

Novática, revista fundada en 1975 y decana de la prensa informática española, es el órgano oficial de expresión y formación continua de ATI (Asociación de Técnicos de Informática), organización que edita también la revista REICIS (Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software).

<<http://www.ati.es/novatica/>>
<<http://www.ati.es/reicis/>>

ATI es miembro fundador de CEPIS (Council of European Professional Informatics Societies) y es representante de España en IFIP (International Federation for Information Processing); tiene un acuerdo de colaboración con ACM (Association for Computing Machinery), así como acuerdos de vinculación o colaboración con AdaSpain, AIZ, ASTIC, RITS y Hispalinux, junto a la que participa en Prolnova.

Consejo Editorial

Guillem Aisina González, Rafael Fernández Calvo (presidente del Consejo), Jaime Fernández Martínez, Luis Fernández Sanz, José Antonio Gutiérrez de Mesa, Silvia Leal Martín, Didac López Vilas, Francesc Noguera Puig, Joan Antoni Pastor Collado, Andrés Pérez Payeras, Viktu Pons i Colomer, Moises Robles Gener, Cristina Vigil Díaz, Juan Carlos Vigo López

Coordinación Editorial

Llorenç Pagés Casas <lpages@ati.es>

Composición y autoedición

Jorge Llácer Gil de Rames

Traducciones

Grupo de Lengua e Informática de ATI <<http://www.ati.es/qlengua-informatica/>>

Administración

Tomás Brunete, María José Fernández, Enric Camarero

Secciones Técnicas - Coordinadores

Acceso y recuperación de la información

José María Gómez Hidalgo (Opitennet), <jmgomez@yahoo.es>

Enrique Puertas Sanz (Universidad Europea de Madrid), <enrique.puertas@uem.es>

Administración Pública electrónica

Francisco López Crespo (MAE), <fco@ati.es>

Sesabillá Justicia Pérez (Diputación de Barcelona) <sjusticia@ati.es>

Arquitecturas

Enrique F. Torres Moreno (Universidad de Zaragoza), <enrique.torres@unizar.es>

José Filich Cargio (Universidad Politécnica de Valencia), <jfilich@disca.upv.es>

Auditoría SITIC

Marina Tourino Troilho, <marinatourino@marinatourino.com>

Sergio Gómez-Landero Pérez (Endesa), <sergio.gomezlandero@endesa.es>

Derecho y tecnologías

Isabel Hernando Collazos (Fac. Derecho de Donostia, UPV), <isabel.hernando@ehu.es>

Elena Davara Fernández de Marcos (Davara & Davara), <edavara@davara.com>

Enseñanza Universitaria de la Informática

Cristóbal Pareja Flores (DSIP-UCM), <cpareja@sip.ucm.es>

J. Angel Velázquez Ilurbide (DLSI I, URJC), <angel.velazquez@urjc.es>

Entorno digital personal

Andrés Marín López (Univ. Carlos III), <amarin@it.uc3m.es>

Diego Gachet Páez (Universidad Europea de Madrid), <gachet@uem.es>

Estándares Web

Encarna Quesada Ruiz (Virati), <encarna.quesada@virati.com>

José Carlos del Arco Prieto (TOP Sistemas e Ingeniería), <jcarco@gmail.com>

Gestión del Conocimiento

Juan Baiget Solé (Cap Gemini Ernst & Young), <jban.baiget@ati.es>

Gobierno corporativo de las TI

Manuel Palao García-Suelto (ATI), <manuel@palao.com>

Miguel García-Moneder (ITI) <mgarciamoneder@ititensinstitute.org>

Informática y Filosofía

José Angel Olivas Varela (Escuela Superior de Informática, UCLM), <josangel.olivas@uclm.es>

Roberto Ferrero Dreja (UNED), <rferrero@gmail.com>

Informática Gráfica

Miguel Chover Sellés (Universitat Jaume I de Castellón), <chover@lsi.uji.es>

Roberto Vivó Hernández (Eurographics, sección española), <rvivo@disc.upv.es>

Ingeniería del Software

Luis Fernández Sanz, Daniel Rodríguez García (Universidad de Alcalá), <luis.fernandez.daniel.rodriguez@uah.es>

Inteligencia Artificial

Vicente Boti Navarro, Vicente Julián Inglada (DSIC-UPV), <vbotti,vinglada>@dsic.upv.es>

