mareas inferiores a 6 m de altura.

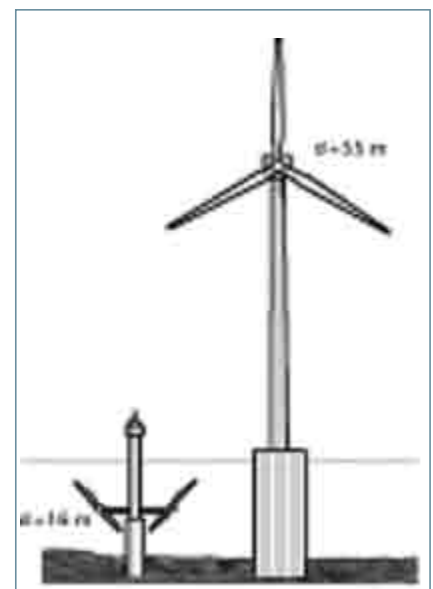
El proyecto más conocido¹ de aprovechamiento de este tipo de energía está situado en el estuario de La Rance (Saint Malo, Francia) que consta de 24 grupos con una potencia de 240 MW gracias al nivel de mareas en dicho estuario que es de 12-13,5 m. Las turbinas instaladas son reversibles y giran en ambos sentidos aprovechando un caudal máximo, de 20.000 m³/s.

En principio, en España no se tienen localizaciones óptimas para el aprovechamiento de esta energía, pero la mejora tecnológica y la investigación en este campo harán, sin duda, que en breve también en España sea aprovechable la energía mareomotriz.

Generación eléctrica a partir de las corrientes marinas

Según los últimos estudios, hay más de 100 ubicaciones ideales en Europa para el aprovechamiento de las corrientes marinas. Este aprovechamiento permiti-

Figura 2. Ejemplos de un generador de eje horizontal y otro vertical



ría la instalación de 12,5 GW de potencia generadora (en total, se calcula que hay 30 GW aprovechables). Además de esta importante cantidad de potencia instalada, hay que recordar algunas de las características que tienen estas instalaciones, la mayoría de ellas comunes a las mareomotrices:

- Se puede predecir en todo momento la cantidad y el momento de la generación.
- Tiene un rendimiento medio del 43% (puede llegar al 60%), lo cual es el doble de otras fuentes renovables.
- Impacto ambiental prácticamente despreciable (exceptuando que puede afectar al tráfico marítimo).
- Las malas condiciones meteorológicas no afectan a su funcionamiento al estar bajo la superficie marina, algo que no ocurre con los aerogeneradores o algunos de los sistemas de aprovechamiento de la energía de las olas.

También es importante incidir en que al ser el fluido (agua) más denso que el que mueve los aerogeneradores (aire), se obtiene una mayor densidad energética (el viento a 15 m/s produce 2 kW/m², mientras que una corriente marina de 3 m/s da 14 y una de 2 m/s genera 4), lo que permite que los equipos sean menores para obtener la misma cantidad de energía, como podemos ver en la figura 1 para obtener 1 MW.

Técnicas disponibles

Como en los aerogeneradores, se dispone de equipos axiales (con eje horizontal) y de flujo cruzado (eje vertical) (figura 2). A partir de estos dos tipos básicos se han diseñado múltiples equipos, la mayor parte en fase de experimentación y que aprovechan la experiencia adquirida en los aerogeneradores.

A la hora de diseñarlos hay que tener en cuenta que los equipos deben absorber mayores esfuerzos que los eólicos, pero, por el contrario, tienen menor relación entre la velocidad media y la punta.

Entre las de flujo axial, destacan las de los proyectos de la Marine Current Turbines, Seaflow (figura 3) y Seagen² (figura 4), que han dado mejores resultados de los esperados teóricamente.

Respecto a las de flujo cruzado, también existe una gran variedad de diseños, como la Kobold (figura 5), que puede disponerse de distintas formas, y la Gorlov (figura 6) consistente en un rotor tipo Savonius.

Como se ve, se ha diseñado una enorme variedad de equipos desde que se empezó a investigar esta materia a finales de la década de 1980, algunos de ellos

de gran interés, como los basados en la mejora de la eficiencia al introducir turbinas en conductos. Este sistema permite instalar plantas con una gran cantidad de turbinas. De hecho, existe un proyecto en Canadá (Bluenergy) para una planta de 2.200 MW. El macroproyecto Hydro-

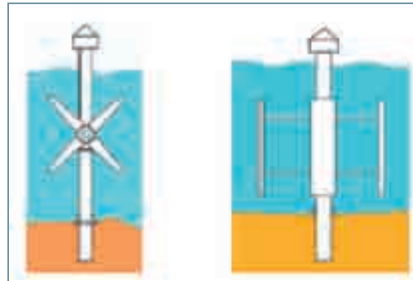


Figura 2. Ejemplos de un generador de eje horizontal y otro vertical



Figura 3. Proyecto Seaflow.



Figura 4. Página de presentación del proyecto Seagen.



Figura 5. Generador Kobold.

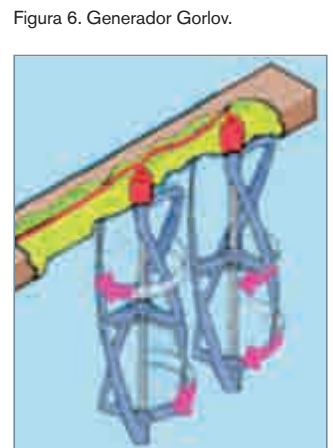


Figura 6. Generador Gorlov.



Figura 7. Proyecto Hidrolienue.

lienue (figura 7) tiene previsto tres parques, dos en la costa de Bretaña (uno de 1 GW y otro de 2 GW) y una en Cotentin con 1.500 turbinas de 16 m de diámetro para 3 GW. En total, este proyecto podría sustituir tres centrales nucleares.

El sistema de turbinas está generando gran número de proyectos además de los citados, que sólo reflejaré de forma somera, como son el proyecto Lunar Energy, que consta de una turbina bidireccional horizontal instalada en un venturi a 40 m de profundidad. Su especial diseño le permite obtener cinco veces más energía que otros equipos para la misma área de intercepción. Se espera que para 2010-2011, la planta instalada en Pembrokeshire (Gales) con turbinas de 23 m de alto por 15 de ancho instaladas en el fondo marino produzcan 8 MW.

El proyecto de Hydrovisión que tiene dos generadores compuestos por dos turbinas de 15m de diámetro para 500kW por unidad. Este proyecto tiene la ventaja de ser flotante y estar anclado con cadenas lo que le permite la autororientación hacia la corriente.

Una turbina tipo Straflo se usa por ejemplo en el proyecto Openhydro y ya se está pensando en un equipo de este tipo que aproveche la corriente del Golfo para producir hidrógeno.

Las últimas novedades en turbinas son las SST y el Sea Snail. Las SST son turbinas semisumergidas que darían 4MW para dos pares de rotores de 20m de diámetro a 60m de profundidad y con un novedoso sistema patentado en UK en 2003 para el izado del equipo para las tareas de mantenimiento. El Sea Nail es un equipo que se instala en el fondo y que orienta la corriente a la turbina por medio de alas lobuladas para mejorar el rendimiento de la turbina.

Además de los equipos vistos es digno de mencionar el Stingray (figura 8) que se ancla al fondo y que está dotado de un ala oscilante hacia arriba y abajo que en su movimiento acciona unos cilindros de



Figura 8. Generador Stingray.

aceite a presión que mueve el motor que actúa sobre el generador.

Existen más proyectos y modelos que no citamos aquí por falta de espacio, pero es evidente que es un campo donde la investigación tiene por delante un amplio campo de trabajo con resultados muy prometedores.

El caso particular del Estrecho de Gibraltar

El Ingeniero Naval D. Juan Manuel Juanes González realizó una tesis en 2007 en la que estudiaba este tema en detalle. La tesis de un gran interés y que no ha tenido la repercusión que debiera, hace un estudio exhaustivo de la posibilidad de producir energía eléctrica aprovechando las corrientes existentes en el Estrecho de Gibraltar. En este estudio se retoman ideas que ya estudiaron el Ingeniero de Minas Don Emilio Zurano Muñoz en 1921 en un escrito que remitió al rey Alfonso XIII y el Dr. Félix Cañada Guerrero en fechas más cercanas.

Tras un concienzudo estudio de la problemática, calcula las zonas más favorables de acuerdo a la velocidad de la corriente superficial³ (figura 9), los fondos para el fondeo de los equipos y excluyendo las zonas militares, de pesca,

Figura 9. Curvas de la corriente de superficie en el Estrecho de Gibraltar.



parques naturales y las conexiones eléctricas y gasísticas con África. Después de localizar estas zonas y teniendo en cuenta los equipos actualmente existentes, algo que con el tiempo debe mejorar, llega a la conclusión, de que esta área posee un alto poder energético, algo que debe hacer reflexionar a los organismos y empresas del sector para potenciar más esta idea.

El mismo autor de la tesis está desarrollando un modelo patentado de generador que integra el aprovechamiento de las corrientes marinas con una conversión de energía en hidrógeno, lo cual permite al prototipo no depender de un emisario submarino.

Generación eléctrica a partir de las olas

De todas las energías marinas es la menos predecible (la gran ventaja de estas energías), pero siempre es mucho más predecible que la eólica e incluso la solar. Su potencial es enorme⁴ y se calcula puede llegar a los 500GW, siendo Portugal y España (la cornisa noroeste concretamente) un lugar privilegiado, aunque toda la costa atlántica es factible de recibir instalaciones de este tipo de forma rentable.

También de todas las energías marinas es la más estudiada, sobre todo a partir de 1970, aunque no debemos olvidar a Barrufet que ya estudió el tema para instalar una planta undimotriz en Barcelona a finales del S. XIX.

Hay muchas empresas desarrollando prototipos más o menos acertados y más o menos adecuados a cada situación ya que su implantación puede ser en la costa, cerca de ella o fuera de ella. Debemos recordar que la ola donde tiene más energía es lejos de la costa, pero por otro lado el mantenimiento del equipo, el transporte de la energía, etc. hacen que a veces sea mejor en la costa o cerca de ella. No vamos a ver todos los equipos diseñados (más de 600 en los 30 últimos años) pero si unos cuantos que vale la pena citar por su interés, aunque algunos no cumplieran las expectativas que en principio se depositaron en ellos y ya sean historia.

A todo esto hay que añadir que en septiembre de 2007 el gobierno británico aprobó el proyecto Wave Hub para montar el mayor parque mundial de aprovechamiento de energía marina que generará 20MW en la costa norte de Cornwall. En este parque se emplearán distintas tecnologías para parques marinos y nuevas herramientas de modela-

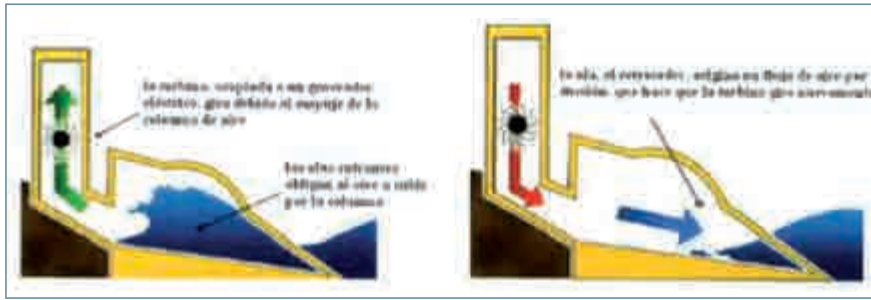


Figura 10. Generador OWC.



Figura 11. Generador OWC instalado en Pico (Islas Azores).

zación y análisis de proyectos de aprovechamiento de energía undimotriz.

Equipos en o cerca de la costa

Podemos citar el OWC (*Oscillating Water Column*) que es el instalado en Mutriku (Guipúzcoa), en la isla de Islay (Escocia) o en la isla de Pico en las Azores (figura 11) y que consiste en una apertura en el rompeolas por donde entra el mar en las oleadas a una cámara donde comprime y descomprime el aire contenido en ella (figura 10). Este movimiento del aire se transforma en electricidad a través de una turbina. Su mayor problema es el ruido que produce y que ha generado algunas protestas de los vecinos cercanos al lugar.

Equipos lejos de la costa

Tenemos sistemas que sobresalen del nivel del mar (Wave Dragon, Wave Plane), el OWC ya visto, cuerpos sólidos movidos por las olas (Pelamis, AWS) y otros diseños.

AWS

Este prototipo se montó en Portugal y consiste en una estructura presurizada donde la parte superior es móvil respecto a la parte inferior debido al movimiento de las olas. Este movimiento es convertido en energía eléctrica directamente mediante un generador lineal.

Pelamis

Es una estructura articulada en la que el movimiento relativo de una articulación respecto a su nodo actúa sobre una bomba hidráulica que alimenta un depósito a presión, siendo este fluido el que actúa sobre el generador electro hidráulico (figura 12). Al norte de Oporto, en Póvoa de Varzim, se han instalado en una primera fase tres de estos equipos que suministrarán una potencia de 2'25MW, en una segunda fase se llegará a 25 Pelamis con una potencia total de 20MW. La intención es llegar a los 500MW y conseguir por este método, en unos 15 años, entre el 20 y el 30% de la energía consumida en Portugal. Teniendo también el gobierno escocés previsto la instalación de estos equipos en sus costas, comenzando con una potencia de 3MW.

Wavedragon

En este caso nos encontramos con un dispositivo que flota a cierta altura sobre la superficie marina pero al alcance de las olas las cuales van llenando un depósito que al vaciarse mueve turbinas para la generación de energía. Es una tecnología que es competitiva hoy día y

Figura 12. Generador Pelamis.



de hecho funciona en Dinamarca, estando en trámite la instalación en 2010 de una planta de 70MW en Irlanda, entre otros proyectos.

Waveplane

Tiene el mismo principio que el anterior pero con distinto diseño. Llenar un depósito con las olas que rebasan la estructura y mover turbinas al vaciarlo.

OPT (Ocean Power Technologies)

Se dispone de una boya hundida justo bajo la superficie. Esta boya en su movimiento pendular a causa del oleaje comprime aceite y acciona un motor hidráulico que mueve un generador eléctrico. Es el equipo montado en la planta de Santoña (Cantabria).

AquaBouy

Emplea el mismo principio anterior pero lo que hace el movimiento de la boya es bombear agua a una turbina situada en la parte superior del equipo.

Ceflot

Consiste en crear un horizonte artificial en la superficie marina de tal forma que el movimiento de las olas mueve los elementos de la periferia para mover el generador.

Equipos Oscilantes

Tenemos la Boya Arlas Invest que emplea este movimiento para enrollar y desenrollar el cable de fijación sobre un mecanismo electro mecánico. También está el SEAREV (Sistema Eléctrico Autónomo de Recuperación de la Energía de las Olas) que básicamente consiste en un cuerpo flotante que en su movimiento

pendular activa dos bombas hidráulicas que después producen la generación eléctrica en un alternador. Y finalmente el WEVEROLLER que es un convertidor de energía de las olas oscilante, rotativo y sumergido que captura la energía cinética del agua en el fondo marino mediante una placa que activa igualmente un motor hidráulico, existiendo un prototipo exitoso en Peniche (Portugal) y estando próxima la instalación de un prototipo de mayores dimensiones.

Un aparatado para las tecnologías españolas

Voy a destacar las tres tecnologías más importantes en este campo en nuestro país.

Pipo Systems

En este equipo (Pisys) se combina la columna de agua oscilante con el movimiento vertical de la boya aprovechando de esta forma los dos fenómenos vistos hasta ahora y aprovechar las tres principales fuerzas naturales presentes en las olas (flotación, diferencial de presión, cinética) incrementando en un 137% la energía aprovechada por sistemas de boya flotante simple (figura 13). Además se emplea para generar hidrógeno y agua desalada. Necesita olas con un rango entre 60 y 550cm. Se estima que 10 boyas (de 12m de diámetro) ubicadas en Galicia generará 19'8GWh/año y 6'6Hm³/año de agua desalada.

Hidroflot

Genera la energía al crear una diferencia de potencial entre un cuerpo sumer-

Figura 13. Generador Pisys.

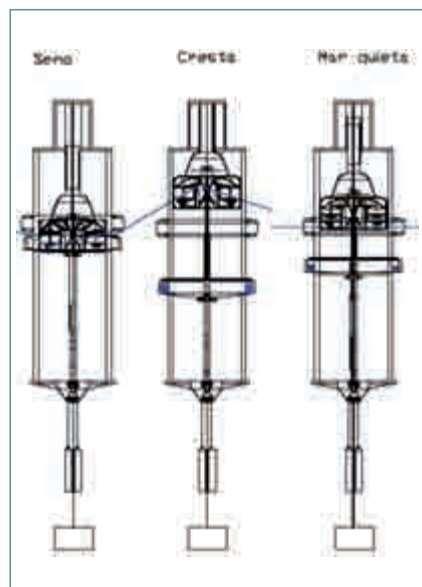


Figura 14. Proyecto Hidroflot.

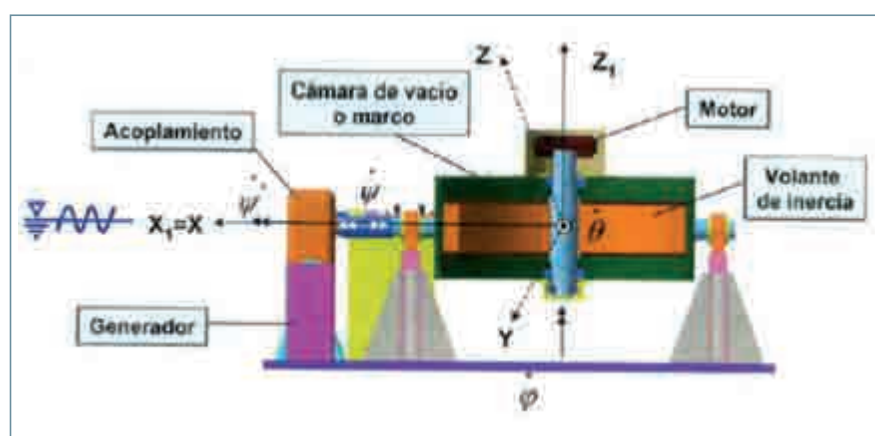


Figura 15. Interior del Generador TECNALIA.



Figura 16. Conjunto del Generador TECNALIA.

gido inmóvil y un cuerpo deslizante del flotador, accionado por las olas. El conjunto lo forman 16 boyas (figura 14) que se desplazan sobre un eje por el movimiento de las olas accionando 4 generadores para generar electricidad, producir hidrógeno y desalar agua. El rango de trabajo es con olas entre 1'3 y 6m pudiendo sumergirse en caso de temporal. Se instalarán formando parques en forma de estrella con 8 plataformas de 6'4MW (50MW en total) a 2 millas de la costa y sobre fondos de 50-100m.

Convertidor de TECNALIA

He dejado este equipo para el final por ser posiblemente el que más esperanzas nos da de futuro. El equipo, ya en fase preindustrial, se basa en el movimiento relativo inercial que causan las olas en un dispositivo giroscópico que actúa sobre un generador eléctrico (figuras 15 y 16). Una gran ventaja de este equipo es que minimiza el número de elementos en contacto con el agua salada de mar al estar encapsulada en una unidad de unos 45-50m de eslora por 7 de manga.

