

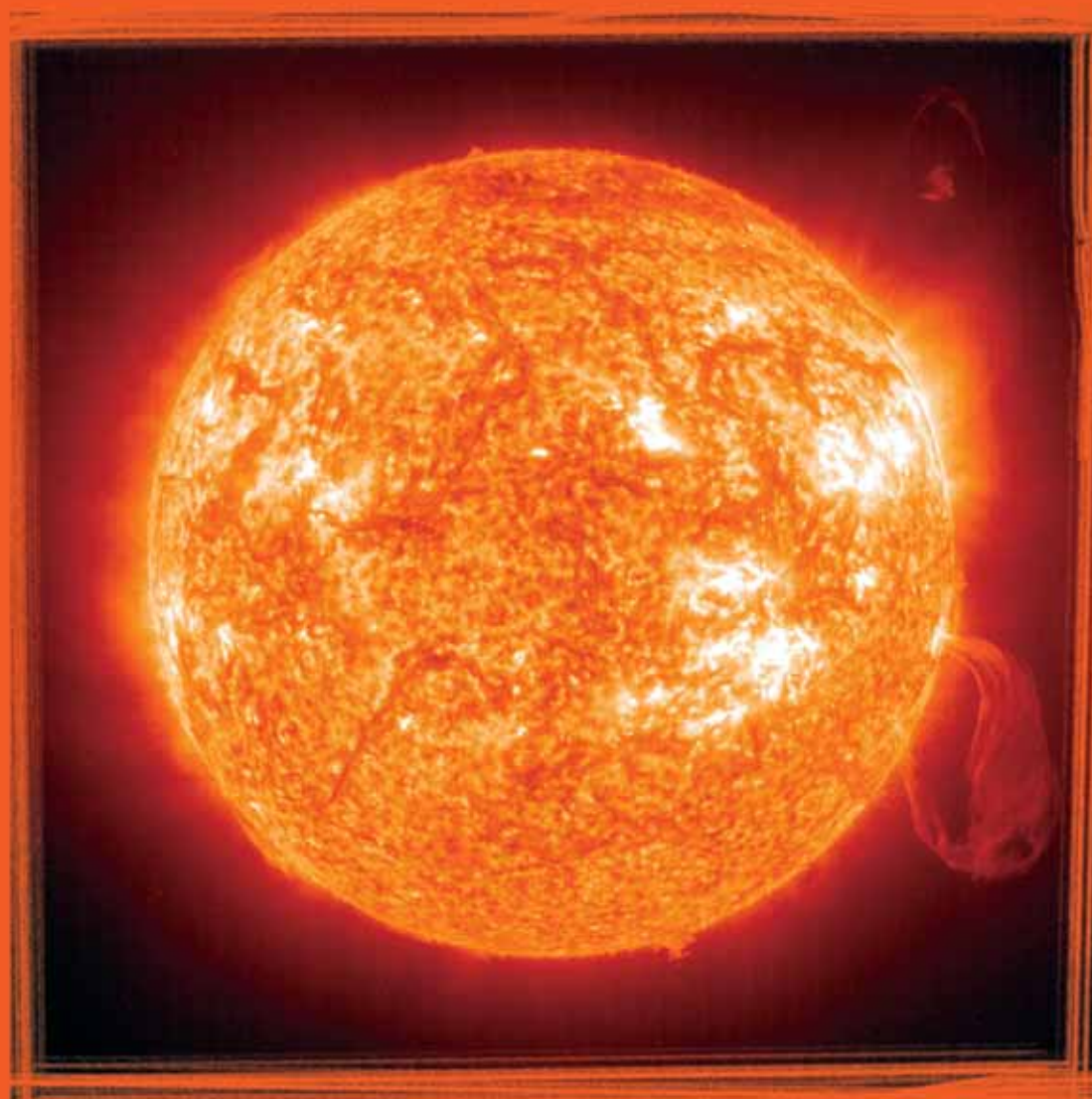


**MEMORIA DE ACTIVIDADES**

**PROGRESS REPORT**

Instituto de Ingeniería Energética  
Institute for Energy Engineering

2003 - 2004



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



**Instituto  
Ingeniería  
Energética**



[www.iie.upv.es](http://www.iie.upv.es)

INSTITUTO DE INGENIERÍA ENERGÉTICA

[INSTITUTE FOR ENERGY ENGINEERING](#)

Universidad Politécnica de Valencia

Campus de Vera, Camino de Vera s/nº

Valencia 46022

Tel: +34 963 877270

Fax: +34 963 877272

[energeti@upvnet.upv.es](mailto:energeti@upvnet.upv.es)



A close-up photograph of a complex mechanical component, likely a turbine or engine part, showing concentric rings and a central spiral structure. The image is in grayscale with a light blue tint.

## ÍNDICE INDEX

PRESENTACIÓN **PRESENTATION** 4

INTRODUCCIÓN **INTRODUCTION** 6

BALANCE DE RESULTADOS **BALANCE OF RESULTS** 8

ACTIVIDADES I+D **R+D ACTIVITIES** 12

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN **AREAS OF RESEARCH** 12

ÁREA TÉRMICA **THERMAL AREA** 12

ÁREA ELÉCTRICA **ELECTRICAL AREA** 16

ÁREA NUCLEAR **NUCLEAR AREA** 21

ÁREA DE RENOVABLES Y SISTEMAS AVANZADOS **RENEWABLE AND ADVANCED SYSTEMS AREA** 26

PROYECTOS **PROJECTS** 30

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS **SCIENTIFIC PUBLICATIONS** 44

FORMACIÓN AVANZADA EN TECNOLOGÍA ENERGÉTICA **ADVANCED EDUCATION IN ENERGY TECHNOLOGY** 49

DOCTORADO EN TECNOLOGÍA ENERGÉTICA **PHD IN ENERGY TECHNOLOGY** 50

PERSONAL **PERSONNEL** 51



## PRESENTATION BY THE PRESIDENT

It is a great pleasure for me to present this report detailing the recent activities of the *Instituto de Ingeniería Energética* (IIE) (Institute for Energy Engineering, IEE). The work done by this Institute's researchers is a source of pride for the *Universidad Politécnica de Valencia* (UPV), a university that has always been committed to excellence in research as demonstrated by the activities described herein. Through our research institutes like the IEE, the UPV is able to fulfil one of the fundamental missions of modern and progressive universities: to engender knowledge and to transfer this in the form of benefits to the business community and to society in general.