Interacción Persona-Computador

Pedro M. Latorre Andrés (Universidad de Zaragoza, AIPO), <platorre@unizar.es>

Francisco L. Gutiérrez Vela (Universidad de Granada, AIPO), <fgutierrez@ugr.es>

Lengua e Informática

M. del Carmen Ugarte García (ATI), <cugarte@ati.es>

Lenguajes Informáticos

Oscar Belmonte Fernández (Univ. Jaume I de Castellón), <belfern@lsi.uji.es>

Inmaculada Coma Taly (Univ. de Valencia), <inmaculada.coma@uv.es>

Lingüística computacional

Xavier Gómez Guinovart (Univ. de Vigo), <xgg@uvigo.es>

Manuel Palomar (Univ. de Alicante), <mpalomar@disi.ua.es>

Modelado de software

Jesus Garcia Molina (DIS-UM), <jmolina@um.es>

Gustavo Rossi (LIFA-UNLP Argentina), <gustavo@sol.inf.unlp.edu.ar>

Mundo estudiantil y jóvenes profesionales

Federico G. Mon Trotti (RITS), <gmon.trotti@gmail.com>

Mikel Salazar Peña (Asociación de Jóvenes Profesionales, Junta de ATI Madrid), <mikelito_uni@yahoo.es>

Profesión Informática

Rafael Fernández Calvo (ATI), <rfcalvo@ati.es>

Miguel Sarrías Grilo (ATI), <msarrias@ati.es>

Redes y servicios telemáticos

Juan Carlos López López (UCLM), <juanlopez@uclm.es>

Ana Pont Sanjuán (UPV), <apont@disca.upv.es>

Robótica

José Cortés Arenas (Sopra Group), <joscort@atm.com>

Juan González Gómez (Universidad CARLOS III), <juan@iearobotics.com>

Seguridad

Javier Arellano Bertolin (Univ. de Deusto), <jarellito@deusto.es>

Javier López Muñoz (ETS Informática-UMA), <jlm@cc.uma.es>

Sistemas de Tiempo Real

Alejandro Alonso Muñoz, Juan Antonio de la Puente Alfaro (DIT-UPM), <alalonso.puente>@dit.upm.es>

Software Libre

Jesus M. González Barahona (GSYC - URJC), <jgb@gysc.es>

Israel Herráiz Tabernero (Universidad Politécnica de Madrid), <isra@herraz.org>

Tecnologías para la Educación

Juan Manuel Dodero Beardo (UC3M), <dodero@inf.uc3m.es>

César Pablo Córcoles Briñogo (UOC), <ccorcoles@uoc.edu>

Tecnologías y Empresa

Didac López Vilas (Universitat de Girona), <didac.lopez@ati.es>

Alonso Álvarez García (TID) <agag@tid.es>

Tendencias tecnológicas

Gabriel Martí Fuentes (Interbits), <gabi@atnet.es>

Juan Carlos Vigo (ATI) <juancarlosvigo@atnet.es>

TIC y Turismo

Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga), <aguayo.guevara>@iccuma.es>

Las opiniones expresadas por los autores son responsabilidad exclusiva de los mismos. Novática permite la reproducción, sin ánimo de lucro, de todos los artículos, a menos que lo impida la modalidad de © o copyright elegida por el autor, debiéndose en todo caso citar su procedencia y enviar a Novática un ejemplar de la publicación.

Coordinación Editorial, Redacción Central y Redacción ATI Madrid

Plaza de España 6, 2ª planta, 28008 Madrid

Tfjn. 914029391; fax. 913093685 <novatica@ati.es>

Composición, Edición y Redacción ATI Valencia

Av. del Reino de Valencia 23, 46005 Valencia

Tfjn. 963740173 <novatica_prof@ati.es>

Administración y Redacción ATI Cataluña

Calle Avila 48-50, 3a planta, local 9, 08005 Barcelona

Tfjn. 934125235; fax. 934127713 <secretgen@ati.es>

Redacción ATI Andalucía

<secretand@ati.es>

Redacción ATI Galicia

<secretgal@ati.es>

Suscripción y Ventas

<novatica_suscripciones@ati.es>

Publicidad

Plaza de España 6, 2ª planta, 28008 Madrid

Tfjn. 914029391; fax. 913093685 <novatica@ati.es>

Imprenta: Derris S.A., Juan de Austria 66, 08006 Barcelona.