Generación eléctrica a partir del gradiente salino

Es el menos avanzado de todos los sistemas de aprovechamiento, y se basa en la diferencia de la presión osmótica debida a la diferencia de salinidad entre el agua salada y dulce, por tanto la ubicación de estas plantas es en las desembocaduras de los ríos. Noruega es la pionera en estas investigaciones y espera llegar a producir por este método el 10% de toda la energía consumida. Para ello ha instalado la primera planta del mundo en el fiordo de Oslo con una capacidad de 2-4kWh. Según la empresa estatal noruega Statkraft el potencial mundial de esta energía es de 1600TWh.

Generación eléctrica a partir de la energía térmica (OTEC)

Con este apartado terminamos de ver el tema del aprovechamiento energético de los mares y océanos.

Para poder generar energía eléctrica a partir de un gradiente térmico con una mínima rentabilidad necesitamos al menos 20°C de diferencia, lo cual actualmente sólo es posible en ciertos lugares (zona tropical) entre la superficie y el fondo marino (a veces a 1000m de profundidad o más).

Se utiliza el ciclo Rankine (abierto o cerrado). El primero emplea directamente el agua del mar evaporándola a baja presión y mover una turbina. El segundo usa un circuito cerrado y un fluido de baja temperatura de ebullición (amoníaco, propano...) que se evapora gracias al agua caliente superficial moviendo el turbogenerador y condensando con el agua fría del fondo. Cómo el rendimiento del proceso es muy bajo (7%) por la poca diferencia de temperaturas y además necesitamos emplear energía para subir el agua desde las profundidades, el rendimiento global es bajísimo.

Hay una planta funcionando en India (Tamil Nadu) desde 2001 con una potencia de 1MW empleando una plataforma flotante sobre un fondo de 1000m, aunque hay prototipos en marcha desde 1979⁵.

Esta energía tiene bastantes inconvenientes además de su bajísimo rendimiento (coste, posible impacto ambiental, zonas muy localizadas de ubicación) que ensombrecen sus ventajas (predecibilidad, aprovechamiento de la energía solar superficial y empleo de las tecnologías petrolíferas).

Conclusión

La energía es quien determina el bienestar de una sociedad, y su buen uso, así

como su generación responsable y sostenible en el tiempo debe formar parte de nuestra formación como ciudadanos. Los antiguos ya sabían de la importancia de la posesión de la energía y no fueron pocas las disputas a cuenta de los lugares donde se podía obtener esta. Con los años hemos aprendido a obtener energía de multitud de lugares y fuentes, así como su uso de distintas formas (gas, combustible líquido o sólido, electricidad...) olvidando a veces las enseñanzas de los que nos precedieron.

También sabemos que la demanda energética futura será de tal magnitud que es conveniente ir recopilando todo lo concerniente a formas de producir energía, sean cuales sean estas formas. La energía de las mareas ya fue empleada durante varios siglos en nuestra cultura y tiene además la gran ventaja sobre otras renovables de que no se ve afectada por la meteorología, siendo totalmente predecible su capacidad de producción y en que momento concreto lo hará, lo cual conduce además a una gran eficiencia en su uso. Lo mismo es aplicable al resto de las energías marinas que hemos visto.

Por otra parte, España tiene una gran tradición en construcción naval, siendo una lástima que se cerraran tantos centros productivos con personal altamente cualificado en materia naval que hubieran podido aportar unos conocimientos vitales para construir equipos con los que aprovechar estas energías, tanto en diseño, materiales, construcción e instalación. Aún quedan profesionales y centros productivos en España a los que se les hace difícil seguir adelante en el campo de la construcción naval dada la fuerte competencia con otros países y este tema puede ser un salvavidas para este sector, sin el cual tampoco se podría poner en marcha un plan racional para el aprovechamiento de estas energías.

Es necesario investigar a fondo en este tema y para ello tendremos que acudir a todos los que saben de esto, desde geólogos, técnicos navales, historiadores, ingenieros o antiguos molineros. De esta forma podremos caminar como el viejo que nos recordaba Hevia y construiremos un futuro realmente sostenible, mirando al futuro sin dejar de mirar al pasado para aprender de él y no repetir sus errores.

Agradecimientos

Quiero darle las gracias a Pedro Ibáñez de la Unidad de Energía de ROBOTIKER-TECNALIA y nombrarlo aquí en vez de en la bibliografía, ya que su importante cooperación y sus conocimientos del tema me

han permitido dar forma a este artículo que espero sea provechoso.

Notas

1. Hay otros en Kyala Guba (Murmansk, Rusia), Fundy (Nueva Escocia, Canadá) y Sam Sa (China).
2. De la que se instalarán en breve tres unidades en Fundy (Canadá).
3. Ya que la de fondo aún no es aprovechable técnicamente.
4. De 15 a 50kW por metro de frente de ola.
5. En 1930 en Cuba funcionó un equipo OTEC del francés George Claude.

Bibliografía

- Cousteau, J., "Enciclopedia del Mar", Volumen 1, Ediciones Folio SA, Barcelona. 1993.
- Hevia, J. A., disco "Al otro lado. Al otro llau". 2000.
- InfoPOWER, Noviembre/Diciembre 2007.
- Juanes González, J. M., "El Potencial Energético útil de las Corrientes Marinas en el Estrecho de Gibraltar", Departamento de Arquitectura y Construcción Navales (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales). 2007.
- VII.-Energía de las Corrientes Marinas en <http://libros.redsauce.net/>
- <http://www.energiasrenovables.ciemat.es/>
- <http://www.portalenergia.es/informacion/energia/mareomotriz/energiaMareomotriz.jsp>
- www.marineturbines.com
- www.monografias.com
- www.robotiker.com
- www.wavedragon.net
- www.waveplane.com

Rafael Eugenio Romero García

elportil@gmail.com

Ingeniero técnico industrial en control de procesos químicos e Ingeniero químico por la Universidad de Huelva. Miembro del Comité técnico del plan de calidad ambiental de Huelva de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y miembro de la Asociación Española de Comunicadores Científicos. Actualmente trabaja en FMC Foret

Ascensores de última generación energéticamente eficientes

Carlos Jiménez Moreno

State of the art, energy efficient elevators

RESUMEN

Un plan de ahorro y eficiencia energética en el sector ascensorista prevé actuaciones sobre la demanda que aseguren un menor consumo para los mismos niveles de utilización. En la actualidad, existen posibilidades tecnológicas y materiales eficientes suficientes para disminuir el consumo energético de cualquier ascensor antiguo. Con las ayudas de las subvenciones promovidas por las comunidades y por el propio Estado, los ciudadanos reducirían el consumo de energía eléctrica de su ascensor mediante la sustitución de los elementos de mayor consumo. Utilizando maniobras inteligentes selectivas que ordenen, registren y optimicen las llamadas tanto desde la cabina como desde exteriores, se pueden conseguir ahorros de más del 10%. Si, además, se incorporan variadores de frecuencia, evitaremos los consumos elevados producidos en los arranques de las máquinas. La utilización del variador de frecuencia para la reducción del consumo energético ya es una realidad incluso con las máquinas sinfín-corona, pero realmente se conseguirá una mayor efectividad con la combinación de un sistema de tracción *gearless* y de un inversor regenerativo que sea capaz de aprovechar la energía que se pierde en la resistencia de frenado cuando el variador disminuye la velocidad de la máquina.

Palabras clave

Ascensores, eficiencia energética, variadores de frecuencia, sostenibilidad.

ABSTRACT

A strategy for energy saving and greater energy efficiency in the elevator industry anticipates moves in demand to ensure a lower power consumption for the same level of use. Currently there are technological solutions and materials sufficient to reduce the power consumption of older elevators. With the help of subsidies promoted by the Autonomous Regions and by the central Government, residents could reduce the electricity consumption of their elevator through the replacement of those elements which generate the greatest consumption.

Using selective, intelligent operation systems which sort, record and optimize commands both from within the elevator car and from the outside, a saving of over 10% can be achieved. If, in addition, an adjustable frequency drive is incorporated, we can avoid the high consumption caused at start up of the machinery. The use of an adjustable frequency drive for the reduction of power consumption is already a reality, even with worm screw machinery, but a greater effectiveness is really achieved in combination with a gear-less traction system and a regenerative inverter which is capable of using the energy lost in the braking resistance when the adjustable frequency drive reduces the speed of the elevator.

Keywords

Elevators, energy efficiency, adjustable frequency drives, sustainability.



Foto: Pictelia

Cuando hablamos de eficiencia energética en los ascensores, nos referimos a que su fabricación, instalación y utilización se realiza pensando de forma inteligente para el aprovechamiento y el ahorro de energía. Es decir, se adopta una serie de medidas tecnológicas para que dicho ascensor consuma la menor energía posible sin renunciar a un grado de bienestar y de calidad.

En la actualidad, es necesario elaborar un plan de ahorro y eficiencia energética encaminado a la fabricación y utilización del ascensor que aseguren un menor consumo para los mismos niveles de actividad y bienestar social. Para ello, es necesario analizar algunas de las medidas que se pueden tomar para poder conseguir ahorrar energía y, con ello, reducir el gasto del recibo de la compañía eléctrica sin privarnos del uso tan cotidiano como necesario del ascensor.

Con la influencia de los avances tecnológicos y con un endurecimiento de las normas existentes, se conseguiría reducir el consumo energético del ascensor y, con ello, contribuir a disminuir la degradación del medio ambiente que estamos sufriendo. Nos tenemos que responsabilizar y dar un enfoque lo más ecológico posible, mejorando técnicamente

para conseguir el máximo rendimiento, eficacia y unos materiales reciclables de larga duración. Con ello, haremos un mundo más eficiente y sostenible, protegiendo nuestro entorno. Una correcta utilización energética es una necesidad del presente para que podamos disfrutar de él en el futuro.

Es necesario que los medios de comunicación y el propio Gobierno central fomenten las posibilidades que existen en el campo del ahorro y la eficiencia energética. En la actualidad las administraciones públicas están impulsando con medidas, por ejemplo las subvenciones que da la Comunidad de Madrid en el *plan renove* de ascensores, para fomentar el ahorro energético. Se ha de tener en cuenta que no debemos malgastar energía con maquinaria y tecnologías obsoletas, ya que la energía más limpia es aquella que no se consume y, por tanto, no se ha de generar. Tenemos que seguir innovando en eficiencia energética y en materiales reciclables que no dañen nuestro entorno. Se deben promover ayudas para que los ciudadanos se decidan a invertir en tecnología nueva que nos ayuden a reducir el consumo de energía eléctrica de sus ascensores mediante la sustitución de los elementos de mayor consumo.

Las administraciones públicas españolas están realizando acciones generales con el objeto de implantar un uso energético más eficiente. La elaboración de la estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4) constituyó un nuevo eslabón que se unía a una larga cadena de actuaciones normativas, dirigidas todas ellas a la mejora del sistema energético español. Como desarrollo de la estrategia, el 1 de agosto de 2008, el Consejo de Ministros aprobó el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2011, que prevé entre una de sus principales medidas la mejora de la eficiencia de las instalaciones de alumbrado exterior. Para ello, se aprobó el reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 (Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre). Se han puesto en práctica campañas de utilización de lámparas de bajo consumo editando folletos explicativos y distribución gratuita de lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo.

En la Comunidad de Madrid existen unos 140.000 ascensores, de los que 100.000 aproximadamente tienen más de 10 años. Con el fin de mejorar la efi-



ciencia energética de estos ascensores se ha creado el Plan Renove de Ascensores, dentro del programa de estrategia de ahorro y eficiencia energética de España (PAE4+), plan de acción 2008-2012. Es fruto del convenio de colaboración entre la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Asociación Empresarial de Ascensores de Madrid (AEAM) con el objeto de actualizar los ascensores existentes mediante el empleo de las últimas tecnologías y de los sistemas más avanzados en ahorro energético. Este Plan Renove de Ascensores estará vigente desde primeros de enero hasta el próximo 22 de octubre de 2010 o hasta que se agoten los fondos asignados.

El plan va dirigido a los ascensores ya instalados con la inspección periódica en vigor que sustituyan el sistema de tracción por otro de mayor eficiencia energética y cambien o modifiquen la instalación de iluminación de la cabina por otra más eficiente, siempre que se consiga un ahorro energético total de, al menos, el 35% sobre el consumo previo a la reforma. Las ayudas que ofrece la Comunidad de Madrid son del 35% de la inversión (IVA no incluido) limitada a 600 euros para los sistemas de iluminación del ascensor y a 2.700 para el sistema tractor y/o sistema de optimización o control inteligente en la gestión de las llamadas (equipos de control para ascensores).

Según el folleto informativo Plan Renove de Ascensores, editado por la Comunidad de Madrid, el ascensor supone entre el 3% y el 5% del consumo energético de un edificio. De este consumo más del 21% corresponde al movimiento y

cerca del 79% a la iluminación de la cabina. Se estima que el consumo eléctrico de los ascensores de toda la Comunidad de Madrid equivale al de una ciudad de más de 50.000 habitantes.

Con estos datos y con la crisis energética que vivimos actualmente, es importante tener medidas de eficiencia energética para no malgastarla. Ya no tenemos que conseguir el presupuesto más competitivo, sino el que sea también el mejor en eficiencia energética. La competitividad del sector obliga a realizar los presupuestos lo más económicos posibles, y esto no significa el más correcto a largo plazo. Utilizando materiales más caros pero energéticamente correctos se puede amortizar a corto plazo la diferencia de precios con el ahorro conseguido en la factura de la luz. Es misión de los organismos públicos y de las empresas del sector convencer a los usuarios para invertir en eficiencia energética.

A continuación, se va a tratar sobre los tres elementos principales en los que se centra el Plan Renove de Ascensores para hacer una instalación eficiente energéticamente, ya sea porque influyen directa y mayoritariamente en el consumo total eléctrico de un ascensor (la máquina tractora y la iluminación) o porque con su sustitución se gestionan y se ordenan las llamadas para un funcionamiento eficiente (cuadro de maniobra) con el consiguiente ahorro energético.

Máquinas tractoras de una nueva generación

Aproximadamente, más del 21% del consumo energético del ascensor corresponde al realizado por la máquina trac-

tora para mover la cabina. Este depende de la relación entre el peso de la cabina, incluida la carga, y el peso del contrapeso, dependiendo de si el motor debe arrastrar o frenar la carga. Arrastrará cuando suba a plena carga o bajando en vacío, y deberá de frenar cuando suba con poca carga en la cabina o bajando con la cabina llena. En el caso de estar equilibrado el peso total de cabina y carga con el del contrapeso sólo habría pérdidas por rozamientos (rendimiento de la máquina). Cuando la máquina tractora esté gobernada por un variador de frecuencia durante la aceleración, se requiere un par importante, por lo que habrá un consumo de energía. En cambio, en la desaceleración la máquina debe frenar la carga, el motor trabaja como generador y habrá un desperdicio de energía en forma de calor en la resistencia de frenado.

La mayoría de las máquinas tractoras montadas en los ascensores existentes son las de reducción "sinfin-corona" movida por un tradicional motor eléctrico asíncrono de rotor de jaula de ardilla (figura 1). En este tipo de máquina tractora, aproximadamente el 40% de la potencia generada por el motor de inducción asíncrono se desgasta en la reducción. En el mercado nos podemos encontrar con máquinas tractoras "visinfin", en las que un reductor planetario de precisión origina un funcionamiento suave y sin ruido, y con una disminución importante en la corriente de arranque. Su rendimiento es muy superior a las de sinfin-corona y pueden llegar al 85%, aportando un importante ahorro de energía. Las máquinas visinfin utilizan motores convencionales asíncronos de jaula de ardilla en un montaje muy compacto y

Figura 1. Máquina tractora sinfin-corona movida por un motor asíncrono.



pueden incluso incluir dentro de la polea tractora el pequeño reductor planetario y el freno (figura 2). Disponen de un elevado par de arranque.

En los reductores con motores asíncronos se debe elegir correctamente la potencia necesaria en realidad, ya que en los circuitos magnéticos se produce una energía reactiva que es imprescindible para su funcionamiento, pero que no produce una potencia útil. La corriente reactiva al circular por la red produce pérdidas por *efecto Joule*, caídas de tensión y desaprovechamiento de la capacidad de la instalación. Una medida relativa de la cuantía de la potencia reactiva es el factor de potencia denominado *cos j*, que es la relación entre la potencia activa y aparente. Este *cos j* será mayor cuanto más alto sean sus revoluciones y su potencia, y cuanto más bajo sea su régimen de carga. Para conseguir un buen *cos j* con la utilización de motores asíncronos, estos deben estar bien calculados para la carga que va a transportar. Un motor sobredimensionado, además de consumir una mayor potencia activa, trabajará en vacío o a media carga consumiendo mayor energía reactiva. Lo ideal es que trabajaran en régimen de plena carga. Al mejorar el *cos j* de una instalación, disminuye el componente reactivo de la intensidad que absorbe de la red y, por tanto, la caída de tensión producida por dicho componente. El mercado debe ir introduciendo motores de inducción trifásicos de alto rendimiento –mejorando la refrigeración, la calidad del material, chapas magnéticas, disminuyendo los rozamientos– todo ello encaminado a la reducción significativa de consumo energético.

En la actualidad, se están imponiendo en el mercado las máquinas de tracción por adherencia sin reductora, llamadas máquinas síncronas de imanes permanentes *gearless* (sin engranaje). Para su funcionamiento se alimenta con corriente alterna el bobinado del estator, y el rotor está dotado de imanes permanentes de alta energía que producen un campo magnético muy intenso. Su tamaño, en conjunto, es más pequeño que una máquina tractora por sínfin-corona, por lo que puede ser muy útil para instalarlos dentro del hueco, en los llamados ascensores sin cuarto de máquinas. Tienen un rendimiento muy superior al del motor de inducción asíncrono, particularmente a bajas velocidades de giro. Con ellas, se consigue mayor suavidad de marcha y parada, una correcta nivelación y mínimos ruido y vibración en su funcionamiento (figuras 3 y 4).

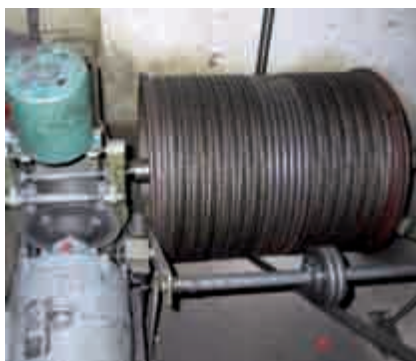


Figura 2. Máquina de ascensor con tambor de arrollamiento del cable tracción movido por un motor asíncrono trifásico de rotor jaula de ardilla



Figura 3. Máquina *gearless* con sincronía de imanes permanentes de la marca CEG.



Figura 4. Máquina *gearless* de imanes permanentes de la marca Wittur.

En este tipo de máquinas la polea tractora por adherencia se coloca directamente en el eje del motor. Suelen ser poleas de pequeño diámetro, entre 240 y los 360 mm, dependiendo del cable de tracción utilizado.

El motor de imanes permanentes trabaja con velocidades de sincronismo muy bajas, alrededor de 60 rpm, y el número de polos utilizados está entre 12 y 20.

Estos motores de imanes permanentes están equipados con generadores de impulso absoluto (*encoder*), que informan a la maniobra de control de su posición en todo momento. Con ello, se logra una nivelación en la parada de la cabina mucho más exacta que con los

reductores tradicionales y se adapta a la carga en todo momento. El variador de frecuencia y el *encoder* (lazo cerrado) controlan las aceleraciones y deceleraciones de la máquina síncrona, consiguiendo una nivelación óptima de la cabina del ascensor.