Considering two crucial elements, efficiency and sustainability, the IEE has clearly established itself as an outstanding reference in the field of energy optimisation and the planning of different energy sources. The Institute's scientific production is represented not only by the variety of activities carried out by the distinct research groups working in the IEE, but also by the results attained from numerous I + D + I agreements, being of special mention the articles published in high impact scientific journals and the presentations delivered in the most relevant international forums.

Therefore, we can only congratulate all of the Institute's members and express our gratitude for their effort and dedication in the hope that they continue their work, convinced as we are that, given the expertise of the individuals involved, they will accomplish much more and contribute even more to the prestige and recognition of our University.

## PRESENTACIÓN DEL RECTOR

Es un motivo de especial satisfacción presentar esta nueva memoria de actividades del Instituto de Ingeniería Energética, la importante labor desarrollada por quienes lo forman, no puede más que llenarnos de orgullo como responsable de una institución como la Universidad Politécnica de Valencia, que ha hecho una clara apuesta por la investigación de excelencia a través de Institutos de Investigación propios como este, que nos permite cumplir mejor con una de las misiones esenciales de una Universidad moderna y de progreso, que es la generación de conocimiento y su transferencia en beneficio de las empresas y de las sociedad en general.

El Instituto de Ingeniería Energética, es ya con todo merecimiento un verdadero referente en materia de aprovechamiento y planificación de las diferentes formas de energía, desde la consideración de dos elementos esenciales la eficiencia y la sostenibilidad. Su producción científica se plasma en distintas actividades realizadas por los grupos de investigación que lo componen y el resultado de una importante cifra de convenios de I + D + i, siendo de especial mención, publicaciones en revistas científicas de primer orden, así como las ponencias y comunicaciones presentadas en los más importantes foros internacionales.

Por ello no nos queda más que felicitar a todos los miembros del Instituto. Agradecemos su esfuerzo y dedicación, con el ruego de que continúen en este camino pues estamos convencidos de lo mucho que pueden lograr dada la calidad del equipo de personas que lo forman y que con ello contribuyen día a día al prestigio y reconocimiento de nuestra Universidad.

JUAN JULIÁ IGUAL  
Rector de la Universidad Politécnica de Valencia  
President of the *Universidad Politécnica de Valencia*



## PRESENTACIÓN DEL DIRECTOR

Se presenta en esta memoria las actividades realizadas en el Instituto de Ingeniería Energética durante el periodo 2003-04, segundo bienio de su existencia. El Instituto, creado por la Universidad Politécnica de Valencia en 2001 para abordar de forma multidisciplinar los distintos aspectos de la investigación avanzada en temas energéticos, ha aumentado de forma considerable durante este periodo su actividad en dicho campo, tanto en el aspecto cualitativo como cuantitativo, como puede deducirse de los datos contenidos en esta memoria. Son destacables los siguientes aspectos:

1. La consolidación dentro del Instituto de los distintos grupos de investigación que, pertenecientes a distintos departamentos de UPV, han centrado sus actividades investigadoras en IIE y han consolidado en numerosos casos la colaboración interdisciplinar.
2. El notable incremento en el número de proyectos de investigación, a la vez que se conseguía un equilibrio notable entre investigación contratada y competitiva, entendiéndose esta última como la financiada mediante proyectos obtenidos en convocatorias públicas a nivel regional, nacional o europeo.
3. El aumento de la presencia internacional de IIE, tanto a nivel de la Unión Europea como de Estados Unidos, en proyectos de investigación energética.
4. La implicación de IIE en la Ciudad Politécnica de la Innovación de UPV, con la firma del correspondiente contrato programa y la creación de una empresa como consecuencia de los desarrollos realizados en las actividades de Geotermia.

Todos estos resultados no habrían sido posibles sin un esfuerzo generoso y una dedicación total de los responsables de los distintos grupos de investigación, dados los limitados recursos, en personal y medios, con que han tenido que abordar los numerosos proyectos de investigación aquí detallados. Igualmente, debe destacarse la entrega de dicho personal y su brillante contribución a los resultados obtenidos. Por último, pero no menos importante, debe quedar constancia aquí del agradecimiento al equipo rectoral de la Universidad que en todo momento ha apoyado en la medida de sus posibilidades las actividades de IIE.