Depósito legal: B 15.154-1973 - ISSN: 0211-2124. CODEN: NOVACA

Portada: "Estrellas humanas en la noche" - Concha Arias-Pérez / © ATI

Diseño: Fernando Agresta / © ATI 2003

editorial

Eficiencia energética y eficiencia en la gestión

> 02

en resumen

Tecnologías verdes y la valiosa colaboración del lector de Novática

> 02

Llorenç Pagés Casas

noticias de IFIP

Reunión del Board de IFIP

> 03

Ramon Puigjaner Trepat

monografía

Eficiencia energética en centros de proceso de datos

Editor invitado: José Manuel Moya Fernández

Presentación. Eficiencia energética en centros de datos:

Puntos de vista y oportunidades

> 04

José Manuel Moya Fernández

Eficiencia energética de las Tecnologías de la Información:

Una inversión rentable

> 06

Rafael Mayo Gual, Enrique S. Quintana Ortí

Claves para un diseño eficiente de procesadores y arquitecturas

> 11

Entrevista a Antonio González

Convergencia de las salas de control de centros de datos: La fusión de la

supervisión industrial y los sistemas de control con las operaciones

de los centros de datos

> 14

Marina Thiry, Eric Olson, Bob Fesmire

La nueva realidad del equilibrado y optimización en la planificación

de centros de datos verdes

> 17

William Kosik

The GreenGrid: Mejorando la eficiencia en los recursos y actividades TI

> 23

Entrevista a David Snelling

Modelado y análisis de la eficiencia energética de centros de datos con

las herramientas de CoolEmAll

> 28

Micha vor dem Berge, Georges Da Costa, Ariel Oleksiak, Jaume Salom, Laura Sisó,

Eugen Volk

Una arquitectura para respuesta a la demanda energética de centros de datos:

el proyecto ALL4Green

> 35

Robert Basmadjian, Gergő Lovasz, Michael Beck, Hermann De Meer,

Xavier Hesselbach-Serra, Juan Felipe Botero, María Pérez Ortega, Juan Carlos López,

Sonja Klingert, Andries Stam, Rick van Krevelen, Marco Di Girolamo

Hacia la conciencia social del consumo energético en el centro de datos

> 45

Patricia Arroba García, Marina Zapater Sancho, José Luis Ayala Rodrigo

secciones técnicas

Acceso y recuperación de información

Filtrado de mensajes basura en móviles usando atributos de lenguaje SMS

> 51

José María Gómez Hidalgo, Enrique Puertas Sanz, Manuel de Buenaga Rodríguez

Arquitecturas

Integración de recursos grid y cloud para anotar semánticamente

grandes colecciones de objetos de aprendizaje

> 56

Sergio Hernández de Mesa, Estefanía Otero García, Juan Carlos Vidal Aguiar,

Javier Fabra Caro, Manuel Lama Penín, Pedro Álvarez Pérez-Arados

Estándares web

Evaluación de accesibilidad en sitios web de dos empresas de una provincia

del nordeste argentino: Una aproximación empírica

> 62

Pedro L. Alfonso, Sonia I. Mariño, Santiago Pioli, Martín Mendoza

Ingeniería del Software

Deuda técnica: Acercando la calidad del software a perfiles de negocio

> 68

Ana María del Carmen García Oterino, Javier Garzás Parra

Referencias autorizadas

> 73

sociedad de la información

Programar es crear

El problema de las tablas

(Competencia UTN-FRC 2012, problema A, solución)

> 79

Julio Javier Castillo, Diego Javier Serrano, Marina Elizabeth Cárdenas

Asuntos Interiores

Coordinación editorial / Programación de Novática / Socios Institucionales

> 81

Tema del próximo número: Adopción industrial de la ingeniería del software dirigida por modelos

José Manuel Moya Fernández
Laboratorio de Sistemas Integrados, Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Politécnica de Madrid

<josem@die.upm.es>

Presentación. Eficiencia energética en centros de datos: Puntos de vista y oportunidades

Según un estudio de Jonathan Koomey para los años 2005 a 2010 (ver "Referencias útiles" al final de este artículo), el consumo de los centros de datos en el año 2010 fue superior a 235 TWh (teravatios hora) y el gasto de electricidad superó los 23.000 millones de dólares. Esto es energía suficiente para alimentar 19 millones de casas unifamiliares. Las redes de distribución eléctrica de las ciudades ya no aguantan la densidad de potencia de los centros de datos más modernos. Se prevé que el 90% de los centros de datos tienen o van a tener en los próximos años problemas de caídas parciales o totales por saturación de la red eléctrica. Además, la explosión que se anticipa de la Internet de las Cosas (IoT) y del *Big Data* va a disparar la necesidad de grandes centros de datos.