Fomentando la utilización de las máquinas *gearless* y eligiendo correctamente la potencia necesaria en función de las características de la instalación, conseguiremos una instalación eficiente energéticamente además de conseguir un ahorro energético importante. Su rendimiento es un factor decisivo en el buen comportamiento energético, y este depende del material utilizado en la creación de los imanes permanentes del rotor, de las aleaciones utilizadas en las chapas magnéticas del estator, del número de polos, etcétera. Se deben utilizar materiales magnéticos de alta eficiencia con mínima disipación de potencia. Son soluciones inteligentes para la reducción de costes y la protección medioambiental.

Desde el punto de vista medioambiental, los motores de imanes permanentes tienen la ventaja de no utilizar aceites, necesitan un menor número de materiales en su fabricación y tienen un mayor rendimiento. Se reduce la energía consumida en la fabricación, así como la energía consumida durante su funcionamiento.

Alumbrado de cabina y hueco

El alumbrado representa una parte importante de la energía absorbida en el ascensor. Aproximadamente, el 78% del consumo energético de un ascensor corresponde a la iluminación de cabina. Con una iluminación eficiente se pueden conseguir ahorros de hasta el 80%, ya que ésta suele estar encendida durante todo el día aunque el ascensor no se mueva.

En la actualidad, se puede hablar de tres formas básicas de iluminación utilizadas en todas las cabinas: la incandescencia, la de descarga a baja presión y la de LED. La fluorescencia se caracteriza por ser una fuente de luz lineal, mientras que la incandescencia y la de LED son esporádicas. Entre las características más importantes de estas tres formas de iluminar están:

Lámparas de incandescencia

Como lámparas incandescentes tenemos la bombilla clásica y la moderna lámpara halógena (figura 6). Se basan en calentar un filamento hasta conseguir que produzca

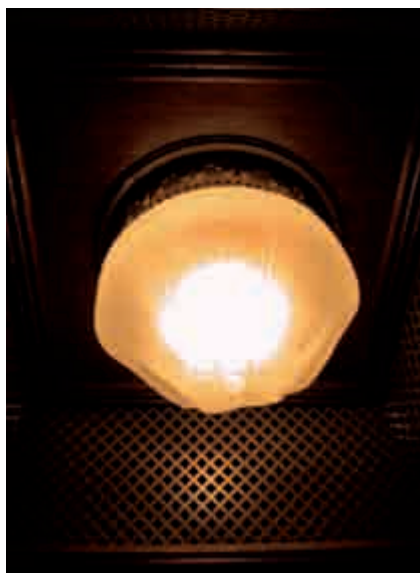


Figura 5. Techo de una cabina clásica de madera con una luminaria tipo tulipa con bombilla incandescente.

luz. En este proceso se desprende gran cantidad de calor por radiación y otra parte por convección. En las convencionales, el 95% de la energía que se consume se transforma en calor.

La bombilla clásica incandescente se puede sustituir fácilmente por la actual bombilla electrónica de bajo consumo que utiliza la misma tecnología que la de los tubos fluorescentes pero en miniatura y con casquillo de bombillas para que se pueda sustituir por estas sin problemas. Como son lámparas fluorescentes compactas de alta eficacia y de muy buena reproducción cromática, tienen las mismas ventajas y desventajas que las fluorescentes. Con ellas conseguimos, comparadas con las incandescentes, un consumo cinco veces menor, menos carga calorífica y una duración de, aproximadamente, ocho veces más, y, por tanto, menor gasto de mantenimiento.

Figura 6. Techo de cabina de ascensor con tres lámparas halógenas sobre bandeja abatible negra. Estas lámparas son fácilmente sustituibles por otras de tecnología LED o por lámparas de bajo consumo tipo fluorescentes compactas.



Las lámparas incandescentes se suelen utilizar en techos de cabinas antiguas de madera (figura 5) y que disponen de tulipas decorativas. Además de intentar sustituir dichas lámparas por otras de bajo consumo, conseguimos ahorros de hasta el 80% y las tulipas se deben mantener limpias e incluso sustituirse por otras de colores más claros y transparentes. Se pueden incluir sensores de movimiento y temporizados para mantenerlas apagadas con el ascensor en reposo y cuando alguien se aproxime o se ponga en funcionamiento el ascensor se enciendan. Apagar y encender las lámparas de incandescencia no gasta más electricidad, a diferencia de las fluorescentes o las de bajo consumo, que consumen cierta cantidad de energía y reducen su vida útil.

En la Unión Europea las lámparas con un alto consumo de energía, principalmente las lámparas incandescentes, están siendo retiradas de forma progresiva del mercado.

Lámpara de descarga o baja presión

En este grupo están los tubos fluorescentes y las modernas bombillas electrónicas de bajo consumo. Se basan en producir una descarga eléctrica entre dos electrodos a través de una atmósfera de gas y de vapor metálico. Para iniciar la descarga se precisa aumentar el grado de ionización del gas para obtener tensiones de arranque bajas y de disponer de una tensión suficientemente alta para mantener la descarga. Lo primero se consigue procediendo a un calentamiento previo de los electrodos, con lo que se activa su emisión electrónica, y para lo segundo, se obtiene la tensión aprovechando el pico producido por la corriente de ruptura en un circuito fuertemente inductivo (reactancia).

Es aconsejable utilizar la tecnología fluorescente en aquellos lugares en los que se enciende la luz más de una hora cada vez. Por ello, se recomienda su utilización en los cuartos de máquinas y poleas, rosarios de iluminación, hueco de ascensor y en la iluminación de las cabinas de los ascensores (figura 7). Este tipo de lámparas de descarga utilizan una potencia cinco veces menor y duran ocho veces más que las bombillas de incandescencia.

Si nuestra cabina ya tiene iluminación a través de equipos fluorescentes, estos serán más eficientes si los sustituimos:

Los fluorescentes antiguos de potencia 20 w y 40 w por otros más modernos de 18 w y 36 w, que proporcionan igual cantidad de luz y consumen el 10% menos de energía. También se pueden sustituir por otro tipo de lámpara fluorescente llamada de alta eficiencia multifósforo o trifósforo, que proporciona el 15% más de luz con el mismo consumo energético.

Los balastos convencionales (reactancias) por otros balastos electrónicos. Con estos equipos de conexión electrónicos, además de conseguir una mayor eficacia luminosa, reducen las pérdidas de potencia del balasto a la tercera parte, desaparecen los ruidos y zumbidos, consiguen luz sin parpadeo y sin ningún efecto estroboscópico, se desprende menos calor y su seguridad es más completa. Asimismo, estos equipos de conexión electrónicos hacen que la duración de las lámparas fluorescentes se vea incrementada hasta el 50%, lo cual beneficia al medio ambiente.

Debemos sustituir los metacrilatos opacos de los techos de cabina por otros más transparentes, sustituyendo las chapas perforadas que los sujetan por otras que permitan pasar mejor la luz. Incluso se pueden sustituir los techos de iluminación por otros de cristal laminar translúcidos. Con

Figura 7. Podemos observar una iluminación de cabina por equipos fluorescentes. En la imagen de la izquierda, los equipos están cubiertos por una bandeja abatible negra de chapa perforada con metacrilato blanco opal, y en la de la derecha, por un techo de cristal laminar que descansa sobre un marco metálico de acero inoxidable.



ello podremos disminuir el número de tubos instalados.

Iluminación con LED

Un LED es un dispositivo semiconductor que emite luz cuando circula por la corriente eléctrica, es decir, es un diodo emisor de luz. La luz se genera al liberarse los fotones (luz) gracias a que los electrones cambian de nivel de energía durante su desplazamiento por el material semiconductor (diodo); este efecto se llama electroluminiscencia.

Tienen una elevada eficiencia energética cercana al 90%, con una larga vida útil de hasta 100.000 horas. Son baratos, fáciles de fabricar, no emiten calor y tienen una elevada resistencia física a los golpes y vibraciones, características que los hacen adecuados para iluminar el interior de las cabinas de los ascensores (figura 8).

En la actualidad, se están probando paneles luminosos flexibles de alto rendimiento energético que utilizan la tecnología OLED (diodo orgánico emisor de luz). Son de alta eficiencia energética y forman una luz agradable orgánica uniforme, expansiva en todo un espacio y, aparentemente, natural. Su eficiencia es de 2,5 veces superior a la de las bombillas actuales de bajo consumo, pero actualmente tiene en contra su elevado coste y menor vida útil. Este es un paso para la optimización energética en la iluminación de las cabinas y hueco de ascensores, buscando nuevas tecnologías que aumenten su eficiencia y descubriendo nuevos materiales encaminados a conseguir un bajo consumo energético en su elaboración y manipulación.

Figura 8. Podemos observar un techo de cabina iluminado con LED independientes.



Sistemas de control inteligentes

Los sistemas de control, o maniobras, son los encargados de gobernar el funcionamiento del ascensor. Entre sus funciones está la de controlar el arranque, parada, sentido de rotación e, incluso, la velocidad de la máquina. Deben tener las características necesarias al servicio que han de prestar y dependerán del número de ascensores de que se disponga la instalación.

Los ascensores utilizados en el sector residencial son unos grandes consumidores de energía en comparación con los ascensores situados en los llamados edificios inteligentes de oficinas. En el diseño de estos edificios se ha tenido en cuenta la eficiencia energética, y se instalan sistemas de control inteligentes que optimizan la energía consumida a través de un servicio de control y gestión centralizada. Dan un servicio y confort adecuados ajustándose a las necesidades reales de cada momento con el mínimo coste energético. Optimizan el tráfico del ascensor reduciendo los tiempos de espera y se atienden las llamadas por una sola cabina.

Con la instalación de maniobras inteligentes que sean capaces de optimizar y controlar la gestión de las llamadas recibidas, podemos alcanzar ahorros de consumo eléctrico de más del 10%. Son los llamados sistemas de movimiento eficientes que utilizan maniobras selectivas en subida y bajada y que están dotadas de microprocesadores, autómatas programables, sistemas de regulación de velocidad vectorial (tensión y frecuencia) e, incluso, con sistemas de inteligencia artificial para el control inteligente del funcionamiento del ascensor.



Figura 9. La primera imagen muestra una botonera antigua para puerta exterior con un solo pulsador de llamada y sin ningún tipo de luminosos que indique el estado del ascensor. La segunda imagen muestra un sistema de control básico para ascensores utilizado el siglo pasado.

Aún existe en el sector residencial ascensores gobernados por sistemas de control que utilizan elementos electromecánicos como los relés y temporizadores de escalera que tienen un elevado consumo si los comparamos con los elementos electrónicos y, normalmente, no permiten optimizar las llamadas. Con las nuevas tecnologías lo que se consigue son más prestaciones evitando desplazamientos inútiles, lo que supone un ahorro de energía y una mayor duración de los materiales al tener menor desgaste, con el consiguiente beneficio para el medio ambiente.

Sistemas de control con regulación de velocidad

Para conseguir mayores regulaciones de la velocidad en el motor del ascensor se utilizan las maniobras con variadores de frecuencia (figura 10). Con



Figura 10. Maniobra inteligente de marca Rotelec que optimiza y controla la gestión de las llamadas con la regulación de velocidad del motor a través de un convertidor de frecuencia marca Fuji.

ellas se consigue que el motor tenga unas rampas de aceleración y deceleración óptimas, con un buen par y precisión de velocidad a velocidades bajas, consiguiendo un mayor confort en la aceleración y detención de la cabina. Además de conseguir estas ventajas son más eficientes energéticamente al evitar las corrientes de arranque elevadas del motor y, con ello, conseguir un ahorro energético.

Con la regulación de la velocidad a través de rampas de aceleración y deceleración de la frecuencia de salida se compensa el juego mecánico de la reductora de una máquina tradicional de ascensor (sinfín-corona), se eliminan las sacudidas y se limita la inadaptación de velocidad con regímenes transitorios rápidos en caso de inercia elevada.

Se utilizan convertidores de frecuencia estáticos formados principalmente por semiconductores que convierten la tensión alterna de la red en un sistema de tensiones de frecuencia y tensión variable que, aplicados al motor de inducción, hacen trabajar en un amplio rango de velocidades con un mínimo mantenimiento. Los principales tipos de control son los convertidores de tensión/frecuencia, el vectorial en lazo abierto y el vectorial en lazo cerrado.

La utilización de convertidores o variadores de frecuencia en las maniobras de los ascensores tiene el problema de que se modifica la onda senoidal de la red incorporando armónicos. Al exis-



Figura 11. Variador de la marca Mac Puarsa en el que se pueden observar los filtros y condensadores utilizados para atenuar las radioperturbaciones e interferencias.

tir estos, se genera una potencia de distorsión (muy semejante a la potencia reactiva) que produce un mayor consumo “no útil” al aumentar las pérdidas de la línea. Es la producida por una corriente que no genera potencia activa útil, pero que aumenta la potencia aparente de la instalación. Este efecto incrementa cuadráticamente las pérdidas en las impedancias (transformadores, generadores, cables, etcétera) con el consiguiente aumento de la factura de electricidad, tanto por aumento de energía activa (Kw/h) como por la de energía reactiva (Kvar/h).

Figura 12. Interior de un variador de marca Fuji.



Como algunos aparatos electrónicos son sensibles a las irregularidades producidas por el variador de frecuencia en la red de alimentación, se deberán insertar en el cuadro de maniobra del ascensor filtros de entrada y salida y atenuadores de radioperturbaciones, y todas las conexiones entre la maniobra, el motor y el *encoder* estarán realizadas con mangueras apantalladas. Así se evitarán las perturbaciones, interferencias y las alteraciones en el funcionamiento de aparatos electrónicos, cumpliendo las normas de compatibilidad electromagnética (CEM).

Además de incorporar variadores de frecuencia (figuras 11 y 12) en los cuadros de maniobras de los ascensores, se podría aumentar su eficiencia energética si se aprovechara toda la energía disipada en la resistencia de frenado de los convertidores de frecuencia (VVVF). Supone una pérdida directa, ya que es una energía convertida en calor, que se produce siempre que el motor trabaja como generador. Se debe dar prioridad a los sistemas para ahorro que recuperan la energía cinética de las masas en movimiento y la energía de frenada. Siempre que el motor trabaja como freno, reteniendo la carga, el par motor se invierte y actúa como generador transportando la energía a los condensadores de filtro de su bus de corriente continua. Cuando estos condensadores alcanzan un determinado nivel de carga, automáticamente se conecta en paralelo con la resistencia de frenado disipándose la energía sobrante en forma de calor. Si despreciamos el rendimiento de la máquina tractora, la cantidad de energía perdida es proporcional a la carga de la cabina y al cuadrado de la velocidad de desplazamiento.

El motor funcionaría como generador cuando la velocidad pasa a ser ligeramente superior a la que le correspondería por la frecuencia de salida del variador o convertidor de frecuencia, llamado deslizamiento positivo. Se da cuando el ascensor sube con poca carga en la cabina o cuando baja con la cabina llena, al retener el motor la caída de la cabina y el del contrapeso trabaja como generador. Cuando el sistema está equilibrado, tanto en el lado de la cabina como la del contrapeso, durante el movimiento del ascensor sólo hay pérdidas de rozamiento (depende del rendimiento máquina), pero durante la aceleración se requiere de un par importante con su correspondiente consumo de energía, y durante la desace-

lación habrá un desperdicio de energía en forma de calor producido en la resistencia de frenado.

Para recuperar la energía que se disipa en forma de calor, se podría utilizar una fuente de alimentación regenerativa para el variador o convertidor estático de frecuencia, de forma que cuando la tensión del bus de c.c. aumenta por efecto del trabajo como freno, devuelva la energía a la red, o para aprovecharla para la propia iluminación de cabina e incluso de la iluminación de los cuartos de máquinas. También se podría utilizar para alimentar a una batería de condensadores con el objeto de almacenar la energía generada durante la frenada, para después poder utilizarla en la aceleración. En estos casos el rendimiento energético del ascensor será óptimo, ya que se aprovecha la energía cinética de las masas en movimiento durante los recorridos en subida con poca carga o en bajada a plena carga.

Los sistemas de control que incorporan variadores de velocidad con máquinas *gearless* de imanes permanentes llevan un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que permite abrir

el freno o la continuidad de movimiento de la máquina del ascensor cuando exista un fallo de tensión en la acometida. Estos SAI están formados por baterías y su correspondiente cargador, e incluso los circuitos electrónicos de mando para asegurar la continuidad de desplazamiento hasta la próxima parada (rescatadores). Pueden llevar entradas y salidas lógicas para las funciones de verificación del estado de las baterías por medio de pruebas de carga. El consumo de los sistemas de alimentación ininterrumpida también se deberá tener en cuenta dentro del equilibrio energético total de la instalación.

Bibliografía

Plan Renove de Ascensores de la Comunidad de Madrid. www.renoveascensor.com

Balcells J. *Compensación de energía reactiva y filtrado de armónicos*. Editado por el departamento técnico de circuitos.

Filtrado de armónicos. Catálogo sobre la calidad de la energía eléctrica de la marca Polylux.

Batet Sancliment D. *Ahorro de energía en ascensores con VVVF*. Ascensores y Montacargas n° 30 (2002).

Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias EA-01 a EA-07.

Guzmán OM. *Eficiencia energética. Un panorama regional*. Sociedad Civil de Asesoramiento, Argentina. Enero de 2009

Jiménez Moreno C. *El ahorro energético aplicado a la utilización de los ascensores*. Técnica Industrial, n° 234 (1999).

http://www.construmatica.com/construpedia/Iluminación_por_Leds

<http://www.gruponeva.es/blog/noticia/205/la-iluminacion-oled-principio-del-futuro.html>

Carlos Jiménez Moreno

cjimenez@duplexelevacion.es

Ingeniero técnico industrial eléctrico en la intensificación de electrónica industrial y técnico especialista en instalaciones y líneas eléctricas. Actualmente desarrolla su carrera profesional en el grupo Dúplex, empresa dedicada a la instalación, sustitución, reparación y mantenimiento de ascensores, montacargas y plataformas.



Define tu futuro en una universidad líder en la formación de profesionales del sector industrial

En la **Universidad Europea de Madrid** vas a encontrar las titulaciones de grado y postgrado más novedosas y demandadas en el área industrial. Su gran contenido práctico, combinado con una formación teórica impartida por los mejores profesionales y sumado al aval de importantes empresas, hacen de nuestros programas, compatibles con tu actividad profesional, la elección más segura en el ámbito industrial.

Y la mejor decisión para tu futuro.

Titulaciones en horarios compatibles con la actividad profesional:

- Ingeniería Industrial (2º Ciclo)
- Ingeniería en Organización Industrial (2º Ciclo)
- Ingeniería Técnica Industrial: Electrónica Industrial
- Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática
- Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática (curso de adaptación para Ingenieros Técnicos Industriales en Electrónica Industrial)
- Grado en Ingeniería Mecánica (curso de adaptación para Ingenieros Técnicos Industriales en Mecánica)

Titulaciones en horario convencional:

- Grado en Ingeniería en Organización Industrial
- Grado en Ingeniería Mecánica
- Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

Escuela Politécnica
Campus de Villaviciosa de Odón
Campus de La Moraleja

902 23 23 50 www.uem.es



Laureate International Universities

Pensada para el mundo real

FUNDACIÓN

>> Acuerdo de colaboración entre Wolters Kluwer España y la Fundación Técnica Industrial

El día 28 del pasado mes de mayo se firmó un interesante convenio de colaboración entre Wolters Kluwer España y la Fundación Técnica Industrial (FTI), suscrito por el presidente del Consejo General y de la Fundación, Vicente Martínez García, y por el director general Unidad Público WKE, Alberto Larrondo Ilundain, estando presente en este acto Antonio Rufino Ortiz, responsable de grandes cuentas de WKE, Miguel Guibelalde, director comercial de WKE, y el secretario de la FTI, Avelino García García. Destacaremos del articulado de dicho convenio el patrocinio de Wolters Kluwer de Premios RITE sobre trabajos de aplicación basada en dicha reglamentación para los colegiados de la Ingeniería Técnica Industrial, así como la subvención de la participación en la Feria Matelec 2010. Por otra parte, la Fundación se compromete a informar sobre los productos de Wolters Kluwer España de interés para los profesionales de la ingeniería.