ÁNGEL PÉREZ-NAVARRO GÓMEZ

Director del Instituto de Ingeniería Energética

Director of the Institute for Energy Engineering

## PRESENTATION OF THE DIRECTOR

Presented in this report are the activities carried out by the Institute for Energy Engineering (IEE) during the period 2003-04, its second two-year period of existence. The *Universidad Politécnica de Valencia* (UPV) created the IEE in 2001 in order to undertake, from a multidisciplinary perspective, the diverse aspects of advanced energy research. The IEE has expanded its work in this field considerably during this period, both in qualitative and in quantitative aspects, as evidenced in this report. The following activities are worthy of mention:

1. The consolidation within the Institute of the various research teams which, though associated with different departments of the UPV, have centred their research activities in the IEE, consolidating in numerous cases the interdisciplinary contribution.
2. The notable increase in the number of research projects, obtaining a significant balance between contracted and competitive research, understanding "competitive" as that which is financed through public calls at the regional, national or European level.
3. The heightened international recognition of the IEE in the European Union as well as in the United States of America through projects related to energy research.
4. The Institute's implication in the Polytechnic City of Innovation at the UPV through the corresponding contract program and the creation of a business resulting from the developments attained in the field of geothermal energy.

None of these results would have been possible without the generous effort and complete dedication of the coordinators of the different research groups, who, despite limitations in terms of resources, personnel and equipment, have undertaken the numerous research projects detailed herein. Likewise, the exceptional devotion of the staff members and their brilliant contribution to the results obtained must also be commended. Finally, and perhaps most importantly, we should express our gratitude to the President of this University and his team for their support of the work carried out in the IEE.

## INTRODUCCIÓN

### INTRODUCTION

This report summarizes the activities carried out by the *Instituto de Ingeniería Energética* (IIE) during the period 2003-2004. The IIE, a research institute of the *Universidad Politécnica de Valencia* (UPV), was created with a two-fold objective:

- To approach in a multidisciplinary way the different areas of R&D in the field of Energy;
- To carry out evaluation and foresight studies in this field.

Six main areas provide the framework for our research: Thermal, Electrical, Nuclear, Renewable and Advanced Systems.

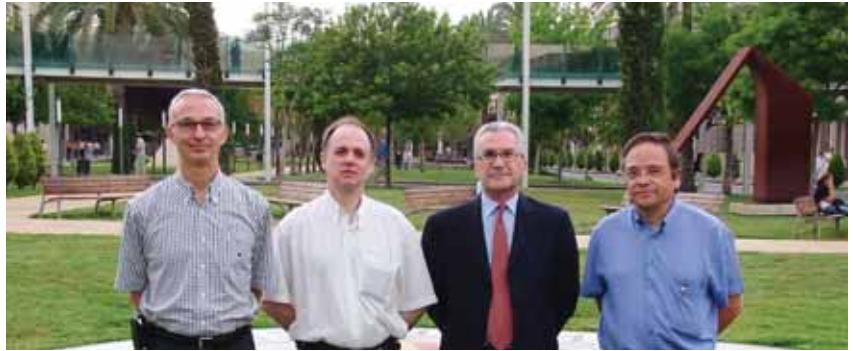
All UPV research groups dealing with energy matters that joined the IIE were assigned to one of the above-mentioned areas, in accordance with their specialization, but in some cases they take part, in a collaborative effort, in multidisciplinary projects that, under other circumstances, would be beyond their capabilities. During the period described in this report, the activities of IIE have multiplied substantially in each and every one of the areas, as demonstrated by the growth in the number of projects in progress, which has practically duplicated that of the previous biennium. The revenue income has experienced a similar increase, basically given the increase in the number and calibre of the projects granted in the different calls for proposals by the fifth and sixth European Union's RTD framework programs. All these aspects are described in detail in the section entitled Balance of Results and Projects of this report.

Throughout these two years experimental activities and laboratories have been completed in the provisional facilities of the IIE located in the

Se resumen en esta memoria las actividades realizadas por el Instituto de Ingeniería Energética (IIE) durante el periodo 2003-2004. IIE, un instituto de investigación de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), fue creado con un doble objetivo:

- abordar de forma multidisciplinaria las distintas áreas de I+D+I en el campo de la Energía;
- realizar estudios de evaluación y prospectiva en dicho campo,

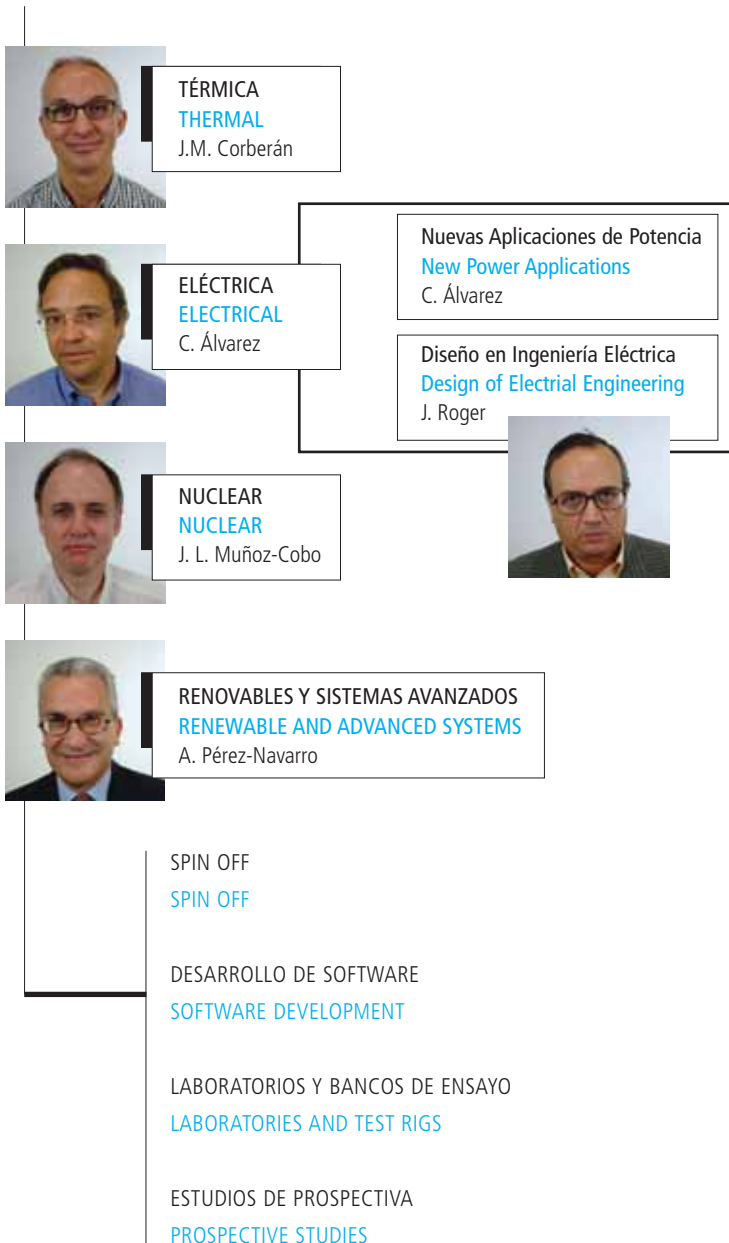
y estructurado en seis áreas de actividad: Térmica; Eléctrica; Nuclear; Renovables y Sistemas Avanzados.