El problema del consumo de los centros de datos es global, relevante y urgente. Desde hace ya unos años, la reducción del impacto ecológico del procesamiento informático se considera prioritaria. Así, el concepto de Green ICT es hoy en día uno de los destacados de la Agenda Digital Europea.

Existen diversos tipos de medidas para conseguir unas TIC (más) verdes y en este número especial de *Novática* hemos intentado ofrecer una panorámica desde todos los puntos de vista: las técnicas orientadas a reducir el consumo en los sistemas de computación, aquellas que reducen el consumo de refrigeración, las mejores prácticas actuales y los proyectos de investigación.

En el artículo "*Eficiencia Energética de las Tecnologías de la Información: Una Inversión Rentable*", que abre la monografía, **Rafael Mayo Gual** y **Enrique S. Quintana Ortí** nos presentan la magnitud del problema y los retos para el futuro próximo, así como una panorámica de las distintas técnicas actuales para la reducción del consumo en los servidores.

A continuación, en una entrevista a **Antonio González**, Director de Intel Labs Barcelona, podemos aprender sobre los avances y las tendencias en cuanto a eficiencia energética de los servidores desde el punto de vista de la arquitectura de procesadores.

De momento, en la mayor parte de los centros de datos, la gestión de los recursos de

Editor invitado

José Manuel Moya Fernández es Profesor Contratado Doctor del Laboratorio de Sistemas Integrados, en el Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Madrid. Es Ingeniero de Telecomunicación (1999) y Doctor Ingeniero de Telecomunicación (2003) por la Universidad Politécnica de Madrid. Desde 1999 a 2001 fue Profesor Ayudante del Departamento de Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha. Desde 2001 trabaja para la Universidad Politécnica de Madrid. Ha sido miembro del comité de programa de numerosas conferencias, incluyendo DATE, IFIP/IEEE VLSI-SoC, IEEE ICC, IEEE MASS, IEEE GLOBECOM, etc. Ha participado en un gran número de proyectos de investigación nacionales y proyectos bilaterales con la industria, en los campos de diseño de sistemas embebidos y optimización. En estos campos, es co-autor de más de 70 publicaciones en prestigiosas revistas y conferencias. Sus intereses de investigación se centran actualmente en la optimización energética proactiva y reactiva de centros de datos, teniendo en cuenta el comportamiento térmico, y técnicas de diseño y herramientas para la eficiencia energética de aplicaciones de cálculo intensivo.

refrigeración y de computación se realiza de forma independiente, sin tener en cuenta la interacción entre ambas partes, lo que impide una mayor optimización. DCIM (*Data Center Infrastructure Management*) nace con el objetivo de unir ambos mundos y proporcionar un sistema único de supervisión y control. **Marina Thiry**, **Eric Olson** y **Bob Fesmire**, de ABB, nos introducen la justificación y las capacidades de los sistemas DCIM en su artículo "*Convergencia de las salas de control de centros de datos - La fusión de la supervisión industrial y los sistemas de control con las operaciones de los centros de datos*".

Aunque la industria ha dado un paso importante hacia adelante dirigiendo sus miradas a los centros de datos energéticamente eficientes, todavía hay mucho trabajo por hacer. **William Kosik**, de Hewlett Packard, en el artículo "*La nueva realidad de equilibrio y optimización en la planificación de los centros de datos verdes*", ofrece una visión holística de la optimización de los centros de datos, destacando los numerosos aspectos y actores involucrados. El autor propone el desarrollo de un marco objetivo de análisis y clasificación de la eficiencia de los centros de datos.

En cuanto a las mejores prácticas, la industria del sector creó *The Green Grid*, una asociación abierta con el único objetivo de desarrollar y promover estrategias de reducción de energía en tecnologías de información y centros de datos. Este grupo es una de las organizaciones más pragmáticas y divulgativas. En la entrevista a **David Snelling**, vicepresidente del grupo técnico de trabajo de EMEA de The Green Grid,

ofrecemos el punto de vista de esta organización y sus principales contribuciones.