Wolters Kluwer es una compañía global líder en los campos de la información y el *software* profesional. Provee productos y servicios para los profesionales de la seguridad, salud, jurídicos, fiscalistas, empresarios, contables, especialistas en recursos humanos/prevención de riesgos y laboral. Wolters Kluwer genera una cifra de negocio de 3.400 millones de euros anuales (datos de 2007), emplea aproximadamente a 19.500 personas y está presente en Europa, Norteamérica y Asia-Pacífico. Su sede se encuentra en Ámsterdam (Holanda). Sus títulos cotizan en los índices AEX y Euronext 100.

Wolters Kluwer opera en España mediante las marcas La Ley (dirigida a los profesionales jurídicos), CISS y A3 Software (dirigidas a los profesionales contables, laborales, fiscalistas y del medio ambiente) y WK Empresas (dirigida a empresas y sus directivos). Wolters Kluwer España provee a estos profesionales de productos y servicios de información, *software* y formación para ayudarles a tomar sus decisiones más críticas y mejorar su productividad. Con más de 300.000 suscriptores, es el líder en las áreas de administración local, fiscalidad, contabilidad, laboral, segu-

ridad y salud en el trabajo y gestión de centros educativos. Wolters Kluwer España es parte de la división Wolters Kluwer Legal, Tax y Regulatory, y ha sido incluida en 2008 en la lista Best Place to Work, primer puesto en empresas de más de mil trabajadores. Es la única empresa de *software* en Europa, que posee el sello de oro de la EFQM.

VIGO

>> Homenajes y entrega de acreditaciones a colegiados de honor y empresa distinguida

El pasado 24 de abril, el Colegio de Vigo celebró las fiestas patronales de San Xosé 2010, en el Instituto Ferial de Vigo. Esta efeméride fue revestida de interesantes actos promovidos y organizados por el decano del Colegio de Vigo, José Pose Blanco, y su junta de gobierno.

En el citado recinto se comenzó con el recibimiento y la bienvenida por parte del decano y miembros de su junta de gobierno. Destacaremos principalmente el homenaje a los compañeros que cumplieron sus 25 años de profesión, así como a los veteranos en sus 50 años de actividad profesional. También resaltaremos la entrega de acreditación de empresas distinguidas, así como las distinciones honoríficas de colegiados de honor. Se comenzó por ello con la imposición de insignias conmemorativas de los 25 años de profesión a los compañeros de la promoción de 1985: a José Luis Abaira Arias, José Ángel Cabaleiro Dávila, José de Lorenzo Sánchez, José Cristian Fariña Piñeiro, José Luis González Cespón, Rafael Gómez Ponte, José Luis Louro Rivas, Fernando Román Cajaraville y Ana María Sacristán Martín. Se prosiguió con la imposición de las insignias a los compañeros de la promoción de 1960 que cumple sus 50 años de actividad profesional y que son Juan José Cárdenas Bermuda, Antonio de la Cruz Fraile, Fernando Goicoechea Pérez, Antonio Fernando Lago Díaz, Ramón Alfredo Mouriño Barrio, Salvador López-Ballesteros Pérez, Francisco Pereira García y Gonzalo Pérez Zunzunegui.

Asimismo, se entregó la acreditación de empresa distinguida al grupo Ascensores Enor y, finalmente, se procedió a la

De izquierda a derecha, Antonio Rufino Ortiz, Alberto Larrondo Ilundain, Vicente Martínez García y Avelino García García.



Marcial Gonzalez Bermello, entre el decano de Vigo, José Pose Blanco, y el director general de Industria de la Xunta de Galicia, Angel Bernardo Tahóces



De izquierda a derecha, José Pose Blanco, decano del Colegio de Vigo, Angel Santorio Rodríguez, de Ascensores Enor y el alcalde de Vigo, Abel Caballero Álvarez.

entrega de la distinción de colegiados de honor a Enrique García Campos y Marcial benigno González Bermello.

Los compañeros homenajeados, la empresa acreditada y los colegiados de honor mencionados han sido objeto de tales distinciones como consecuencia de sus innumerables méritos a lo largo de estos años, como así muy bien resaltó el decano en sus palabras alusivas a tales distinciones. Es grato que los colegios como el de Vigo aprovechen estas efemérides para homenajear y distinguir a los que trabajan en pro de la ingeniería técnica industrial. Por ello, les damos nuestra felicitación. JSA

SEVILLA

>> Intenso programa de actividades de carácter institucional y corporativo

El pasado mes de abril, el Colegio de Sevilla emprendió una serie de actividades de carácter institucional y corporativo organizadas por la junta de gobierno de este colegio y liderada por su decano, Francisco J. Reyna Martín. A continuación se resumen las más destacadas:

- Acto académico en la Escuela Universitaria Politécnica de Sevilla con motivo de la imposición de insignias a los nuevos titulados; destaca lo que ha significado la edición en su segundo año consecutivo sobre el fallo de los premios Ingenium al mejor proyecto fin de carrera en sus cinco especialidades.

- En cuanto al contexto normativo y el futuro que se avecina en los colegios profesionales ante el desarrollo de la Ley Ómnibus, los responsables de este colegio han llevado a cabo diversas reuniones provinciales de ingenierías y arquitectura al objeto de consensuar una estrategia unificada que abandere la defensa del visado profesional.

- Se ha promovido una reunión con el vicerrector de Ordenación Académica de la Universidad de Sevilla para conocer de primera mano el proceso de adaptación de los estudios de grado en la Hispalense, aprovechando la misma para que la junta de gobierno traslade sus criterios sobre el particular.

- La Comisión de Ejercicio Libre ha participado activamente en las alegaciones a la nueva ordenanza de actividades del Ayun-



El decano del Colegio de Sevilla, Francisco J. Reyna, entrega el XI Premio Martínez Montañés, al colegiado Antonio Salcedo Castro.

tamiento de Sevilla, en las que se han admitido algunas de las propuestas de esta comisión incluidas en el texto definitivo aprobado en el pleno del Ayuntamiento el pasado 21 de mayo.

- Dentro de las actividades realizadas, destaca el encuentro del colectivo de la Ingeniería Técnica Industrial de este colegio en la cena colegial que tuvo lugar en el Pabellón del Futuro de la isla de la Cartuja, que reunió a más de 400 invitados que asistieron también a la entrega del XI Premio Martínez Montañés, así como el homenaje que se realizó por sus bodas de plata y de oro en la profesión, además de la imposición de la Insignia de Socios de Mérito de la UAITE al decano, al secretario y al vicesecretario de esta corporación.

- A los nuevos titulados, además de la imposición de insignia, se les hizo entrega de becas y diplomas acreditativos de culminación de estudio por parte del director de la Escuela Universitaria Politécnica, Jorge López Vázquez, y el decano de este colegio, Francisco J. Reyna Martín.

- Asimismo, hay que hacer mención de los diplomas acreditativos a quienes en este año, han resultado ganadores de la segunda edición de los premios memorándum al proyecto de fin de carrera y se les ha distinguido por haber alcanzado niveles de excelencia en sus trabajos finales de carrera en cada una de las cinco especialidades de la ingeniería técnica industrial. El fallo de los mismos fue a cargo de miembros del ámbito universitario, empresarial y colegial. JSA

LLEIDA

>> Entrega de la 82ª insignia de plata de la UAITE a Francesc Penella Blanch

El pasado 23 de abril, en el Auditorio del Campus Universitario de Capped de la Universidad de Lleida, se hizo entrega del máximo galardón profesional al compañero de la Asociación de Lleida, Francesc Penella Blanch. El acto estuvo presidido por el presidente de la UAITE y del Consejo General, Vicente Martínez García, que hizo entrega de tal distinción. Le acompañó el secretario de la UAITE, Pablo Culebra Sánchez; el presidente de la Asociación de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de



En el centro de la imagen, Francesc Penella Blanch, junto al presidente del Cogiti, Vicente Martínez García.

Lleida, Estanislau Trepà i Ribé, y el decano del Colegio de Lleida, Joan Monyarch Callizo.

A continuación se resume la actividad profesional y corporativa del galardonado: "A sus 90 años, cuenta con una intensísima trayectoria profesional y corporativa, con más de 50 años de profesión y 16 años al frente de nuestras instituciones como presidente de la Delegación de Lleida del COITI de Cataluña (1964-1980), primer presidente de la Delegación de Lleida en la Asociación Catalana de Peritos Industriales, vocal en el COITI Barcelona, miembro voluntario para la creación de la Asociación Catalana de Peritos Industriales, organizador de programas de formación para Ingenieros conjuntamente con la Cámara de Comercio e Industria de Lleida, colaborador durante la presidencia en la política municipal de Lleida con el objetivo de impulsar la función de los peritos industriales en los Ayuntamientos, representante activo con la junta de gobierno del COITI de Cataluña por la defensa de las atribuciones profesionales en el proceso de integración de España en la CEE, representante del Colegio en el Ministerio de Educación y Ciencia con el objetivo de ampliar las competencias profesionales y el cambio de denominación de la profesión de perito a ingeniero técnico industrial. Entre sus distinciones destacamos la Insignia de Socio de Mérito de la ANPITI, en 1974, y el diploma honorífico en reconocimiento a los 25 y 50 años de profesión por el Consejo de Ingenieros Técnicos Industriales de Cataluña y el Colegio de Lleida, en 1976 y 2001, respectivamente. La junta general ordinaria de la UAITIE hizo justicia el 6 de marzo pasado por este reconocimiento. Nuestra más sincera enhorabuena".

MÁLAGA

>> Celebración del día de la profesión y nuevo número de la revista "Pendvlo XXI"

El pasado 16 de julio el Colegio de Málaga celebró el tradicional día de la profesión, que tuvo lugar este año en la finca de La Concepción. El acto es una jornada abierta a la sociedad mala-gueña para compartir con los profesionales de la Ingeniería Téc-



El decano del Colegio de Málaga, Antonio Serrano Fernández, durante el acto de presentación del último número de la revista Pendvlo XXI.

nica Industrial tal señalado día, que en esta ocasión reunió unas 1.000 personas.

Asimismo, cabe destacar la nueva edición de *Péndulo XXI*, revista de ingeniería y humanidades del Colegio de Málaga. Se trata de una publicación de alto nivel tanto en su diseño como en sus contenidos, por lo que vale la pena resumir dar cuenta de los aspectos más significativos del último número.

Ya su magnífica portada aparece ilustrada con la estatua de la diosa Malach, divinidad del panteón fenicio, obra en bronce patinado del escultor Jaime Pimentel, académico de la Real de Bellas Artes de San Telmo. En su interior se inicia con una sinopsis sobre el monarca Carlos III por sus 250 años del comienzo de su reinado, en su larga y fecunda trayectoria en la que se distinguió por sus cualidades y su constante afán por mejorar sus dominios y el bienestar de sus súbditos. El espacio de esta revista destinado al acuerdo y homenaje de la figura de la historia de nuestra nación corre a cargo Manuel Colmedo Checa.

Del sumario de la revista, cabe destacar el editorial a cargo del decano de este colegio, Antonio Serrano Fernández, en el que plantea los temas más candentes que tiene en la actualidad la ingeniería técnica industrial, como ha sido la incorporación de España al espacio europeo de educación superior y con ello, lo que ha supuesto el reto del plan de Bolonia y la legislación y la normativa consiguientes que se han venido promulgando en muchos de los casos contradictorias a las tesis que defendemos desde el consejo general y los colegios como bien dice el decano en la misma: "el título de grado, sea generalista, y su denominación quedan con clara correspondencia con la rama de ingeniería industrial, competencia y capacidades suficientes para ejercer la profesión, acceso directo del grado al master y adecuación de este a una especialización concreta".

En relación con la Ley Ómnibus y su desarrollo, parece consolidarse la idea de que el visado no será obligatorio, por lo que su aplicación puede suponer un gran riesgo para la ciudadanía y una falta de garantía de los consumidores de la ausencia de un sistema de control de los proyectos, que es una de las principales razones de la existencia de los colegios profesionales. Todo ello, relacionado con la no obligatoriedad del visado, nos llevaría a un caos en la seguridad de lo proyectado. Además de la obli-



CÁTEDRA CESVIMAP

Título Universitario Especialista en Posventa de Automoción

2ª edición

Si quieres adquirir capacidad de análisis de las oportunidades de negocio del automóvil, desarrollarte profesionalmente, incrementar destrezas directivas para perfilarte en un puesto de responsabilidad, adquirir formación empresarial y académica, ser un consultor/auditor especializado en talleres de automoción, formar tu propia empresa, actualizar tus conocimientos en la postventa del automóvil...

Título propio otorgado por la
Universidad Católica de Ávila. ¡ÚNICO EN ESPAÑA!

Para:

- Ingenieros y licenciados en Ciencias Económicas, Ciencias Ambientales, Derecho, ADE y Marketing.
- Estudiantes de las carreras anteriores que tengan pendientes menos de 18 créditos más el proyecto de fin de carrera, cuando lo hubiera.
- Titulados en Automoción, ciclo superior de la familia profesional Transporte y Mantenimiento de Vehículos.
- Gerentes, directores y profesionales de postventa de automoción y peritación.
- Personas que deseen dedicar su actividad profesional como autoempleo en este sector.

Inscríbete:



Teléfono 920 206 300 / 333

Fax 920 206 319

[cursos@cesvimap.com](mailto: cursos@cesvimap.com)

www.cesvimap.com



on line

675 horas, 27 ECTS (adaptados al plan Bolonia)

Asignaturas

- 1.- Gestión de empresas de automoción: normativa empresarial y análisis financiero.
- 2.- El taller de automoción como empresa: RR.HH. y administración.
- 3.- El proceso de valor del taller de automoción.
- 4.- Reparación de automóviles: proceso de trabajo.
- 5.- El cliente como clave del negocio: La recepción y la atención al cliente.
- 6.- El perito y la valoración de daños.
- 7.- El área de recambios y la gestión de almacenes.
- 8.- Consultoría y cualificación de talleres.
- 9.- Sistemas de gestión: calidad y medioambiente.
- 10.- La prevención de riesgos aplicada al taller de automoción.
- 11.- Gestión informática del taller de automoción.
- 12.- Gestión de empresas de asistencia en carretera.
- 13.- Otros vehículos: vehículos industriales, motocicletas, cuadriciclos, SUV, maquinaria agrícola, autobuses y autocares.
- 14.- Organización y mantenimiento de flotas.
- 15.- Investigación de siniestros: accidentes e incendios.
- 16.- Novedades tecnológicas en el automóvil.
- 17.- Tipos de garantías aplicables a automóviles y piezas de recambios, reglamentación y marco de aplicación.

gatoriedad o no de la colegiación, podría ser el final de la actividad de los colegios profesionales.

Hay un interesante artículo dedicado al centenario de la figura excepcional de Manuel Rodríguez de Berlanga por su dedicación a los estudios históricos en Málaga. No podemos dejar de destacar el interesante comentario de Manuel Olmedo Checa sobre la figura del poeta Miguel Hernández, en su centenario (1910-2010), en el que se comenta su vida, su obra poética y su compromiso con la época.

Mencionamos también las interesantes fotografías del antiguo conservatorio de música, actualmente llamado conservatorio María Cristina que ocupa el lugar artístico, científico y literario de Málaga, centro de la actividad cultural de la sociedad burguesa malagueña del siglo XIX. Hacemos constar también el artículo de Manuel de Orqueta González sobre Domingo Orqueta Aguirre, sobre los Albores de la ciencia en Málaga y un interesante trabajo sobre Carta de Juan de la Cosa y las primeras exploraciones a las indias, de M^{ra} Luisa Martín-Merras, y otros tantos trabajos que por no citarlos no significa que tengan menos importancia que los descritos en esta reseña.

Finalmente, la revista culmina con las páginas dedicadas a las actividades profesionales y culturales de este colegio llevadas a cabo antes de la impresión de este número y que dan testimonio de todo cuanto ha acontecido, y acompañadas de un interesante reportaje gráfico. JSA

FORO TÉCNICA INDUSTRIAL

>> Balance tras el primer año de vida del foro y novedades para los próximos meses

El Foro Técnica Industrial ha cumplido un año y en este tiempo ha resuelto las dudas de muchos ingenieros técnicos industriales y de otros muchos técnicos que han visto en este foro un interesante punto de encuentro técnico. Más de 6.000 usuarios registrados y muchos visitantes dan prueba de ello.

El **Experto Invitado** es una de las secciones más visitadas. Temas como las protecciones contra incendios, con expertos como Ramón Fernández Becerra o el tan comentado Plan de Bolonia, con Juan Ramón Lana han sido objeto de gran interés por los usuarios del foro. Esta sección pretende resolver las dudas y crear debates sobre temas relevantes y actuales, que son moderados y coordinados por expertos en materias de interés. Valga como ejemplo el interés del ingeniero por saber qué ocurre con su titulación, con el nuevo Plan de Bolonia, uno de los temas más recurrentes durante este nuestro primer año de vida. Como comentaba Juan Ramón Lama a propósito de este tema, "es evidente que todos aquellos que se encuentran ante un cambio de modelo y con una amplia trayectoria profesional por delante, tienen un gran interés por mantenerse en el mercado, lo cual implica poseer la titulación que esté vigente en el momento". Para todos ellos el foro

LA ACTUACIÓN DE LOS PERITOS DE SEGUROS ESTÁ CONSIDERADA COMO UN FACTOR DECISIVO EN EL TRATAMIENTO DEL SINIESTRO. LA LEY DE ORDENACIÓN Y SUPERVISIÓN DE LOS SEGUROS PRIVADOS ESTABLECE QUE LOS PERITOS DE SEGUROS PARA DESEMPEÑAR SUS FUNCIONES PROFESIONALES, DEBERÁN ESTAR EN POSESIÓN DE CONOCIMIENTO SUFICIENTE DE LA TÉCNICA DE LA PERICIA ASEGURADORA ASÍ COMO DE LA LEGISLACIÓN SOBRE EL CONTRATO DE SEGURO (LCS).

EN ESTE MARCO, EL CONSEJO DE COLEGIOS DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES, DE ACUERDO CON EL PROGRAMA APROBADO POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE SEGUROS Y FONDOS DE PENSIONES (DGSFP), HA DISEÑADO ESTE PROGRAMA DE FORMACIÓN DE FORMA CONJUNTA CON DOS INSTITUCIONES DE REFERENCIA: INESE Y EL INSTITUTO DE FORMACIÓN CONTINUA DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA (IL3 - UB).