En cada una de estas áreas, de acuerdo con su especialización, se encuadran los distintos grupos de investigación de UPV adheridos al Instituto, pero abordando, en muchos casos, de forma conjunta temas multidisciplinares que, de otra forma, escaparían a sus posibilidades.

Durante el periodo resumido en la presente memoria, las actividades de IIE han aumentado de forma substancial en todas y cada una de las áreas, como lo demuestra el incremento en el número de proyectos en desarrollo, que prácticamente se ha duplicado respecto al bienio anterior. De igual forma ha evolucionado el volumen de ingresos, fundamentalmente por el incremento en el número e importancia de proyectos obtenidos en las distintas convocatorias de los 5º y 6º programa marco de investigación y desarrollo tecnológico de la UE. Todos estos aspectos se detallan en el apartado de balance de resultados y proyectos de esta memoria.

A lo largo de estos dos años se han desarrollado laboratorios y técnicas experimentales en las instalaciones provisionales de IIE en el edificio I-4 del Campus de Vera de UPV, a la espera de su montaje definitivo en los espacios asignados a IIE en la Ciudad Politécnica de la Innovación (CPI), que se encuentra en fase de construcción en dicho campus. Alguno de dichos laboratorios es ya el resultado de un esfuerzo multidisciplinar de distintos grupos de IIE, como es el caso de la instalación termohidráulica PUMA, utilizada para realizar análisis de fluidos multifásicos de interés tanto para el Área Nuclear como la Térmica. Los detalles sobre los laboratorios instalados y los resultados obtenidos en las distintas líneas de I+D se presentan en el apartado de líneas de investigación y recursos propios de la memoria.



Finalmente se ha iniciado un esfuerzo integrador de prácticamente todos los grupos que componen IIE a través del planteamiento de un laboratorio de recursos energéticos distribuidos (LABDER) que permitirá la integración de las actividades en energías renovables (solar, eólica, biomasa), térmica (eficiencia energética, nuevas bombas de calor e intercambiadores, etc.), eléctrica (microrredes, gestión de recursos, participación de la demanda, etc.) y nuevas tecnologías (hidrógeno, pilas de combustible, etc.) en un único laboratorio que adecuadamente desarrolle y gestione todos estos recursos y técnicas energéticas.

I-4 building on the UPV campus, the definitive facilities being under construction in the Polytechnic City of Innovation (*Ciudad Politécnica de la Innovación*) on the same campus. Some of these laboratories are the result of the multidisciplinary effort of different groups of the IIE. One example is the thermo-hydraulic PUMA facility, used to conduct analyses of multiphase fluids, which is of interest as much for the nuclear energy research team as for the thermal energy one. Details regarding the laboratories installed and the results obtained in the various lines of R&D can be found in section R+D Activities of this report.

Finally, the integrated effort of practically all the groups of the IIE has been initiated and defined by the Laboratory for Distributed Energy Resources (LABDER). This laboratory will facilitate the integration of the all activities in a single laboratory which shall develop and promote all the energy resources and techniques arising from activities in the following areas: renewable energy (solar, eolic, biomass, etc.), thermal energy (energy efficiency, new developments in heat pumps and exchangers, storage, etc.), electrical energy (micro grids, demand active control, etc.) and new technologies (hydrogen and fuel cells).



As noted in the figure, the Institute for Energy Engineering received a quantity surpassing 1 million Euros in total income for 2004, achieving a total income of 1040 kEuro. During the period 2003-04, the income was also quite significant (1775 kEuro), consolidating the notable increment characterising the Institute's activity since its creation in 2001. Besides, the immense majority of the revenues (87%) derive directly from the execution of R+D+I projects.

Production percentage of revenues per professor amounts to 50 kEuro per professor and year. The financing obtained during this period allowed for a considerable investment in laboratory and scientific equipment that will undoubtedly have extremely positive repercussions in the Institute during the coming years.