A continuación, tenemos dos artículos relacionados con proyectos europeos de investigación sobre la mejora de la eficiencia energética de centros de datos: **Micha vor dem Berge**, **Georges Da Costa**, **Ariel Oleksiak**, **Jaume Salom**, **Laura Sisó** y **Eugen Volk** nos presentan los resultados principales del proyecto *CoolEmAll*, centrado en modelado y simulación; **Robert Basmadjian**, **Gergö Lovasz**, **Michael Beck**, **Hermann De Meer**, **Xavier Hesselbach-Serra**, **Juan Felipe Botero**, **María Pérez Ortega**, **Juan Carlos López**, **Sonja Klingert**, **Andries Stam**, **Rick van Krevelen**, y **Marco Di Girolamo** nos describen el enfoque del proyecto *All4Green*, que proporciona una arquitectura para respuesta a la demanda energética de centros de datos.

Para concluir, en el artículo "*Hacia la conciencia social del consumo energético en el centro de datos*", **Patricia Arroba García**, **Marina Zapater Sancho** y **José Luis Ayala Rodrigo**, investigadores de la Universidad Politécnica de Madrid y de la Universidad Complutense, proponen hacer conscientes del consumo global a los distintos elementos del centro de datos, desarrollando estrategias colaborativas para minimizar el consumo de forma dinámica. De esta forma, el conocimiento del comportamiento global del centro de datos, en cuanto a demanda energética y temperatura, es compartido y alimentado por todos los sistemas.

El objetivo de este número especial es doble: en primer lugar pretende difundir la

magnitud del problema del consumo en grandes centros de datos y los numerosos aspectos que deben tenerse en cuenta; en segundo lugar, pretende provocar el diálogo y la colaboración en ámbitos y niveles que hasta ahora se han desarrollado de forma independiente.

Por ejemplo, el control de la refrigeración ha de ser consciente de las aplicaciones que se ejecutan y del perfil de demanda, así como del comportamiento térmico de la sala, para

reducir aún más el consumo. Pero también el planificador de una infraestructura de *cloud computing* tiene que ser consciente de la carga de trabajo que tendrá el centro de datos en el futuro próximo y de la predicción meteorológica para asignar recursos de manera óptima desde el punto de vista de la energía. La lista de posibles simbiosis es interminable, pero además todo ello es necesario para abordar de forma sistémica este problema, que ahora es importante, pero que dentro de unos años será crítico.

Referencias útiles sobre "Eficiencia energética en centros de proceso de datos"

Las referencias que se citan a continuación, junto con las proporcionadas en cada uno de los artículos, tienen como objetivo ayudar a los lectores a profundizar en los temas tratados en esta monografía permitiendo contrastar ideas y obtener información actualizada.

■ **Google.** *Centros de datos: Explora más de una década de innovación en nuestros centros de datos.* <<http://www.google.com/about/datacenters/>>.

■ **The Green Grid.** Web oficial con gran cantidad de información de todos los niveles. <<http://www.thegreengrid.org/>>.

■ **Schneider Electric.** *Energy University,*

cursos gratuitos online. <<http://www.myenergyuniversity.com/>>.

■ **DataCenterDynamics.** Revista FOCUS. <<http://www.datacenterdynamics.com/focus/magazine>>.

■ **Data Center Knowledge.** Portal que contiene una gran cantidad de informes y noticias de actualidad. <<http://www.datacenterknowledge.com/>>.

■ **Jonathan Koomey.** *Growth in Data center electricity use 2005 to 2010.* Oakland, CA: Analytics Press. August 1, 2011. <<http://www.analyticspress.com/datacenters.html>>.

■ **Ponemon Institute.** *2013 Study on Data Center Outages.* Ponemon Institute

Research Report, septiembre 2013. <http://www.emersonnetworkpower.com/documentation/en-us/brands/liebert/documents/white%20papers/2013_emerson_data_center_outages_sl-24679.pdf>.

■ **Navigant Research.** *Green Data Centers. IT Equipment, Power and Cooling Infrastructure, and Monitoring and Management Tools: Global Industry Drivers, Market Analysis, and Forecasts.* Pike Research, 2Q 2012. Resumen ejecutivo en: <<http://www.navigantresearch.com/research/green-data-centers>>.

AVISO URGENTE PARA LOS SUSCRIPTORES DE LA REVISTA



Ante la próxima disponibilidad en la Intranet de ATI de una zona específica que contendrá los números que publica nuestra revista, se ruega a los suscriptores de Novática que todavía no lo hayan hecho que designen a la persona de su organización que deseen que actúe como contacto nuestro para gestionar el acceso a dicha zona. Para ello les rogamos que nos remitan esa información a la mayor urgencia posible a la dirección de correo novatica.subscripciones@atinet.es o en el teléfono 91 4029391.

Gracias por su colaboración