INFORMACIÓN Y MATRICULACIÓN

COL·LEGI d'ENGINYERS TECNICS INDUSTRIALS DE LLEIDA
Aribau 8
25008 LLEIDA
tel. 973 232 253
fax 973 232 588
E-mail: formacion@cetilles
www.cetilles

POSTGRADO EN PERITO DE SEGUROS INCENDIOS Y RIESGOS DIVERSOS

OCTUBRE 2010 · MODALIDAD ON LINE



IL3 Institute for Lifelong Learning
Institut de Formació Continua
Universitat de Barcelona

Argo Business
Informatics **inese**

Organizam:
IL3 Institute for Lifelong Learning
Institut de Formació Continua
Universitat de Barcelona

Argo Business
Informatics **inese**

Colabora:



FORO TÉCNICA INDUSTRIAL

- Un foro profesional ideado por y para los ingenieros técnicos industriales
- Muro Abierto >> Nuevo espacio abierto a toda la profesión. Se inaugura con un tema que nos preocupa a todos: **La Ley Omnibus**. Os animamos a plasmar en el muro vuestras inquietudes, preguntas y sugerencias.
- Foro de Experto >> Último foro celebrado **Limitación de la demanda energética DB-HE1 y calificación energética**

ha sido una herramienta de consulta no solo sobre el Plan de Boleña, sino sobre otros temas como la edificación o Eficiencia Energética y Medio Ambiente, donde se han planteando casos prácticos reales.

La **Normativa y Legislación** es uno de los puntos que más preocupa a los usuarios del foro, ya que los recientes cambios de normativa y las constantes actualizaciones obligan al ingeniero al reciclarse constantemente. La aplicación de la normativa en materia de protección contra incendios genera muchos dudas; la implantación del nuevo Código Técnico y sus continuas revisiones ha supuesto un volver a empezar.

Ante esta situación próximamente contaremos con una nueva sección, el **Buzón de la Seguridad Contra Incendios, Utilización y Accesibilidad del CTE**, al frente de la cual estará nuestro primer experto invitado, Ramón Fernández Becerra, que

recientemente ha sido nombrado miembro de la Comisión de Seguimiento y Redacción de los Documentos Básicos de Seguridad Contra Incendios y de Utilización y Accesibilidad, ante el Ministerio de la Vivienda. Esta Comisión tiene por objeto contestar las dudas sobre estos documentos que se planteen al Ministerio, así como proponer y debatir los cambios que se consideren oportunos, con el fin de ir actualizándolos progresivamente. Desde el Foro Técnica Industrial Ramón Fernández Becerra estará abierto a recibir todas las dudas, sugerencias, diferencias de interpretación... sobre estos Documentos Básicos, que planteará en los diferentes Consejos y en el Plenario de la Comisión.

Este año de vida del Foro Técnica Industrial nos ha demostrado que la profesión es una de la secciones en las que el ingeniero plantea todas sus dudas relativas al ejercicio de la actividad. Ante el interés por lo que ocurre, en una época de cambios, hemos inaugurado la sección **Muro Abierto**. En ella, ahora la Ley Omnibus es la protagonista. Este muro no solo pretende generar debate, resolver dudas, sino también ser el lugar donde todos los ingenieros puedan mostrar sus opiniones abiertamente.

El Foro Técnica Industrial tras este primer año en funcionamiento, pretende mejorar y seguir siendo un punto de encuentro técnico y profesional de interés para todos nuestros usuarios y visitantes.

POSTGRADO EN PERITO DE SEGUROS INCENDIOS Y RIESGOS DIVERSOS

Objetivos

El programa incide en los conocimientos, métodos, habilidades y herramientas clave, para dictaminar las causas de un siniestro, la valoración de los daños y las demás circunstancias que influyen en la valoración de la indemnización derivada de un contrato de seguro.

Dirigido a

A Peritos, Ingenieros Técnicos Industriales, profesionales de la peritación, y otros que quieran iniciarse en esta profesión.

Duración

Del 28 de Octubre de 2010 a principios de Julio de 2011. La duración total es de 300 horas (225 horas on-line, 25 horas de prácticas y 50 horas de proyecto final).

Metodología

- La modalidad de impartición del programa es online. Los alumnos acceden, a partir de una clave de acceso personal a un campus virtual en el que se despliegan todos los contenidos y herramientas formativas.
- El programa, eminentemente práctico, se desarrolla a partir de conceptos clave, ejemplos y casos prácticos, cuestiones para reflexionar, etc.
- Además, el equipo tutorial hace un seguimiento proactivo de los participantes, fomentando la interrelación de los mismos a través de debate, resolución de casos, y otros.

- El programa se complementa con sesiones presenciales totalmente orientadas a la resolución de casos prácticos.

Lugar

Las prácticas y el examen final se realizarán como mínimo en Madrid y Barcelona, así como en otras ciudades o provincias en función del número de inscritos en las mismas.

Matrícula

2700 €
Colegiados en alguno de los 49 Colegios de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de España.

3050 €
Otros Profesionales.

* A las inscripciones realizadas antes del 23 de julio de 2010, se les aplicará un descuento del 10 % sobre el precio total

Programa

Teoría General Teoría del Seguro

- Elementos básicos del seguro
- Legislación que regula la actividad aseguradora
- Metodología aseguradora
- La indemnización
- Principales organismos e instituciones relacionadas con el seguro

Técnica de la Pericia Aseguradora

- Deontología profesional y responsabilidad pericial.
- Actividad pericial.
- El siniestro y su tramitación

Habilidades de Organización y Relaciones Interpersonales

Área Específica de Diversos Legislación Específica

Seguros Específicos, Tipología de los Riesgos, Técnica y Actuación Pericial Específica.

- Los Seguros: Incendio, Robo, Hurto y expoliación, Pérdida de Beneficios, Avería de Maquinaria, Equipos Electrónicos, Construcción, Montaje, Decenal, Cristales, RC, Transporte de Mercaderías, todo riesgo Animal Doméstico y Multirisgo Hogar, Comunidades, Comercios, Oficinas y Centros de Formación, Industriales, Todo Riesgo de Daños Materiales y Pérdida de Beneficios

Reserva de plaza e inscripción

Puedes formalizar tu reserva de plaza:

Por Internet
www.cetill.es

Por teléfono
Llamando a los teléfonos
973 232 253

Para formalizar la reserva de plaza es imprescindible hacer efectivo el pago de 600 € del importe de la matrícula:
Transferencia bancaria a la cuenta 0081-0118-20-0001174120 (Banco Sabadell Atlántico)
Indicando cómo concepto: Postgrado Perito de Seguros

Nota: Plazas limitadas. La organización no garantiza la realización de esta actividad si no se llega a un número mínimo de participantes.

Información y matriculación

**COLLEGI D'ENGINYERS
TECNICS INDUSTRIALS DE LLEIDA**
Aribau 8
25008 LLEIDA
tel. 973 232 253
fax 973 232 588
E-mail: formacion@cetill.es
www.cetill.es

**Información
INESE CATALUNYA**
Passeig de Gràcia, 25
08007 Barcelona
tel. 93 487 70 61
fax 93 487 04 15
E-mail: formacion@inesecat.com
www.inese.es



IL3
www.il3.ub.edu



ENTREVISTA

Eugenio Coronado Miralles

Químico experto en magnetismo y electrónica molecular



“EL SISTEMA FUNCIONARIAL DESPERDICIA GRAN PARTE DE LA CAPACIDAD INVESTIGADORA EN ESPAÑA”

Durante la entrevista, la puerta del despacho del director del Instituto de Ciencia Molecular de la Universidad de Valencia permanece abierta, y por ella no dejan de asomar las cabezas de jóvenes investigadores en busca de algún consejo o una indicación. Apenas llegan a despegar los labios para hablar. La pasión con la que Eugenio Coronado Miralles (Valencia, 1959) se entrega a responder las preguntas del periodista bloquea cualquier posibilidad de interrupción. Uno a uno regresan al laboratorio para continuar la exploración de la frontera del nanomundo que Coronado ha ayudado a expandir con su estudio del magnetismo molecular y el desarrollo de los materiales moleculares multifuncionales. A pesar de encuadrar su discurso en el contexto de una realidad nanométrica, Eugenio Coronado habla de “construir edificios” a partir de moléculas. Sin duda, debe de ser cierto que hay mucho sitio al fondo, como ya aventuró el físico Richard Feynman, padre de la nanociencia.

Texto: Hugo Cerdà. Fotos: Santi Burgos

Su grupo de investigación se ha caracterizado por emplear una aproximación molecular para el estudio de las propiedades magnéticas de ciertos materiales. ¿El objetivo es crear nanoimanes que permitan memorias más pequeñas?

Sí, este es uno de los posibles objetivos. Lo que se busca aquí es diseñar moléculas imán que presenten efecto memoria (histéresis magnética) a temperaturas cada vez más altas. Las temperaturas a las cuales esos fenómenos ocurren son siempre muy bajas, del orden de los cuatro kelvin, cerca del cero absoluto. Por encima de cuatro kelvin esas moléculas pierden memoria. Pero, además de esta característica, la razón de estudiar estos nanoobjetos es que pueden presentar fenómenos cuánticos debido a su pequeño tamaño. Estos nuevos fenómenos cuánticos hacen, por ejemplo, que estos nanoimanes, a diferencia de los clásicos, inviertan su polaridad a muy bajas temperaturas a través del efecto túnel.

Siendo así, las moléculas imán no tendrán aplicación práctica.

Si conseguimos que estos nanoimanes mantengan su efecto memoria cuando se depositan sobre una superficie, cosa que todavía está por ver, sí que podrían tener aplicaciones en la fabricación de memorias magnéticas de muy alta densidad porque cada una de estas moléculas sería un bit de memoria. Para ello, en el aspecto práctico, no se necesitaría que esta propiedad se mantuviese a temperatura ambiente. Un computador central ubicado en un lugar determinado puede estar refrigerado con helio líquido; eso es tecnológicamente posible. Todos los superconductores que se están utilizando para generar campos magnéticos intensos (para aparatos de resonancia magnética nuclear, por ejemplo), se mantienen dentro de helio líquido y a nadie le preocupa que tengamos que rellenar aquello con helio líquido para que funcione. En un ordenador es lo mismo.

¿El objetivo es que se mantengan las propiedades aumentando la temperatura?

Eso sería lo ideal porque siempre es más barato trabajar a temperaturas superiores al nitrógeno líquido, pero, como acabo de decir, no es imprescindible.

¿Por qué los nanoimanes sí pierden la propiedad de memoria cuando aumenta la temperatura?

Esos compuestos tienen efecto memoria porque poseen dos estados magnéticos diferentes caracterizados por dos orientaciones opuestas de sus espines. Esos dos estados se encuentran separados por una barrera energética relativamente baja, lo que hace que a bajas temperaturas la energía térmica sea suficiente para pasar de un estado al otro. Cuando esto ocurre, el nanoimán se desmagnetiza rápidamente y pierde la memoria. Si tienes sistemas con barreras más elevadas, necesitas temperaturas mucho más altas para pasar de un estado al otro, por lo que la memoria se mantiene a temperaturas más altas.

¿El magnetismo tiene algo que ver con el espín?

El origen del magnetismo deriva prioritariamente del espín del electrón y este, a su vez, tiene que ver con el giro del electrón sobre su eje. La mecánica cuántica nos dice que ese electrón tiene un momento angular intrínseco, que se denomina espín, y que está cuantizado, es decir, que sólo puede presentar dos valores posibles que se relacionan con dos direcciones opuestas del espín. Para que nos entendamos, podemos considerar el electrón un imán minúsculo que puede tener orientado su polo norte en una dirección o en la opuesta.

¿Y cómo se aprovecha esa propiedad?

Cuando dos electrones tienen espines orientados en direcciones opuestas, estos tienden a aproximarse para formar estados estables, que

son los enlaces químicos. La materia se basa en la formación de enlaces químicos, y esos enlaces se producen porque los electrones ganan energía si se aparean. Por tanto, casi toda la materia que nos rodea no es magnética. Es raro encontrar materia en la que los electrones estén desapareados, y el magnetismo se basa en esa rareza. Los electrones desapareados son la base del magnetismo. En magnetismo molecular el objetivo es tratar de controlar las interacciones entre electrones desapareados para conseguir que estos no se apareen, sino que tiendan a orientarse paralelamente, es decir, que interactúen ferromagnéticamente. Con esta aproximación se ha conseguido preparar un gran número de imanes y nanoimanes moleculares.

“LA NANOESCALA VA A SER EL PUNTO DE ENCUENTRO NO SOLO DE FÍSICOS Y QUÍMICOS; LOS QUE MÁS VAN A INTERVENIR EN LA NANOESCALA SON LOS BIÓLOGOS, LOS BIOQUÍMICOS, LOS BIOTECNÓLOGOS, LOS MÉDICOS. ES AHÍ DONDE ESTÁN LAS GRANDES APORTACIONES DE LA NANOCIENCIA”

¿Qué tiene esto que ver con la nueva ciencia de la espintrónica?

La electrónica se basa en las cargas electrónicas moviéndose. La espintrónica, o espín electrónica, trata de aprovechar, además de la carga del electrón, su espín. Esta aproximación permite obtener dispositivos electrónicos nuevos como, por ejemplo, una válvula de espín, que está formada por un aislante o un metal no magnético situado entre dos láminas finas ferromagnéticas que actúan como electrodos. En este caso el paso de electrones a través de este dispositivo va a depender de la orientación relativa del espín en estos dos electrodos. Si los dos electrodos están magnetizados en la misma dirección, la carga pasará fácilmente de un electrodo al otro y la resistencia eléctrica será baja; por el contrario, cuando los dos electrodos se magnetizan en direcciones opuestas, el paso de cargas a través del dispositivo será más difícil, por lo que la resistencia eléctrica será elevada. A través del magnetismo puedo, por tanto, abrir y cerrar mi válvula y tener o no paso de electrones.

¿Esto es una posibilidad o una realidad?

Una realidad. En todos los ordenadores se utilizan ya válvulas de espín para leer la dirección en la que están magnetizados los dominios en la memoria magnética. Los lectores de las memorias magnéticas de los discos duros se basan en este dispositivo. Esta es la primera aplicación de la nanotecnología, porque el dispositivo está formado por láminas de grosor nanométrico de dos metales ferromagnéticos. Las válvulas de espín que actualmente se utilizan fueron desarrolladas en 1997 por IBM y están for-

madas por metales o por óxidos metálicos. Sin embargo, muy recientemente se está tratando de fabricar válvulas de espín moleculares, basadas en moléculas. Ahí aparece lo que se denomina espintrónica molecular, que es la espintrónica basada en moléculas.

¿Cuál es el objetivo? Reducir el tamaño de la válvula de espín de modo que en lugar de una lámina espaciadora se pueda emplear una sola molécula. Pasaríamos así de la espintrónica a la nanoespintrónica. De ese modo, podríamos soñar con fabricar válvulas de espín unimoleculares, que es uno de los objetivos importantes de este campo.

En el área de la electrónica se está llegando a tales extremos de miniaturización que empiezan a aparecer fenómenos cuánticos indeseados. Esto, que en principio es un problema, se pretende transformar en una ventaja. ¿Se podría llegar a construir nanoestructuras que aprovecharan estas propiedades cuánticas y pudieran superar los límites que impone la física clásica?

Yo pienso que sí. De hecho, un área que está empezando a despuntar es la computación cuántica, que pretende aprovechar los fenómenos cuánticos de algunos nanoobjetos, las moléculas imán, por ejemplo, para obtener bits cuánticos (qubits). Estos nuevos qubits prometen almacenar mucha más información en menos espacio y, además, resolver problemas computacionales considerados inabordables en computación clásica.

¿Por qué los nanoimanes moleculares han permitido observar fenómenos cuánticos?

Porque son sistemas muy bien definidos en los que la química ha permitido obtener cristales formados por entidades moleculares idénticas.

¿Cómo exactamente?

Date cuenta de que cuando se obtiene una molécula imán, tenemos una molécula formada por 12 átomos de manganeso que forman un *cluster* magnético, y algunos grupos orgánicos que rodean a este *cluster*. Es un sistema pequeño que no podemos estudiar porque no tenemos instrumentos que permitan detectar las propiedades magnéticas de una sola molécula. Para resolver esta limitación lo que hacemos es obtener un cristal formado por muchas moléculas imán. Estos cristales contienen millones de moléculas idénticas colocadas en la misma orientación. Además, gracias a los grupos orgánicos que rodean el *cluster* magnético, las interacciones entre estas moléculas imán son muy pequeñas. Todo ello permite obtener información sobre el comportamiento de una sola molécula imán a través de un estudio de las propiedades del cristal. Así podemos encontrar, además de fenómenos como el de la memoria magnética de la molécula imán, fenómenos cuánticos que aparecen en sistemas nanométricos.

En el año 2000 usted publicó en *Nature* el descubrimiento del primer material molecular con coexistencia de ferromagnetismo y conductividad metálica. Sus colegas no escatimaron elogios. Calificaron el material de “sueño hecho realidad” y “material híbrido que abre una nueva frontera en la electrónica molecular”. ¿Qué podemos esperar de este campo que se abre con los materiales moleculares multifuncionales?

Los materiales multifuncionales constituyen el otro foco caliente en magnetismo molecular. En estos casos, en lugar de utilizar un solo tipo de molécula, con una única propiedad, se pueden diseñar materiales con diferentes tipos de moléculas que exhiban más de una propiedad. El objetivo que yo persigo aquí es, jugando con los bloques de partida iniciales (las moléculas), ensamblarlos de forma adecuada para generar materiales que tengan más de una propiedad. Por ejemplo, ferromagnetismo y superconductividad en un mismo material. Las aportaciones que publicamos en *Nature* pretendían demostrar que una aproximación química molecular o supramolecular permite, eligiendo bien los bloques de partida, obtener materiales multifuncionales por diseño.

...Que son materiales que no existen en la naturaleza. No, con las propiedades estructurales y electrónicas pretendidas, no existen. Son materiales sintéticos que podemos hacer por diseño.

Eso es un cambio de aproximación, de estrategia. Se dice que tradicionalmente la microelectrónica trabaja como un escultor: haciendo las cosas más y más pequeñas; mientras que la nanotecnología trabaja como un albañil: utilizando pequeños ladrillos para crear objetos superiores con distintas aplicaciones. Se trata de aprovechar el autoensamblado de moléculas funcionales para generar complejidad. De alguna forma, lo que he descrito hasta aquí ha sido el intento por diseñar y estudiar sistemas sencillos formados por una sola molécula. Pero la capacidad del químico para ensamblar estos nanoobjetos le puede permitir obtener edificios supramoleculares cada vez más complejos pero de estructura controlada, en los cuales el objetivo es conseguir que muestren coexistencia de más de una propiedad física o, incluso, nuevas propiedades.

¿Y hacerlo de manera menos burda? Sí. Hacerlo de manera dirigida: construir, en primer lugar, los bloques de partida moleculares; en segundo lugar, autoensamblar estos bloques aprovechando las interacciones supramoleculares para formar edificios de mayor complejidad estructural y electrónica. Este tipo de aproximación se enmarca dentro de lo que se denomina ingeniería cristalina. Se pueden hacer cristales con propiedades interesantes porque esas moléculas se han unido de la forma que yo pretendía que se unieran. Es una aproximación ascendente de la nanotecnología, es la aproximación *bottom-up*, en la que, a partir de un fragmento inicial de una molécula, puedo generar un edificio macroscópico, que puede ser interesante también. Es decir, no solamente son interesantes las moléculas en sí, o los sujetos nanoscópicos que puedan tener propiedades nuevas debidas a su tamaño, sino que también podemos generar a partir de un sistema nanoscópico como es una molécula, una especie de material nanoestructurado combinando moléculas.

Cuando usted considera el futuro de estos materiales multifuncionales, ¿lo ve como un terreno que va a dar mucho juego o en el que habrá muchas limitaciones? A mí me interesan aquellos materiales que tengan propiedades electrónicas de interés: magnéticas, eléctricas u ópticas. Esa

MUY PERSONAL



¿Tiene la sensación de estar trabajando en la frontera del conocimiento?