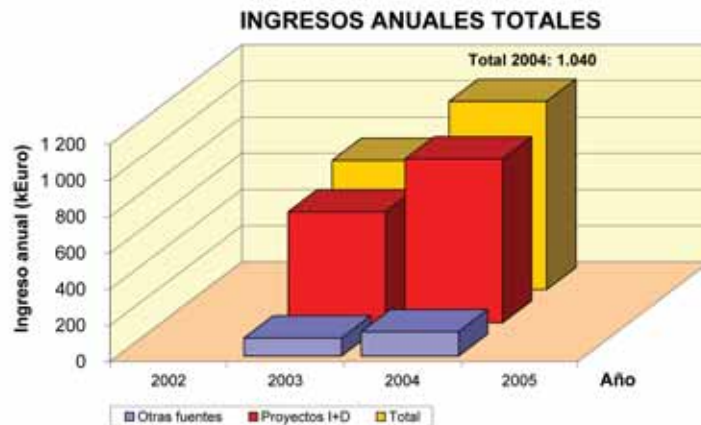
In terms of the income progression per R+D+I projects, its dynamism from the beginning should be highlighted, with an almost exponential increase that reached in 2004 a figure of nearly one million Euros (905 kEuro). In addition, it is worth noting the considerable quantity of revenues, already formalised in December 2004 for the coming years, representing an excellent start point for the future.

Regarding active projects per year, there are approximately 25 projects each year, total for 2002, although projects being consolidated at present are logically more substantial and larger in size than those of previous periods, as evidenced from the increase in revenues received from them.

Concerning the source of revenues, the evolution during the years 2001, 2002, 2003, and 2004 indicates a marked tendency to consolidate the R+D+I contracts with companies as a significant source of resources, with more than 35% of the

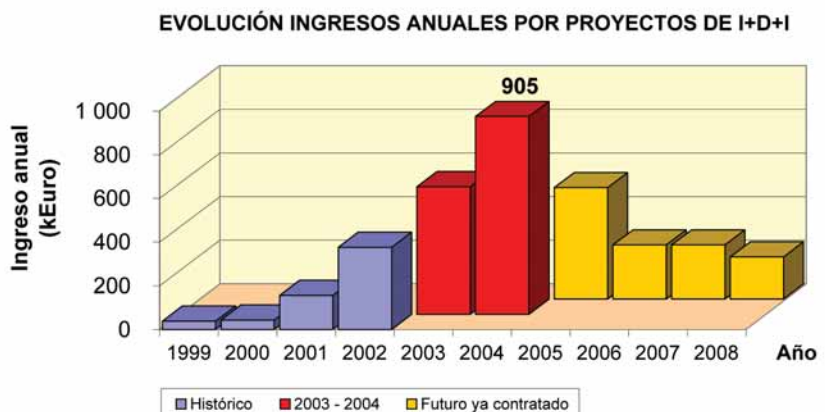
## BALANCE DE RESULTADOS BALANCE OF RESULTS

Como se puede observar en la figura adjunta, el Instituto de Ingeniería Energética ha llegado a superar la cifra de 1 millón de Euro en ingresos totales en el año 2004, alcanzando un ingreso total de 1040 kEuro. El conjunto del período 2003-04 ha sido muy importante en ingresos (1775 kEuro en total) consolidando la fuerte trayectoria de crecimiento que caracteriza al Instituto desde su creación en el año 2000. Además, como puede observarse, la inmensa mayoría de los ingresos (87%) provienen directamente de la ejecución de proyectos de I+D+I. El porcentaje de producción de ingresos por profesor alcanza la cifra de: 50 kEuro por profesor y año.

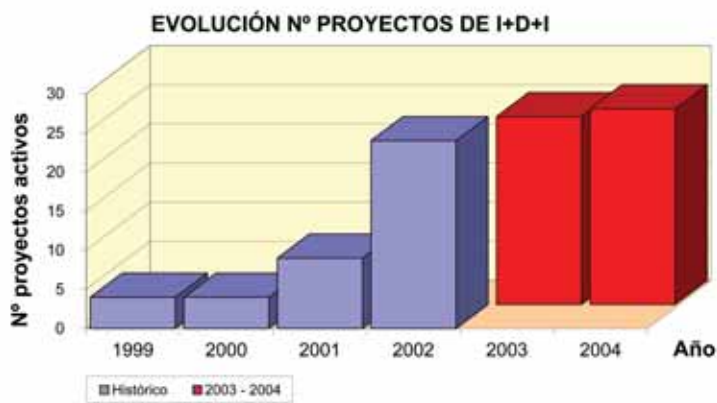


La financiación obtenida en este período ha permitido realizar una inversión muy importante en laboratorios y en equipamiento científico que sin duda repercutirá muy positivamente en la evolución del Instituto en los próximos años.

En cuanto a la evolución de los ingresos por proyectos de I+D+I, se debe resaltar su dinamismo desde el inicio con un crecimiento casi exponencial que alcanza en el año 2004 una cifra (905 kEuro), muy cercana al millón de Euro. Obsérvese también la cantidad importante de ingresos que a diciembre de 2004 el Instituto tiene ya contratados para los próximos años, constituyendo un excelente punto de partida para el futuro.



En cuanto al número de proyectos activos por año, la cifra se mantiene en el entorno a los 25 proyectos por año, cifra que ya casi se alcanzó en 2002, aunque lógicamente los proyectos del presente período son más importantes en tamaño que los del período anterior, como se desprende de la mayor cuantía de los ingresos percibidos por los mismos.



Respecto a la fuente de los ingresos, la evolución a lo largo de los años 2001, 2002, 2003 y 2004, presenta una clara tendencia a consolidar como una fuente importante de recursos los contratos de I+D+I con empresas, con más de un 35% de ingresos proveniente de dicho sector. Este indicador supone un resultado de gran importancia para el Instituto respondiendo a su clara intención de resultar de la mayor utilidad práctica posible para el sector productivo.