Trato de trabajar en la frontera del conocimiento; es decir, lo mejor posible con los instrumentos y conocimientos que tengo. Pero también en la frontera entre disciplinas, porque si consigo investigar en la frontera entre la física y la química puedo hacer aportaciones que alguien especializado en cualquiera de esas dos áreas no podría hacer.

¿Qué le llevó a convertirse en químico?

En un principio, la posición central de la química entre la física y la biología. Otra razón estaba relacionada con la estructura de la materia, su belleza y la posibilidad única que ofrece la química de manipular esas estructuras para crear nuevos compuestos que proporcionen propiedades novedosas.

¿Y si la química no se hubiera cruzado en su camino?

Seguramente, sería pintor o dibujante. El quehacer del artista también requiere mucha investigación y creatividad.

¿Un Leonardo da Vinci?

Bueno, él representa para mí la combinación perfecta de científico y artista.

¿Dónde se encuentra la motivación de un científico?

En la búsqueda de la excelencia. Aunque la investigación sea una actividad intelectual, su carácter competitivo la hace asemejarse a cualquier deporte.

En deporte los españoles ganamos seguro, ¿pero cómo andamos de excelencia científica?

En nuestro país el sistema funcional de los profesores e investigadores no es el más adecuado para conseguir esta motivación. Ganas estabilidad como funcionario, pero pierdes competitividad porque los incentivos económicos y el reconocimiento a la excelencia escasean. Este sistema funcional está desperdiciando gran parte de la capacidad investigadora del país y contribuye a que no alcancemos el nivel de excelencia que deseáramos y que podríamos tener. Escasean los Premios Nobel españoles, cosa que contrasta con la posición de España en el panorama científico internacional en ciertas áreas científicas.

¿Cuáles son sus impresiones sobre el denominado Plan Bolonia?

R. Creo que es una buena idea mal ejecutada. En las universidades españolas la modificación de los planes de estudio se está haciendo de manera improvisada y siguiendo más los intereses internos de los departamentos que los de los estudiantes.

combinación de propiedades es lo que yo pretendo hacer. De lo que se trata es de estudiar la física de este tipo de sistemas, porque la física que aparece por esas combinaciones inusuales puede ser nueva también; puede aparecer física diferente a la física conocida hasta ahora, dado que desarrollamos materiales totalmente novedosos. Y, además de eso, puedo tener algún tipo de desarrollo en cuanto a que esos materiales son los que más perspectivas ofrecen desde el punto de vista de las aplicaciones. Si consigo que presenten las propiedades tecnológicas a temperaturas suficientemente elevadas, esos materiales pueden tener aplicaciones en electrónica y en otros campos.



“CASI TODA LA MATERIA QUE NOS RODEA NO ES MAGNÉTICA. ES RARO ENCONTRAR MATERIA EN LA QUE LOS ELECTRONES ESTÉN DESAPAREADOS, Y EL MAGNETISMO SE BASA EN ESA RAREZA”

Démos algún ejemplo. Se pueden conseguir materiales en los cuales pueda controlar el magnetismo con luz, materiales fotomagnéticos. Eso no existe en la naturaleza. Conseguir un material que, al irradiarlo con luz, cambie su magnetismo es interesante por sus posibles aplicaciones. Y eso incidirá en el desarrollo de la espintrónica, porque la multifuncionalidad es una de las cosas que se persigue.

De todos modos, usted hace ciencia básica. Pero yo puedo demostrar fenómenos que a lo mejor pueden ser utilizados a nivel más aplicado. Por ejemplo, algunos de los sistemas multifuncionales que se pueden hacer son sistemas que pueden tener propiedades luminiscentes al mismo tiempo que tienen magnetismo. Se podría pensar en controlar la luminiscencia de un material a través de un estímulo externo, un campo magnético, por ejemplo. Esta posibilidad abriría expectativas en campos aplicados de la electrónica molecular, como

por ejemplo el de los diodos emisores de luz orgánicos (OLED).

¿El magnetismo es una propiedad de la materia poco estudiada?

El magnetismo para memorias magnéticas está muy explotado, pero para dispositivos luminiscentes no está explotado apenas. A lo mejor se consigue que los diodos emisores de luz sean más eficientes y que emitan más luz. Lo mismo podría suceder con los dispositivos basados en cristales líquidos. Son cosas que están ahí como posibilidad, y que la gente no ha explotado todavía. Yo hago investigaciones básicas, pero algunas de ellas también pueden estar relacionadas con este tipo de aplicaciones.

¿La nanoescala va a ser el punto de encuentro de físicos y químicos?

Va a ser el punto de encuentro de más gente. No sólo físicos y químicos; los que más van a intervenir en la nanoescala son los biólogos, los bioquímicos, los biotecnólogos, los médicos. Es ahí donde están las grandes aportaciones de la nanociencia y la nanotecnología, en las aplicaciones biológicas, más quizá que en las electrónicas. Las aplicaciones electrónicas son posibles, pero para ello tenemos que modificar la tecnología actual basada en el silicio, y eso puede costar mucho. Hace mucho tiempo que dijeron que el silicio había llegado a su límite y, en realidad, año tras año sigue aportando cosas cada vez mejores. Evidentemente, vamos a seguir utilizando silicio, más que los materiales moleculares, aunque la electrónica molecular es una alternativa. Y cada vez más, tendremos silicio combinado con moléculas; habrá sistemas híbridos moleculares e inorgánicos formados por silicio o cualquier otro semiconductor inorgánico.

¿Su grupo de químicos trabaja coordinado con físicos y biólogos?

Sí, en este momento coordino un proyecto español, el proyecto *Consolider* en nanociencia molecular, que intenta agrupar a físicos y químicos que trabajan en esta área de materiales moleculares. Pero también hay biólogos que trabajan con nosotros con el objetivo de entender cómo las moléculas biológicas se comportan cuando se ponen sobre una superficie, cómo se pueden manipular en una superficie, cómo se pueden medir propiedades de biomoléculas. Para eso hacen falta técnicas físicas más sensibles y técnicas químicas para poder modificar biomoléculas, o para introducir algún tipo de grupo que permita anclarlas a una superficie. Introducir nanopartículas magnéticas dentro de una biomolécula puede ser interesante, ya que estos sistemas magnéticos podrían utilizarse en el tratamiento de tumores por hipertermia o en la liberación de fármacos.

Suena prometedor. Son aplicaciones que están ahí y en las que es necesario que el químico intervenga porque tiene que ser la persona capaz de fabricar esas nanopartículas y de funcionalizarlas para que sean estables y puedan moverse a través de membranas sin problemas y liberar fármacos de manera controlada. Hay una parte importante de diseño químico en ese tipo de moléculas. Y los físicos tienen que ser capaces de poder estudiar y medir propiedades individuales de esos sistemas moleculares; tienen que desarrollar el instrumental necesario.

Lo líquido

El estado líquido sugiere un estado maleable, dado a extenderse y abarcar la mayor parte de superficie posible. Lo líquido no está sujeto a ser retenido, lo fluido es una sustancia que no puede mantener su forma a lo largo del tiempo, ya que según el *Diccionario de la Lengua Española* de la RAE “sus moléculas tienen tan poca cohesión que se adaptan a la forma de la cavidad que las contiene”. Posiblemente, por esta razón, parece que para el filósofo Zygmunt Bauman (1925) el estado líquido es el más acertado para definir estos tiempos. Este catedrático de sociología polaco es un lúcido pensador de este presente convulso, agudo pensador social, crítico de nuestro tiempo y conocido, sobre todo, por ser el acuñador de una acertada metáfora sobre la contemporaneidad: la “modernidad líquida”. En la década de 1990 empieza a publicar una serie de libros, de diferente temática sociológica, unidos por el hilo conductor común de ese estado líquido que trataremos de describir. Títulos como *Modernidad líquida* (Fondo de Cultura Económica, 1999), *Amor líquido: Acerca de la fragilidad de los vínculos humanos* (Fondo de Cultura Económica, 2005), *Vida líquida* (Paidós Ibérica, 2006), *Miedo líquido: La sociedad contemporánea y sus temores* (Paidós Ibérica, 2007), *Tiempos líquidos* (Tusquets, 2007) y *Los retos de la educación en la modernidad líquida* (Gedisa, 2007) dan cuenta del éxito de las teorías de Bauman.

“BAUMAN NUTRE LAS CIENCIAS SOCIALES DE TÉRMINOS DE LA FÍSICA PARA INTENTAR DEFINIR NUESTRA SOCIEDAD ACTUAL. QUIZÁ ESE PASO DE UN ESTADO A OTRO, DE LO SÓLIDO A LO LÍQUIDO, CARACTERIZA UNA SOCIEDAD CON MENOR COHESIÓN, DIFUSA, CON VARIABILIDAD DE FORMAS”

Sin duda, la interpretación de la modernidad como un “tiempo líquido” es una de sus mayores contribuciones a la sociología contemporánea. La expresión trata de narrar el tránsito de una modernidad “sólida” —estable, cíclica— a una “líquida” —flexible, voluble— en la que las estructuras sociales no subsisten el tiempo necesario para solidificarse y no son válidas como referencia para los actos humanos. Así, el autor contrapone la modernidad sólida a la líquida, porque no comparte la noción clásica de modernidad *versus* postmodernidad, y por ello redefine el concepto de modernidad con los adjetivos sólido y líquido. Explica Bauman: “La modernidad sólida, ya desaparecida, mantenía la ilusión de que el cambio modernizador acarrearía una solución permanente, estable y definitiva de los problemas, la ausencia de cambios. La modernización en la modernidad sólida transcurría con la finalidad de lograr un estadio en el que fuera prescindible cualquier modernización ulterior. Pero en la modernidad líquida seguimos modernizando, aunque todo lo



CARDIEL

hacemos hasta nuevo aviso. Nos limitamos a resolver un problema acuciante del momento, pero no creemos que con ello desaparezcan los futuros problemas. Cualquier gestión de una crisis crea nuevos momentos críticos y así en un proceso sin fin. En pocas palabras: la modernidad sólida fundía los sólidos para moldearlos de nuevo y así crear sólidos mejores, mientras que ahora fundimos sin solidificar después”. El filósofo apostilla: “Una modernidad sin modernización es como un río que no fluye” (extracto de la entrevista de Daniel Gamper a Zygmunt Bauman, mayo de 2004).

Bauman nutre las ciencias sociales de términos de la física para intentar definir nuestra sociedad actual. Quizá ese paso de un estado a otro, de perder lo sólido para transitar a lo líquido, caracteriza una sociedad con menor cohesión, difusa, con variabilidad de formas y, a su vez, justifica la imposibilidad de la sociedad actual de permanecer en un estado. Con el estado líquido, cambiamos la libertad a costa de la seguridad. Si Freud ya advirtió que gran parte de los problemas de la modernidad se originarían en la renuncia a gran parte de nuestra libertad para conseguir más seguridad, en la modernidad líquida esa “profecía” ya ha tenido lugar y los individuos han renunciado a gran parte de su seguridad para poseer más libertad.

Bauman narra nuestras contradicciones, las tensiones no sólo sociales, sino también existenciales. Nuestras relaciones no han sabido encontrar su sitio en una modernidad ofuscada y compulsiva. Pero la incertidumbre en que vivimos se debe también a otras transformaciones que el sociólogo señala como: la separación del poder y la política, el debilitamiento de los sistemas de seguridad de protección al individuo, la renuncia al pensamiento crítico y a la planificación a largo plazo. Las teorías de Bauman renuevan viejos preceptos presocráticos que ya apuntaban a la necesidad de adaptabilidad de los individuos a su tiempo. Heráclito de Éfeso, el llamado filósofo físico, pensaba que el mundo procedía de un principio natural y se hallaba en un cambio constante. Sin duda, su famosa sentencia “nadie se baña en el río dos veces porque todo cambia en el río y en el que se baña” adquiere con las teorías líquidas baumanianas un sentido especial.

Faros: símbolos de luz en vías de extinción

Los faros son símbolos de luz, amigos imperturbables que orientan al navegante en la oscuridad. Durante miles de años han ayudado a los marineros a evitar los escollos, ejerciendo de guías para impedir que las naves encallen, como vigías solitarios que alertan del peligro.

Texto: Salvador G. Serrano



En nuestra memoria colectiva, los faros tienen ese componente positivo, pero, al mismo, tiempo están cargados de otras connotaciones que los hacen fascinantes. La imagen de esas torres sobre rocas escarpadas donde rompen las olas y la idea del torrero solitario, apartado del mundo y entregado a que la luz nunca se apague, evocan un sentimiento romántico, una comunión del hombre solitario ante el poder de la naturaleza capaz de hechizar nuestro pensamiento.

Por todo lo que representan, los faros son motivo de atracción para mucha gente. Existen asociaciones con fines históricos y educativos que acogen como miembros a todos aquellos interesados en el tema, como la United States Lighthouse Association, mientras que internet está plagado de páginas creadas por amantes de estos poderosos guardianes de piedra, ladrillo, metal o madera que han sido retratados por todo el planeta. En su fascinación influye seguramente una sensación de nostalgia, al reconocer que, en cierto modo, sus días están contados. La tecnología moderna de navegación ha hecho que pierdan su razón de ser. Algunos hace tiempo que no iluminan el camino a ningún barco. En el siglo XXI, la figura del torrero, salvo por unas pocas excepciones, prácticamente pertenece al pasado.

A Pepe Isbert, el torrero de *Calabuch* (Luis G. Berlanga, 1956) que jugaba al ajedrez con el cura del pueblo por teléfono, lo recordamos en blanco y negro. De hecho, la presencia de los faros en literatura y el cine ha sido frecuente, como símbolos de luz y soledad que, a veces, van cargados de misterio. Julio Verne nos llevó a *El faro del fin del mundo*, en Tierra de Fuego, donde el único superviviente de los hombres enviados a construir un faro se enfrentaba a los piratas y a las fuerzas de la naturaleza. Allí, en el fin del mundo, levantaron la construcción en la isla de los Estados, donde hoy día se encuentra el llamado oficialmente faro de San Juan de Salvamento, que fue reconstruido hace pocos años.

El faro de *Shutter Island*, la novela de Dennis Lehane llevada al cine por Martin Scorsese, se nos presenta más tétrico. El protagonista sospecha que allí se realizan operaciones experimentales dirigidas a manipular el cerebro de los enfermos psiquiátricos que se encuentran presos en la isla. El faro que vemos en la película ni siquiera es real, sino una

imagen recreada por ordenador sobre un decorado de apenas tres o cuatro metros de alto levantado en una pequeña isla de la bahía de Boston.

Maravillas a lo largo de la historia

Sí que fue real el faro de Alejandría, una de las siete maravillas de la Antigüedad, que quedó destruido definitivamente por un terremoto en 1349. Durante más de 15 siglos iluminó el Mediterráneo desde la isla de Pharos, donde lo mandó erigir Ptolomeo II, gobernante de Egipto entre el año 285 y el 246 antes de Cristo. La torre, que según las fuentes alcanzaba una altura de entre 115 y 150 metros, constaba de tres cuerpos de paredes inclinadas en forma de pirámide truncada, que se alzaban sobre una plataforma cuadrada. El primer cuerpo tenía cuatro lados, mientras que los superiores eran octogonales. En lo alto se encendía la hoguera, cuya luz era proyectada gracias a un gran espejo y podía verse de noche desde varias decenas de kilómetros.

Además del faro de Alejandría, entre las siete maravillas de la Antigüedad había otro probable faro: el Coloso de Rodas. Aquella gigantesca estatua de bronce sostenía en su mano derecha la luz que guiaba a las naves para llegar a puerto. También lo destruyó un terremoto, aunque su vida fue mucho más corta que el de Alejandría. Tan sólo unos 75 años.

Pero antes de estos ejemplos ya había faros. La historia de las señales marítimas nace con la misma navegación. Los primeros marineros se orientaban de día por los accidentes naturales del paisaje, pero, a medida que los viajes por mar fueron aumentando en distancia, necesitaron más señales y comenzaron a utilizar marcas artificiales. De noche, recurrieron al fuego como medio de señalización, y no se tardó en construir estructuras elevadas y cubiertas donde encender hogueras que pudieran verse desde la lejanía. Estas construcciones necesitaban hombres que mantuvieran vivo el fuego nocturno. Fueron los primeros fareros, encargados de alimentar las fogatas de leña o las lámparas de aceite por todo el Mediterráneo.

Las construcciones dedicadas a esta función fueron cada vez más sólidas, aunque había para todos los gustos en cuanto a forma, altura y dimensiones. Con el Imperio Romano se extendieron por todos los mares conocidos, desde las cos-

tas de Asia y el norte de África a las de la actual Gran Bretaña. De los escasos ejemplos que han llegado a nuestros días, el más famoso es la Torre de Hércules, a la que se dedica un apartado en este reportaje.

Sin embargo, tras la caída del Imperio Romano, el auge que habían alcanzado las señales marítimas decayó, lo mismo que los viajes comerciales. Como en tantas otras cosas, gran parte de la Edad Media fue un largo periodo de estancamiento en la evolución de los faros. Dejaron de construirse y de perfeccionarse, y su función fue más de carácter defensivo y de vigilancia que de señalización. Pero, más adelante, sobre todo a partir del siglo XII, el comercio marítimo comenzó a recuperarse y, con él, la construcción de faros en el norte de Europa y el Mediterráneo.

La evolución de la tecnología

En cualquier caso, durante siglos continuaron siendo poco más que hogueras en lo alto de construcciones elevadas. Eso sí, cada vez más numerosas debido a la expansión de la navegación. La madera, el carbón y el aceite eran los combustibles utilizados habitualmente, que en algunos casos ardían en el interior de linternas de vidrio.

A partir del siglo XVIII comenzaron a producirse algunos avances tecnológicos cruciales, entre ellos la lámpara que patentó el suizo Aimé Argand en 1780. Consistía en un quemador circular y contaba con una mecha trenzada protegida por un tubo de cristal que absorbía el aire del exterior, el cual podía regularse y dirigirse hacia la llama, reduciendo así el parpadeo. En las casas, la lámpara de Argand fue la alternativa al clásico candil, puesto que proporcionaba mucha más luminosidad y un foco de luz más estable. Evidentemente, también fue una invención que se aplicó en los faros. El invento de Argand fue modificado pocos años más tarde por el de Bertrand Guillaume Carcel, cuya versión de la lámpara tenía un mecanismo de relojería que ponía en marcha una bomba con la que se alimentaba de aceite a distintas mechas.

Por esa misma época, el ingeniero francés Joseph Teulère fue otro de los responsables de un avance clave. En 1786 se encargó de la reconstrucción de uno de los faros más célebres del mundo, el de Cordouan, situado en la costa occidental



Faro de Cabo Mayor en Santander y faro de Finisterre en A Coruña.

francesa, junto a la desembocadura del río Girona. El “faro más bello del mundo”, tal como algunos lo describen, se erigió a finales del siglo XVI por orden de Enrique III sobre un islote hasta el que hoy día se puede llegar a pie cuando baja la marea. En aquella época ya había una torre bastante deteriorada que el ingeniero-arquitecto Louis de Foix comenzó a reconstruir con un diseño ostentoso y espectacular, con un vestíbulo circular de 16 metros de diámetro, fuentes decorativas junto a la entrada y amplias escaleras de granito.