En el listado correspondiente a los proyectos de I+D+I se puede comprobar que el Instituto realiza proyectos de I+D+I para un buen número de las empresas más importantes del Sector en España, pero también empieza a ser importante la fracción de proyectos que se contratan con empresas del extranjero.

En el capítulo de proyectos con empresas se debe resaltar que no se trata de proyectos de servicios, sino en su inmensa mayoría de proyectos de I+D+I de alto nivel científico y tecnológico. El Instituto de Ingeniería Energética pretende consolidar este elevado porcentaje de cooperación con las empresas y por tanto de los ingresos procedentes directamente de ellas, e incluso aumentarlo en los próximos años.

En lo relativo a la procedencia de los ingresos recibidos de Instituciones públicas, y tal como se puede apreciar claramente en los gráficos correspondientes a las diferentes anualidades, se observa un crecimiento elevado y sostenido de la importancia de los ingresos percibidos por proyectos de I+D+I de la Comisión Europea, que en el período actual proceden de proyectos de I+D del V y VI programas marco de la misma, llegando a constituir la parte principal de la financiación procedente por proyectos de I+D+I financiados con fondos públicos. En el 2004, los ingresos percibidos de la

revenues deriving from this field. This indicator is an important result for the Institute, since it responds to its clear intention of serving the practical purposes of the productive sector. In the corresponding list of R+D+I projects, one may verify that the Institute collaborates with a significant number of major business organisations in Spain, but the percentage of projects contracted with international companies is also incrementing to a notable extent.

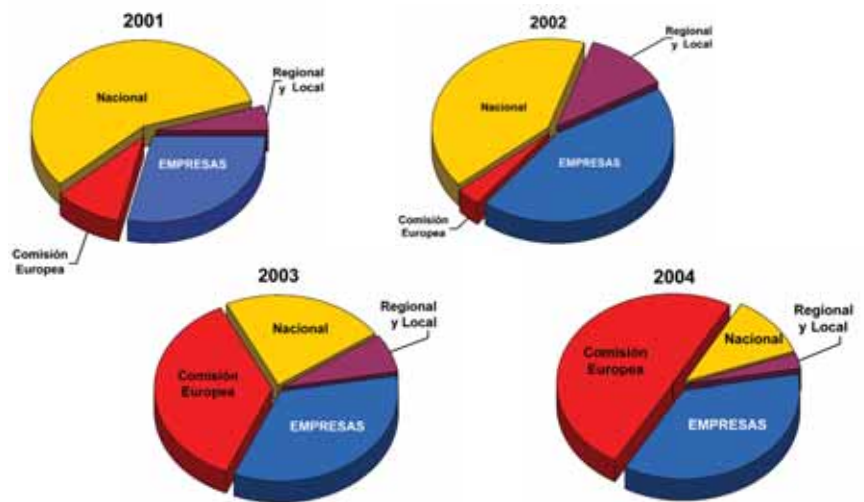
In the chapter related to projects with business organisations, it may be highlighted that projects are of a highly scientific and technological nature, rather than one of service provider. The Institute aims to further consolidate and increase in the coming years this elevated percentage of collaborative agreements with businesses, and in turn, the revenues derived directly from them.

Considering the revenues derived from public institutions, the graphics corresponding to the different annual periods indicate an elevated and consolidated increase in the quantity of revenues derived from European R+D+I projects. During the present period, R+D+I projects derived from the V and VI Framework programmes of the European Commission, the majority of the financing originating in public funding. In 2004, the perceived funding from the European Commission amounted to nearly 50% of the total revenues derived from projects and constituted 75% of the projects financed by public funds. This is due not only to a notable increase in the Institute's participation in projects financed by the European Commission, but also to a certain recession during 2003-04 in the funding derived from Spanish Institutions responsible for R+D+I at all levels: national, regional, and local.

Finally, in the revenues chapter, the figures cited in this section are the net revenues received by the Institute during this period for its participation in the projects described in the corresponding section, and not the total figures for each project budget, which are understandably much higher.

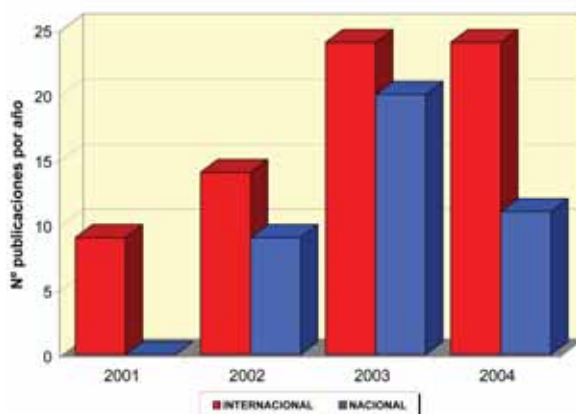
In the publications chapter, it is clear that throughout this period, the number of publications in all areas increased substantially to a total of 79. The evolution, as observed, is also quite favourable, with a significant increase as compared to the previous biennium, both in quality and in repercussion, since the international percentage of contributions surpassed 60%, including a sizeable percentage of publications in international journals of prestige (16%). In the corresponding section, one may note that the Institute's members were highly participative in the majority of the national and international events during 2003-04. In fact, during this period, the collaboration of the Institute's members with those of other research entities, both national and international, was worthwhile as researchers participated in a several agreements of cooperation and personnel mobility.

Regarding Education, as detailed in the corresponding chapter, the IIE developed a prominent educational offer aimed at specialised education leading to a University Diploma in Energy Technology, with two intensifications: Electrical Energy, and Thermal and Renewable Energy. During the biennium 2003-04, some 20 students followed the courses and three doctoral theses were completed. In the section describing education, a graph with the survey results from 2004 is included, and the academic program of the IIE obtained very high marks in all aspects, averag-

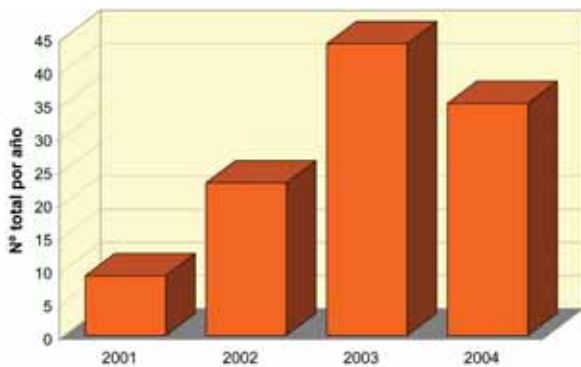


Comisión Europea alcanzan casi el 50% del total de los ingresos por proyectos, y llegan a constituir el 75% de lo procedente por proyectos financiados por fondos públicos. Esto se debe a un crecimiento importante de la participación del Instituto en proyectos de financiados por la Comisión Europea pero también se debe a una cierta recesión durante el período 2003-04 en la financiación proveniente de las Instituciones españolas responsables del I+D+I, en todos sus ámbitos: nacional, regional y local.

Finalmente, en el capítulo de ingresos se debe resaltar que las cifras mencionadas en este apartado, son los ingresos netos que ha percibido el Instituto en el citado período en concepto de su participación en los proyectos que se describen en el apartado correspondiente y no las cifras globales de presupuesto de cada proyecto, que son lógicamente mucho más altas.



En el capítulo de publicaciones, en este período, se han incrementado sustancialmente el número de las mismas en todas sus facetas, habiéndose alcanzado la cifra total de 79. La evolución, como se puede observar es también muy positiva suponiendo un crecimiento muy significativo respecto al bienio anterior,



tanto en calidad como en repercusión, puesto que el porcentaje de contribuciones internacionales ha superado el 60%, incluyendo un porcentaje importante de publicaciones en revistas internacionales de prestigio (16%).

En el apartado correspondiente se puede comprobar que la participación de los

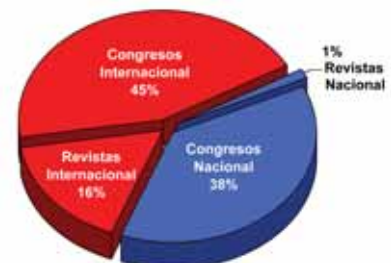
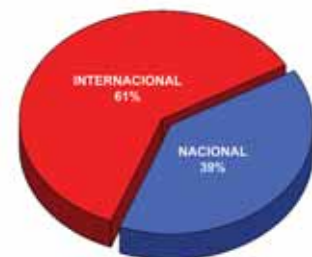
membros del Instituto ha sido numerosa en la mayoría de los eventos nacionales e internacionales que han tenido lugar durante el bienio 2003-04. De hecho en este período ha aumentado significativamente también la cooperación del Instituto con otras instituciones de investigación, tanto nacionales como extranjeras, habiéndose llegado a numerosos acuerdos de cooperación y movilidad de personal.

En lo que **respecta a la Formación**, tal y como se detalla en el capítulo correspondiente de la presente memoria, el IIE ha desarrollado una importante oferta formativa conducente a la formación especializada, con la impartición del título **de especialista universitario en Tecnología Energética**, en sus dos intensificaciones: Eléctrica, y Térmica y Renovables, así como con un programa de tercer ciclo en Tecnología Energética. En el bienio 2003-04 han cursado los citados estudios un total de 20 alumnos, y se han concluido 3 tesis doctorales. En el apartado correspondiente a formación se incluye una gráfica con los resultados de las encuestas del 2004, donde puede observarse que la oferta formativa del IIE obtiene puntuaciones (en la escala de 0 a 10) muy altas en todos los aspectos, bastante por encima de la media de la Universidad Politécnica de Valencia, destacando que la media de todos los aspectos llega a **una valoración global de 8.7 sobre un máximo de 10**.

Por último, en el capítulo de recursos humanos cabe destacar que el Instituto ha crecido de forma importante en tamaño, contando en la actualidad con 26 investigadores y la colaboración como ayudantes de investigación de más de 25 ingeniero/licenciados en media. En el apartado correspondiente se puede consultar el nombre de cada una de las personas que han trabajado en el Instituto durante el bienio 2003-04. Se debe destacar que el Instituto ha podido formar un equipo dedicado al diseño de nuevas instalaciones experimentales y al mantenimiento de las existentes, y de un equipo que se encarga del mantenimiento y gestión de los medios informáticos así como del desarrollo de la interfaz de usuario del software científico desarrollado por el Instituto. Estos dos equipos, junto con la Administración, consolidan con su actividad horizontal la estructura organizativa del Instituto de Ingeniería Energética.

ing globally 8.7 on a 10-point scale and being much higher than the average of the UPV as a whole.

Lastly, in terms of personnel, the Institute grew significantly in size, with a current staff of 26 researchers and the collaboration of more than 25 engineers employed as assistant researchers. In the corresponding section, the name of each of the individuals working in the Institute during 2003-04 is given. Further, the Institute formed a new team to design the new experimental facilities and to maintain those in existence, as well as another team responsible for managing and maintaining the computers network and the development of user interfaces for scientific software produced by the Institute. These two new teams, together with the Administrative staff, consolidate through its horizontal activity, the organisational structure of the IIE.



## ACTIVIDADES I+D R+D ACTIVITIES

## LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN AREAS OF RESEARCH

Lines of Research at the IIE are defined in four main areas: Thermal, Electrical (New Power Applications and Electrical Engineering Design), Nuclear, and Renewable and Advanced Systems.