Sin embargo, la hoguera de leña fue deteriorando la piedra hasta tal punto de que, a principios del siglo XVIII, tuvo que derribarse la porción superior del faro, hecho que redujo el alcance geográfico de su luz. En esa época se sustituyó la madera por el carbón y se construyó una linterna con pilares de hierro para proteger el fuego de las inclemencias del tiempo. Sin embargo, transportar el carbón hasta Cordouan era complicado y en la segunda mitad del “siglo de las luces” se optó por instalar lámparas de aceite junto a un reflector esférico. Las quejas de los marineros no se hicieron esperar, pues la antigua hoguera de carbón se podía ver mucho mejor desde la distancia. Fue entonces cuando Joseph Teulère recibió el encargo de resolver el problema. En 1782 comenzó sus trabajos, colocando reflectores más grandes. No aplacó las quejas de los marineros, pues el faro no tenía la altura necesaria para alcanzar el rango suficiente, así que recomendó elevarlo. Derribó la porción más alta del faro y la reconstruyó con un diseño más simple que el del resto del

edificio, aunque respetando su estilo. La nueva linterna, con un diámetro de 3 metros, tenía unas altas ventanas de 4,5 metros, inusuales para la época. Una maquinaria de relojería hacía girar la fuente de luz, y a cada lado había cuatro reflectores parabólicos de unos 80 centímetros de diámetro. De ese modo, Teulère consiguió en 1790 que los *flash* del faro de Cordouan pudieran verse una vez por minuto a más de 30 kilómetros en noches claras.

Las lentes de Fresnel

Otro de los avances fundamentales se produjo en ese mismo faro francés unas décadas después de los reflectores parabólicos de Teulère. Fueron las lentes de Augustin Fresnel, instaladas por primera vez en el faro de Cordouan en 1823. Hijo de arquitecto y dedicado a la física, Fresnel fue una de las mentes que más contribuyó a la teoría de la óptica ondulatoria. Las lentes que llevan su nombre consisten en un vidrio central rodeado de una serie de anillos circulares que comparten el mismo foco principal. En el caso de lentes grandes, este diseño escalonado —como alternativa a la superficie curvada— permite disponer de un grosor muy inferior respecto a una lente convencional. El invento fue un avance crucial en el campo de los faros que se extendió por todo el mundo y dio lugar a múltiples aplicaciones en otros ámbitos. En Cordouan, la lente dióptrica de Fresnel permitió conseguir una intensidad lumínica nunca vista hasta entonces. En los siguientes 15 años, más de una veintena de faros franceses fueron equipados con lentes de Fresnel.

Electrificación y declive

Los adelantos tecnológicos fueron sucediéndose a lo largo del siglo XIX, aunque el aceite seguía siendo el combustible principal. En la segunda mitad del siglo llegó la parafina, que en España se implantó de forma generalizada a partir de 1877, sustituyendo al aceite de oliva por ser más barata. También comenzó a emplearse petróleo y, más tarde, el descubrimiento del acetileno en 1892, que se aplicó en muchos campos como fuente de luz y calor, abrió la posibilidad de construir faros mar adentro, si bien su almacenamiento exigía su disolución en acetona para evitar detonaciones.

A finales del siglo XIX, la iluminación eléctrica comenzó a instalarse en calles y casas. A partir de entonces comenzó el proceso de electrificación de los faros, que fueron conectados a la red eléctrica cuando era posible o utilizaron grupos electrógenos y energías alternativas —solar, eólica, etcétera— en casos determinados.

El progreso tecnológico del siglo XX permitió dotar a los faros de otros avances complementarios a lo que es la propia emisión de señales de luz. Fue el caso de las ayudas radioeléctricas, que no dependían de las condiciones atmosféricas, alcanzaban una distancia mucho mayor y permitían determinar la posición de los barcos con más precisión. La mayor parte de faros que siguen hoy en activo disponen de equipos radioeléctricos, con los que emiten señales que permiten a los barcos conocer su posición exacta mediante el radiogoniómetro.

Asimismo, la navegación hiperbólica, el radar, el racon y el GPS han revolu-



Faro de Porto Pi en Mallorca y faro de Torredembarra (Tarragona), el más joven.

cionado el panorama de tal manera que la utilidad de los faros, tal como los hemos concebido desde siempre, se ha puesto en entredicho. En la disposición adicional sexta de la Ley de 24 de noviembre de 1992, Transformación de las Juntas de Puertos y Puertos Autónomos, en su apartado quinto “se declara a extinguir el Cuerpo de Técnicos Mecánicos de Señales Marítimas”. Eso significó el principio del fin de la profesión de farero en España. Desde entonces, no se han convocado plazas y hoy día apenas quedan en nuestro país 40 representantes de un oficio en proceso de extinción que ha sucumbido víctima del progreso.

Faros de España

De los 187 faros que hay en España, buena parte están desde hace tiempo abocados al abandono. Para evitarlo, el Gobierno quiere estimular su uso privado, facilitando su conversión en hoteles, albergues o restaurantes. De hecho, ya hay algunos que funcionan como restaurante, museo o acogen centros de investigación marina, pero no había hasta el momento ningún hotel autorizado. La idea no es del gusto de ecologistas ni de la Dirección General de Costas, dependiente del Ministerio de Medio Ambiente y que prefiere mantener estos enclaves públicos lejos de manos privadas, aunque cabe considerarla un intento de preservar los faros como patrimonio arquitectónico y cultural.

En la península Ibérica ya había faros en época romana. El más antiguo es la mencionada Torre de Hércules. También se construyó por entonces el de Chipiona, que señalaba la entrada desde el

océano Atlántico al Guadalquivir, aunque ya no queda nada del faro original, sobre cuyos restos se construyó a mediados del siglo XIX la actual torre de piedra que, con sus 69 metros, es la más alta del país y la quinta del mundo. Entre los más antiguos de Europa se encuentran el de Porto Pi, en Mallorca, levantado en el siglo XIII cuando el reino insular se incorporó a la Corona de Aragón, y el del gaditano castillo de San Sebastián, cuyas referencias más antiguas se remontan al siglo XII. Junto con la Torre de Hércules, son los únicos exponentes que quedan en nuestro país de época antigua y medieval.

A lo largo de los siglos, y antes de la implantación del Primer Plan de Alumbrado Marítimo de 1847, se erigieron faros en Tarragona, Barcelona, Alicante, Tarifa, Málaga y Santander. El citado plan, aprobado durante el reinado de Isabel II, preveía la construcción de 111 faros. De hecho, la mayor parte de los que existen hoy día en nuestro litoral son consecuencia de aquel plan, que 10 años después se extendió a Canarias, con la creación de seis faros y cuatro fanales.

El primer faro eléctrico en España fue el de cabo Vilán, en la Costa de la Muerte (A Coruña). Allí había naufragado el buque escuela inglés *Serpent* en una histórica tragedia que se cobró 172 vidas. La escasa seguridad que ofrecía el faro preexistente en una costa tan peligrosa obligó a construir el nuevo, que fue encendido por primera vez el 15 de enero de 1896. Ya entrado el siglo XX se fue extendiendo progresivamente la energía eléctrica en los faros. El siguiente en disponer de ella fue el de Cádiz en 1913, y los primeros

que tuvieron lámparas de filamento fueron los de Palamós y Roses (Girona), el de Torrox (Málaga) y el de Montjuïc (Barcelona).

En 1902 se aprobó el Plan de Reforma del Alumbrado Marítimo, que introdujo mejoras importantes, como es el caso de las linternas con cristales curvos y montantes helicoidales, los motores eléctricos para la rotación –que sustitúan los mecanismos de relojería convencionales– o los basamentos sobre mercurio para reducir la fricción de las ópticas al girar.

Además de emitir luz, los faros comenzaron a emitir señales sonoras para que los barcos estuvieran advertidos en situaciones de poca visibilidad. Se utilizaban petardos, campanas y sirenas activadas con aire comprimido. El primero en emitir este tipo de señales fue el del cabo de Finisterre en 1889, pocos años antes de que en 1907 se aprobara el primer Plan de Señales Sonoras del país. En 1916 se autorizó la instalación de los dos primeros radiofaros de chispa en los cabos gallegos de Finisterre y Vilán, y en 1922 se aprobó un plan para instalar transmisores Morse.

El paso del tiempo trajo más avances, nuevos edificios y otros proyectos de mejora, como los sistemas de posicionamiento radioeléctrico o los radiofaros direccionales, entre otros. Asimismo, el progreso condujo a la automatización de los faros y a su gradual abandono como viviendas, a pesar de que en el año 2003 todavía había 67 faros habitados. En la actualidad, lo normal es que se controlen mediante el sistema de supervisión remota que empezó a funcionar en

España 1996 y que hace innecesaria la presencia de personal.

El último plan que conllevó la construcción de nuevas torres de alumbrado marítimo fue el de 1985, en el que el Ministerio de Obras Públicas estableció que se levantarán 56 nuevos faros, algunos de moderno diseño arquitectónico, como los de Punta Hidalgo, (Tenerife) y Punta Lava (La Palma).

En el momento en que sonaban las campanadas que daban paso al año 2000

se encendió el faro más reciente de los construidos en nuestras costas. Fue el de Torredembarra (Tarragona). Como manda la tradición, el ingeniero responsable de las señales marítimas remitió un telegrama al técnico encargado del cuidado del faro con el siguiente texto: “Coincidiendo con la entrada del nuevo siglo y del nuevo milenio, a las 00.00 horas, día 1 enero, año 2000 se procederá al encendido del nuevo faro

de Torredembarra. Durante toda la noche y hasta el amanecer permanecerá al cuidado del alumbrado para prevenir cualquier anomalía que pueda producirse. Saludos”. Es el faro más joven de España y, tal vez el último, nacido en una fecha cargada de simbolismo para iluminar el mar en un nuevo milenio en el que el protagonismo de los propios faros parece que quedará relegado a los libros de historia.

Torre de Hércules, patrimonio de la humanidad



Torre de Hércules en A Coruña. / Foto: Pictelia

La Unesco declaró la Torre de Hércules patrimonio de la humanidad el 27 de junio de 2009. En esa fecha quedaba reconocido el “valor universal excepcional” del faro más antiguo del mundo que sigue en activo.

El único faro del planeta que ha conseguido semejante distinción se levantó entre la época de Nerón y Vespasiano, en el siglo I después de Cristo, para guiar a los romanos en la esquina más occidental de lo que era entonces la tierra conocida.

Tal vez, la primera mención sea la que aparece en la *Geografía Grecolatina*, de Ptolomeo, que data de finales del siglo I o principios del II, y donde hay una referencia a *Flavium Brigantium*, que, probablemente, da cuenta del alto faro que se elevaba junto a la ciudad que en el futuro sería conocida como A Coruña. Más demostrable es la referencia de principios del siglo V que aparece en un texto de Paulo Osorio en el que dice: “El segundo ángulo (de Hispania) está orientado hacia el cierzo, donde la ciudad galaica de Brigantia eleva como atalaya de Britania su faro altísimo y digno de mención entre muy pocas cosas”.

El origen de la torre no está exento de curiosas leyendas y mitos. De hecho, el nombre que tenía la ciudad por entonces deriva de Brigantia, ciudad mítica que construyó el rey de los celtas Breogán. Resulta que desde aquella alta torre su hijo Íth divisó por primera vez las verdes tierras de Irlanda,

según se relata en el *Leabhar Ghabhála Érenn*, el libro mitológico de las invasiones celtas. Y desde Brigantia partieron los descendientes del rey para conquistar la isla.

También era frecuente que los romanos adaptaran sus dioses y héroes a los personajes legendarios locales. Aquí es donde entra en juego el mítico Hércules, que, según la leyenda, llegó a las tierras gallegas para luchar con Gerión, tirano rey de Brigantium. La pelea, como era de esperar, fue victoriosa para el hijo de Júpiter, quien enterró la cabeza del monarca, levantó un alto túmulo en el lugar y lo coronó con una antorcha. De esta manera, tenemos ya el origen mitológico de la torre.

Lo cierto es que existe una inscripción al pie del edificio que nos da el nombre y el origen del arquitecto que levantó la Torre de Hércules, un tal Cayo Sevio Lupo que procedía de Aeminium, la actual Coimbra.

Tras la caída del Imperio Romano se perdieron durante siglos las referencias escritas sobre aquel faro que dejó de guiar a los barcos para pasar a ejercer funciones defensivas.

Es fácil imaginarse la decadencia del edificio a lo largo de toda la Edad Media y el Renacimiento. Y en el siglo XVII, concretamente en 1682, se procedió a su restauración por encargo del duque de Uceda. La construcción acabó con dos torreones en lo más alto que acabaron desmoronándose con el paso del tiempo como consecuencia del progresivo abandono. Fue un siglo después cuando se restauró y adquirió la apariencia que conocemos hoy día. Fue a instancias de Carlos III, quien encargó Eustaquio Giannini la reconstrucción del faro. Lo que hizo este teniente de Marina extremeño de apellido italiano fue arreglar los tres pisos de época romana y revestirlos al estilo neoclásico con bloques de granito de color ocre. Por encima de ellos mandó construir un nuevo cuerpo octogonal desde donde la torre ejerce sus funciones de faro.

Desde entonces, las modificaciones efectuadas, la última en la década de 1990, han sido de menor calado, aunque fue necesario limpiar la fachada al haberse visto afectada por la humareda que originó en 1992 el accidente del petrolero *Aegean Sea*.

Desde sus 106 metros sobre el nivel del mar, la cúspide de la Torre de Hércules mira desde hace dos milenios hacia el Atlántico, donde a miles de kilómetros se encuentran otros dos monumentos con los que se hermanó en 2008: la estatua de la Libertad y el faro del Morro de La Habana, el más antiguo del continente americano.



Fundación Escuela de la Edificación

INFORMACIÓN Y MATRÍCULA: FUNDACIÓN ESCUELA DE LA EDIFICACIÓN
 C/ Maestro Victoria, 3 - 28013 - Madrid Tels. 91 531 87 00 - 669 45 90 97 - Fax: 91 531 31 69
www.esc-edif.org edif@esc-edif.org

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



PROGRAMAS PRESENCIALES

MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE LA EDIFICACIÓN (60 ECTS)

Curso de Especialidad en Estructuras Metálicas
 (12,8 ECTS) octubre 2010 a abril 2011
 Curso de Especialidad en Estructuras Varias
 (15,2 ECTS) abril 2011 a febrero 2012
 Curso de Especialidad en Cálculo Estructural
 (9,6 ECTS) marzo a julio 2012
 Curso de Especialidad en Estructuras de Hormigón Armado
 (12,8 ECTS) octubre 2012 a marzo 2013
 Curso de Especialidad en Mecánica del Suelo y Cimentaciones
 (9,6 ECTS) marzo a julio 2013

MÁSTER EN INSTALACIONES DE LA EDIFICACIÓN (60 ECTS)

Curso de Especialidad en Instalaciones Eléctricas y de Transporte
 (18 ECTS) octubre 2010 a abril 2011
 Curso de Especialidad en Mecánica de Fluidos, Fontanería y Saneamiento
 (14 ECTS) abril a julio 2011
 Curso de Especialidad en Climatización: Calefacción
 (14 ECTS) octubre 2011 a marzo 2012
 Curso de Especialidad en Climatización: Acondicionamiento de Aire
 (14 ECTS) marzo a julio 2012

MÁSTER EN RECUPERACIÓN Y GESTIÓN DEL PATRIMONIO CONSTRUIDO (60 ECTS)

Curso de Especialidad en Gestión del Patrimonio Arquitectónico
 (13 ECTS) noviembre 2010 a abril de 2011
 Curso de Especialidad en Teorías y Criterios de Intervención del Patrimonio Construido
 (16 ECTS) octubre 2011 a marzo 2012
 Curso de Especialidad en Patología y Sistemas de Reparación
 (19 ECTS) marzo a julio 2012
 Proyecto Final de Máster (12 ECTS)

MÁSTER EN ORGANIZACIÓN Y TÉCNICAS DE LA EDIFICACIÓN (60 ECTS)

Curso de Especialidad en Organización, Planif. y Equipos de Obra
 (18 ECTS) octubre 2010 a abril 2011
 Curso de Especialidad en Seguridad en la Edificación
 (14 ECTS) abril a julio 2011
 Curso de Especialidad en Elementos de la Edificación
 (14 ECTS) octubre 2011 a marzo 2012
 Curso de Especialidad en Restauración y Rehabilitación
 (14 ECTS) marzo a julio 2012

MÁSTER EN ECONOMÍA INMOBILIARIA (60 ECTS)

Curso de Especialidad en Economía de la Edificación (Gestión Inmobiliaria)
 (20 ECTS) octubre 2010 a marzo 2011
 Curso de Especialidad en Valoraciones Inmobiliarias
 (20 ECTS) marzo a julio de 2011
 Curso de Especialidad en Gestión Urbanística
 (20 ECTS) octubre 2011 a marzo de 2012

Curso de Especialidad en Técnicas de Protección Contra Incendios en la Edificación
 (32 ECTS) octubre 2010 a octubre 2011

Curso de Gestión de Obras
 (69 horas) octubre 2010

Curso de Perfeccionamiento de la Coordinación de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción
 (15 ECTS) Semipresencial. Noviembre 2010

Programas completos de todos los cursos y catálogo de publicaciones en nuestra página: www.esc-edif.org

PROGRAMAS A DISTANCIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA MÁSTER DE ESTUDIOS SUPERIORES EN CIENCIAS E INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN



Periodo de matriculación a partir de septiembre de 2010

ESPECIALISTA EN INSTALACIONES Y TÉCNICAS DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN (102 créditos)

- Climatización: Calefacción
- Elementos de la Edificación
- Climatización: Aire Acondicionado
- Planeamiento y Gestión Urbanística
- Instalaciones Eléctricas y de Transporte
- Organización, Programación y Planificación
- Aspectos Generales: Equipos de Obra
- Mecánica de Fluidos, Fontanería y Saneamiento
- Dirección y Administración de Empresas Constructoras e Inmobiliarias

ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS Y SISTEMAS DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN (103 créditos)

- Cálculo Estructural
- Estructuras de Hormigón Armado
- Mecánica del Suelo y Cimentaciones
- Sistemas de Seguridad y PRL en la Construcción
- Estructuras Metálicas
- Calidad en Edificación
- Fundamentos del Método de Elementos Finitos
- Estructuras Varias
- Restauración y Rehabilitación
- Proyecto Final del Programa Máster (15 créditos)

EL ENIGMA CUÁNTICO. LA FÍSICA, AL ENCUENTRO DE LA CONCIENCIA

Bruce Rosenblum y Fred Kuttner

Tusquets, Barcelona, 2010, 264 págs.

ISBN 978-84-8383-244-8

Nacida hace casi un siglo para explicar el comportamiento de los átomos, la teoría cuántica ha sido sorprendentemente exitosa: ninguna de sus predicciones ha resultado falsa y ningún científico la cuestiona. Además, ha revolucionado nuestro mundo cotidiano y propiciado asombrosos avances tecnológicos. Sin embargo, algunas de sus conclusiones –como la afirmación de la interdependencia entre la realidad del mundo exterior y su observación experimental, o la idea de que un objeto puede estar en dos o más sitios al mismo tiempo– constituyen un enigma que cuestiona nuestras intuiciones en torno a la realidad y la conciencia y que acercan esta teoría a la filosofía y el misticismo. Los autores exponen con claridad el desarrollo histórico de esta teoría y exploran la paradójica idea de que la conciencia afecta a los fenómenos físicos.

CÁLCULO SIMBÓLICO Y GRÁFICO CON MAPLE

Agustín Carrillo de Albornoz e Inmaculada Llamas Centeno

Ra-Ma, Madrid, 2010, 283 págs.

ISBN 978-84-9964-002-0

Este libro ofrece la información necesaria para abordar la resolución de problemas de cálculo simbólico y gráfico a través de Maple, con un desarrollo progresivo de contenidos para dominar el entorno de trabajo de este programa y las posibilidades que ofrece. La exposición es eminentemente práctica para facilitar el conocimiento de las distintas funciones y comandos y su aplicación en la resolución de problemas. Cada capítulo incluye numerosos ejemplos resueltos paso a paso, con las instrucciones y comandos ejecutados además de imágenes capturadas del programa con los resultados.

EL SUEÑO DE UNA TEORÍA FINAL

Steven Weinberg

Crítica (Drakontos Bolsillo), Madrid, 2010, 256 págs.

ISBN 978-84-9892-111-3

Steven Weinberg, premio Nobel de Física por su contribución a la unificación de dos de las fuerzas básicas de la naturaleza –la fuerza débil y el electromagnetismo–, aborda en este libro la gran aventura intelectual de nuestro tiempo: la búsqueda de una “teoría final”: aquella en la que todas las preguntas fundamentales hallarían respuesta, sin requerir una explicación en términos de otros principios. Weinberg, que no solo es un gran físico, sino un excelente divulgador, nos explica de manera llana y comprensible la idea de esta “teoría final”.

INVENTARIOS. MANEJO Y CONTROL

Humberto Guerrero Salas

Starbook, Madrid, 2010, 192 págs.

ISBN 978-84-92650-34-7

Los conceptos de producción, recursos financieros y políticas de inventarios han adquirido nuevos matices con las actuales necesidades de eficacia y eficiencia. Este libro atiende estas necesidades gracias a la manera en que reorganiza y da nuevo sentido a conceptos y políticas fundamentales del control de inventarios en las organizaciones de hoy. Además, utiliza los modelos matemáticos para describir y analizar un sistema de inventarios, sus relaciones intrínsecas y de optimización en la relación de compra o producción, estados minimización de costes, etcétera, deduciendo de esta



manera políticas de inventarios que regulen tiempos para hacerlos, cantidades que almacenar y procesos de reabastecimiento. Hay que resaltar el orden con el que se abordan los temas y la claridad en el manejo de los procedimientos empleados en la aplicación de los modelos de inventarios. También cabe señalar la utilidad de este libro como herramienta para economistas, administradores e ingenieros que tengan a su cargo la administración de inventarios y la organización de almacenes.

PROCESOS PRODUCTIVOS. OBTENGA LA MAXIMA RENTABILIDAD

Ignacio Vega Maza

Starbook, Madrid, 2010, 392 págs.

ISBN 978-84-92650-33-0

Este libro presenta una manera diferente de enfocar la mejora e inversión en un sistema productivo complejo de varias etapas en serie. El objetivo es conocer el resultado antes de actuar o invertir y relacionarlo con sus parámetros clave. Pero no es un método de simulación, pues esta metodología ofrece a menudo resultados decepcionantes. La metodología desarrollada es también aproximada, pero simple y cercana a la realidad. La búsqueda de un método aproximado responde a la dificultad de resolver el modelo analíticamente. La ventaja de las aproximaciones es que permiten echar números y disponer de un orden de magnitud, lo cual ayuda en la



toma de decisiones. El desarrollo seguido es analizar los modelos de mejora existentes; explicar cómo interpretar un proceso productivo simplificándolo en un modelo manejable; aplicar los métodos tradicionales para ver los resultados que se obtienen, y desarrollar una metodología nueva para estimar la mejor estrategia de mejora o inversión, relacionando todas las variables clave.

EL SIGLO DE LOS INTELECTUALES

Michael Winock

Edhasa, Madrid, 2010, 1.056 págs. ISBN 978-84-350-2694-9

Edhasa acaba de publicar un estupendo ensayo histórico sobre la génesis y el desarrollo de una de las figuras más atractivas y discutidas del siglo xx: la de los intelectuales. El libro arranca con el caso *Dreyfus*, un clamoroso error judicial que convulsionó y dividió a la sociedad francesa de finales del siglo xix y principios del siguiente. Se puede considerar el punto de partida de esta figura del intelectual, el artículo de Emile Zola, *Yo acuso*, dirigido al presidente de la República. A partir de entonces, el papel público de los escritores cambió radicalmente, siempre vinculado a los medios de comunicación de masas y en el ojo del huracán de los debates políticos e ideológicos. La actividad intelectual (o de publicistas) pasó a ser una prolongación de la obra de los escritores. Al fin y al cabo, lo que distingue al intelectual del periodista es la fama y la reputación que tienen. Aquí está también su contradicción: poner su reputación al servicio de una buena causa hace aumentar también su fama. El título del libro puede resultar engañoso, pues se remite sólo a la historia de la intelectualidad en Francia. Así, lo que se gana en intensidad narrativa, se pierde en su visión de conjunto, dejando de lado intelectuales tan notables e influyentes como Russell y Ortega y Gasset. También es discutible la importancia que se da a los intelectuales, aunque esto no resta interés al libro. La narración es cronológica y se centra en los debates entre intelectuales, más que en sus vidas y sus obras. Especialmente interesantes resultan las rivalidades entre Gide y Malraux, entre Camus y Sarte, y entre éste y Aaron. En definitiva, es una obra ambiciosa, original, rigurosa y bien documentada.



ONCE MANERAS DE SENTIRSE SOLO

Richard Yates

RBA Libros, Barcelona, 2010, 256 págs.
ISBN 978-84-9867-791-1

Conjunto de relatos del gran escritor americano Richard Yates escritos en los años cincuenta, pero publicados después de su ya célebre novela *Vía Revolucionaria*. En estos relatos aparecen los temas y los personajes que conformarán su obra posterior. Narran la vida solitaria de gentes corrientes de Manhattan en los años cincuenta. Son pequeñas historias sobre personajes sin gloria, pero con mucha vida, narrados de forma concisa y honesta por uno de los maestros del relato breve. Pese a que algunos relatos son un poco más flojos, al tratarse de un autor primario, el conjunto de ellos es notable. Incluso algunos de ellos son espléndidos. Estamos, sin duda, ante la obra de un narrador de altos vuelos.



zizo, el conjunto de ellos es notable. Incluso algunos de ellos son espléndidos. Estamos, sin duda, ante la obra de un narrador de altos vuelos.

RETRATOS Y ENCUENTROS

Gay Talese

Alfaguara, Madrid, 2010, 312 págs.
ISBN 978-84-204-0602-2

Alfaguara publica este excelente trabajo de Gay Talese (Ocean City, Nueva York, 1932), uno de los maestros del denominado nuevo periodismo. Sus dotes de observación le convirtieron en un referente del periodismo moderno. En *Retratos y encuentros*, nos presenta una serie de reportajes sobre gentes de la cultura, la política y la farándula como Hemingway, Fidel Castro y Frank Sinatra, que se alternan con otros trabajos dedicados a gentes desconocidas, y también recuerdos de su vida. En todos ellos, Gay Talese da muestra de sus dotes de observación, su inmensa capacidad para el mínimo detalle y la construcción de unos reportajes que son auténticas joyas literarias.



¿QUIÉN SOY Y... CUÁNTOS? UN VIAJE FILOSÓFICO

Richard David Precht

Ariel, Barcelona, 2009, 336 págs.
ISBN 978-84-344-8831-1



¿Qué es la verdad?
¿Cómo sé quién soy?
¿Por qué debo ser bueno?, son algunas de las preguntas que nos hace el autor de este interesante ensayo. Utilizando como herramientas la metafísica, la psicología y la neurología, construye un puzzle que nos presenta la imagen

que ofrecen actualmente la ciencia y la filosofía sobre el hombre, a través de las más recientes teorías filosóficas y descubrimientos científicos. Organizado en tres grandes apartados (¿Qué puedo saber, qué debo hacer, qué me cabe esperar?), que se subdividen a su vez en capítulos, el autor nos acerca a los grandes problemas de la filosofía de un modo ameno y riguroso.

CONTRASEÑAS Gabriel Rodríguez Ómnibus

Si Dios no lo remedia, muy pronto nos va a pillar el ómnibus de Bruselas. Como todos ustedes saben, en este *travía legal* (Ley 25/2009 de modificación de diversas leyes, para su adaptación a la ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio) viajan nada menos que 47 leyes de ámbito estatal que regulan actividades tan diversas como el ejercicio de las profesiones de arquitecto, ingeniero y taxista. La justificación que se da desde la Unión Europea y el Gobierno de España, la conocen ustedes mejor que nadie. Las consecuencias, las tememos todos.

Desde hace varias décadas asistimos a un proceso imparable de reducción de todas aquellas instituciones intermedias entre el poder público y los ciudadanos, entre la Administración y los administrados, entre el mercado y los, ejem, consumidores. Este flujo de poder hacia las instituciones a gran escala coincide con el declive de las comunidades tradicionales, como la familia y el barrio, que dejan al individuo solo ante las fuerzas impersonales del mercado y del Estado, desprovisto de los recursos que le facilitaban las comunidades intermedias.

La justificación que ofrecen las administraciones se basa fundamentalmente en los costes económicos que se ahorrarán los felices consumidores a la hora de recibir los distintos servicios. Que nada se interponga entre el consumidor y el producto. La colegiación profesional y el visado de los proyectos, esos engorros burocráticos que se interponen en el camino del feliz consumidor deben ser eliminados, como antiguallas, como reli-

quias incómodas del pasado. Ahora bien, si desaparece el visado, también lo harán las garantías de calidad y control profesional. Con lo cual, la Administración tratará de regular por medio de leyes y reglamentos la tarea que hacen ahora los colegios profesionales.

Los expertos dudan de que se pueda eliminar el visado y, al mismo tiempo, ofrecer una mejor garantía de calidad y control profesional, y todo ello con un menor coste. Además, serán necesarias nuevas leyes. No deja de ser curioso que cuanto más libres somos, cuanta más libertad nos otorgan, aunque sea una libertad envenenada, más leyes son necesarias, más reglamentos, más órdenes, etcétera. Es la otra cara de la moneda de la sociedad individualizada, que dice Ulrich Beck, la "hiperinflación legal". Y todo eso sin contar, naturalmente, con las peculiaridades de nuestro sistema autonómico.

Como el Lacoonte de la Eneida, podemos decir: *Timeo danaos et dona ferentes* (temo a los griegos aunque me traigan regalos). Detrás de las liberalizaciones vienen nuevas esclavitudes, más difusas y sutiles si se quiere, pero que implican nuevas ataduras, al mismo tiempo que se rasga el tejido de la sociedad comunitaria. Las familias y los barrios, las ciudades y los pueblos, los sindicatos y los colegios profesionales, todo lo que se interponga entre el individuo y el mercado y el Estado debe ser eliminado, para que ningún obstáculo se interponga entre nosotros y ese nuevo mundo feliz.

¿Qué es la vida?

Erwin Schrödinger, premio Nobel de Física en 1933 por la ecuación que lleva su nombre y que describe los fenómenos cuánticos, fue también un personaje singular en una época, la primera mitad del siglo XX, repleta de físicos eminentes y peculiares. La revista italiana *Panorama* definió esa singularidad con envidiable brevedad al cumplirse el centenario del científico, titulado: "Gran físico aquel poeta". Difícilmente se puede mejorar la economía de palabras empleada para expresar que Schrödinger fue mucho más que un talento de la ciencia y que interpretaba esta como una expresión estética de la naturaleza. Su curiosidad intelectual le llevó más allá de la física, y es recordado también por un libro en el que invadía terreno ajeno y que se titulaba *¿Qué es la vida?*. Sutil y certera, esta obra no daba respuestas, pero apuntaba perspectivas inéditas para los biólogos, que se vieron estimulados por las ideas de Schrödinger, convirtiendo el librito en un clásico de la literatura científica.

La pregunta sigue, no es necesario subrayarlo, sin contestación. Esa expresión de la naturaleza tan radicalmente diferente de la materia inerte, de la que formamos parte y de la que solo tenemos constancia de su existencia en este minúsculo rincón del universo que es la Tierra, sigue siendo inefable, inasible, inexplicable.

**"COMO TANTAS OTRAS VECES,
LO ARTIFICIAL ES MERA IMITACIÓN DE LO
QUE LA NATURALEZA YA HA INVENTADO"**

Las diferencias entre la materia viva y la inerte nos parecen claras cuando escogemos ejemplos radicales: un perro frente a un trozo de cuarzo no suscita dudas, pero en la frontera entre lo vivo y lo inanimado esa claridad se diluye: los constituyentes elementales de los organismos vivos son moléculas que interactúan siguiendo procesos químicos comunes a los que rigen el mundo inorgánico. Incluso hay entes intermedios, los virus, carentes de la capacidad de sobrevivir solos, por lo que no están incluidos entre los seres vivos, pero dotados de un instinto por el que aprovechan, a veces de forma letal, la maquinaria biológica de los seres vivos para comportarse como uno de ellos.

Hace un tiempo recordábamos en esta columna el hito que supuso el experimento que Stanley Miller realizó en 1953 por el que generó aminoácidos (los ladrillos de las proteínas, que son las que realizan el trabajo en los organismos vivos) a partir de sus componentes químicos. Ahora, se ha dado otro paso hacia el

entendimiento práctico del misterio con la creación de la primera *célula artificial o sintética*. El término es pretencioso y llama a equívoco, pero es el empleado por su creador, el famoso y polémico Craig Venter, genetista y empresario estadounidense con grandes

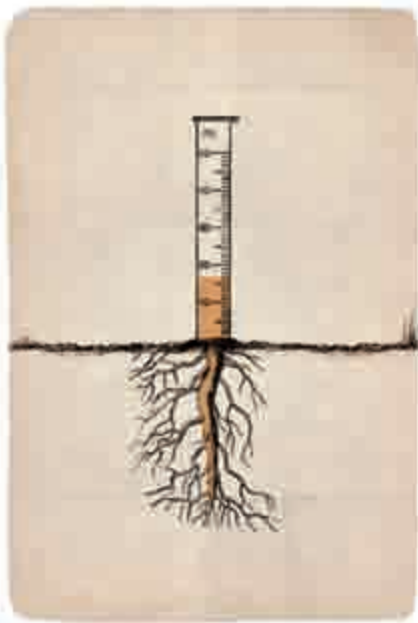
dotes para la publicidad. Y así lo han reproducido, con las alharacas que los periodistas empleamos cuando disponemos de un llamativo titular, los medios de comunicación de todo el mundo.

Lo dudoso es que lo conseguido por Venter merezca tal denominación. Para empezar, todos los mecanismos celulares de su *creación*, excepto las hebras que contienen la información genética, son tomados prestados y lo que los investigadores han hecho ha sido insertar dicha información. En esta parte mecánica, lo realizado es, más o menos, lo que hicieron los creadores de *Dolly*, la célebre primera oveja clónica: introducir el ADN portador de la información genética en una célula preexistente. Eso sí, en una célula mucho más simple (procariota, el tipo de célula de las bacterias, que son los organismos vivos más elementales), y no en una célula compleja, eucariota, como las de

una oveja. Tampoco han creado la información genética inyectada, sino que la han copiado de un organismo ya existente, la bacteria *Mycoplasma mycoides*, que pertenece a un género considerado el más sencillo de todos, con un genoma mínimo y carente incluso de pared celular.

El proceso se inició con el desciframiento del genoma de este microorganismo infimo, formado por poco más de un millón de bases. Después han ido fabricando la hebra de ADN letra a letra (ya se sabe que la cadena de esta molécula se compone de cuatro tipos diferentes de bases conocidas por sus iniciales: A, C, G y T), creando segmentos de unas mil bases cada uno, que se fueron luego *cosiendo* entre sí hasta reproducir con milimétrica exactitud el orden original. Una vez completa, la han introducido en una célula de *Mycoplasma mycoides*, a la que previamente habían despojado de su propio ADN y han podido comprobar que el genoma *artificial* funcionaba igual que el original.

Esta es la principal aportación científica del experimento: confirmar prácticamente lo que ya se sabía, es decir, que la vida es química y si se reemplazan las moléculas originales por otras generadas en la probeta el mecanismo funciona igual. Como tantas otras veces, lo artificial es mera imitación de lo que la naturaleza ya ha inventado. Podremos empezar a hablar de vida artificial cuando alguien genere una célula con mecanismos diferentes a los que poseen las naturales y que esté dotado de genes que no existen ya en alguno de los genomas de los millones de especies existentes. Mientras tanto, seguimos haciendo ingeniería mimética.



MARGOT

NUEVO PRODUCTO

Desde el 1 de noviembre de 2009



mupiti

Mutualidad de Previsión Social de
Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales a prima fija

Plan de Previsión Asegurado de MUPITI (PPA MUPITI)

**Termina con las rentabilidades negativas de tus planes de pensiones...
...traspasando tus ahorros a MUPITI**

Mupiti ha creado un nuevo seguro, denominado **PPA MUPITI**, para que puedas movilizar los ahorros que tengas en Planes de Pensiones y Planes de Previsión Asegurados de otras entidades financieras.

Con el PPA MUPITI obtendrás:

- **Aportaciones 100% garantizadas**
- **Interés garantizado hasta la jubilación**
- **Participación en beneficios**
- **Las mismas ventajas fiscales que tu actual Plan de Pensiones**

No lo demores más, traspasa tu plan de pensiones a MUPITI y disfruta de las garantías y tranquilidad que te ofrece tu Mutualidad.

RENTABILIDAD DE LOS SEGUROS DE JUBILACIÓN DE MUPITI

rentabilidad 2008* **3,49%**, rentabilidad últimos 5 años* **24,72%**

*Rentabilidades pasadas no garantizan rentabilidades futuras



Contacta con nosotros, estaremos encantados de asesorarte

Directamente en nuestra sede:
C/ Orense, 16, 1º planta. 28020 Madrid
Tels.: 913 993 155 ó 913 994 690

Con el Vocal-Delegado de MUPITI en tu Colegio o a través de internet:
secretari@mupiti.com
www.mupiti.com



Plantéate nuevas oportunidades profesionales en una Universidad líder en la formación de profesionales.

En la **Universidad Europea de Madrid** vas a encontrar las titulaciones de grado y postgrado más novedosas y demandadas en el área industrial, en horarios compatibles con tu actividad profesional.

El gran contenido práctico de nuestros programas, combinado con una formación teórica impartida por los mejores profesionales, así como el aval de las empresas más importantes del sector, hace de nuestros programas la elección más segura en el ámbito industrial. Decide lo mejor para tu futuro profesional.

Titulaciones en horarios compatibles con la actividad profesional

- Ingeniería Industrial (2º Ciclo) • Ingeniería en Organización Industrial (2º Ciclo)
- Ingeniería Técnica Industrial: Electrónica Industrial • Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática
 - Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática
 - (curso de adaptación para Ingenieros Técnicos Industriales en Electrónica Industrial)
- Grado en Ingeniería Mecánica (curso de adaptación para Ingenieros Técnicos Industriales en Mecánica)

Titulaciones de Grado

- Grado en Ingeniería Mecánica • Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática
- Grado en Ingeniería en Organización Industrial*

Másteres (www.proy3cta.uem.es)

- Máster Universitario en Energías Renovables • Máster en Climatización
- Máster Universitario en Edificación Eficiente y Rehabilitación Energética Medioambiental

*Nueva titulación conforme al Espacio Europeo de Educación Superior, pendiente de autorización.

Escuela Politécnica
Campus de Villaviciosa de Odón
Campus de La Moraleja



Laureate International Universities

902 23 23 50 www.uem.es

Pensada para el mundo real