### THERMAL AREA

The major areas of research in the THERMAL AREA are centred in the field of heat transfer and modelling of fluid flows and thermal systems in general, with fields of application that range from Refrigeration and Air Conditioning to Reciprocating Internal Combustion Engines.

#### 1. DEVELOPMENT OF THERMAL EQUIPMENT

This line includes the work that is carried out in the modeling, optimization and development of elements for thermal installations, such as the heat exchangers in whoever of its habitual applications. It also includes the study of the problematic related to the combustion in industrial applications, fuel cells, cogeneration, etc.

#### 2. DESIGN OF ADMISSION SYSTEMS FOR AUTOMOBILE

IIE has a wide experience in this field, as guarantees with an endorsement it the continuous collaboration of one of its groups with the Department of Studies of RENAULT España and RENAULT Francia, having been responsible for the design of the admission systems of gasoline 1.4 and 1.6 motors of the MEGANE, CLIO and KANGOO vehicles in successive versions. During the years 2003 and 2004, special emphasis has been made in the study of the Diesel engines fabricated in Valladolid, centered in the characterization of the movement of the air (swirl) of the incoming flux to the motor, which has a substantial influence on the quality of the process of combustion, the consumption of combustible and the level of emissions.

Also it has been developed for Renault very interesting thermal studies by means of the application of infrared thermography, like the analysis of the evolution of the superficial temperatures of the disk of the brake of the vehicle in a bench of rollers during a complete cycle of study of emissions.

LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL IIE SE DIVIDEN PRINCIPALMENTE EN CUATRO ÁREAS: TÉRMICA, ELÉCTRICA (NUEVAS APLICACIONES DE POTENCIA Y DISEÑO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA), NUCLEAR, Y RENOVABLE Y SISTEMAS AVANZADOS.

## ÁREA TÉRMICA THERMAL AREA

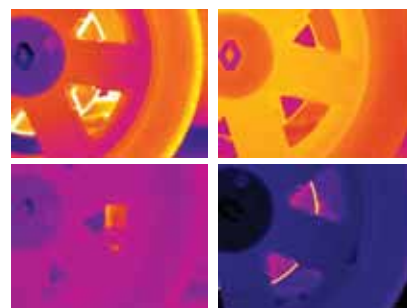
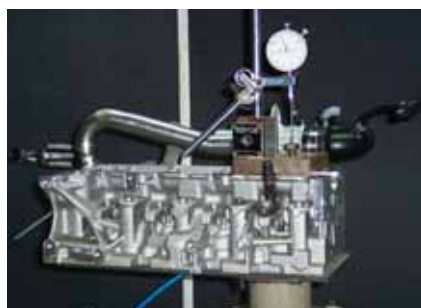
Las líneas de investigación que se siguen en el ÁREA TÉRMICA, se centran en el campo de la transmisión de calor, y en el modelado de flujos y de sistemas térmicos en general, con campos de aplicación que se extienden desde la refrigeración y el aire acondicionado, hasta los motores de combustión interna alternativos.

#### 1. DESARROLLO DE EQUIPAMIENTO TÉRMICO

Esta línea enmarca el trabajo que se realiza en el modelado, optimización y desarrollo de elementos de instalaciones térmicas, como por ejemplo los intercambiadores de calor en cualquiera de sus aplicaciones habituales. También incluye el estudio de problemática térmica y de transferencia de calor, ligadas a la combustión en aplicaciones industriales, células de combustible, cogeneración, etc.

#### 2. DISEÑO DE SISTEMAS DE ADMISIÓN EN AUTOMOCIÓN

IIE dispone de amplia experiencia en este campo, como lo avala la continua colaboración del Grupo con el Departamento de Estudios de RENAULT España y RENAULT Francia, habiendo sido responsables del diseño de los sistemas de admisión de los motores de gasolina 1.4 y 1.6 que montan los vehículos



*Medida de sistema de admisión y estudio termográfico de disco de freno en vehículos Renault.*

*Intake System Measurements and Thermographic Images of a Brake disc in Renault Vehicles.*



Laboratorio de ensayo de componentes de refrigeración.

Refrigeration components test laboratory.

MEGANE, CLIO y KANGOO en sucesivas versiones. Durante los años 2003 y 2004 se ha hecho un especial hincapié en el estudio de los motores Diesel fabricados en Valladolid, centrado en la caracterización del movimiento del aire (swirl) del flujo entrante al motor, el cual tiene una sustancial influencia sobre la calidad del proceso de combustión, el consumo de combustible y los niveles de emisiones.

### 3. DESARROLLO Y OPTIMIZACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN Y BOMBAS DE CALOR

#### I. Modelado y desarrollo de componentes y equipos

Esta línea de trabajo tiene como objetivo primordial la aplicación conjunta de técnicas experimentales y de modelado al desarrollo y optimización de componentes y equipos de refrigeración y bombas de calor. Esta línea incluye estudios de carácter básico y aplicado en compresores de refrigeración, evaporadores y condensadores, y válvulas de expansión.

Así mismo incluye el desarrollo de equipos completos de refrigeración o aire acondicionado. Esta línea de trabajo está fuertemente vinculada y apoyada por la Industria tanto nacional como internacional. Merece la pena destacar el trabajo de desarrollo de máquinas reversibles agua-agua funcionando con propano para CIATESA y el desarrollo de una nueva serie mejorada de compresores herméticos de pistón para DANFOSS-MANEUROP.

### 3. DEVELOPMENT AND OPTIMIZACIÓN OF EQUIPMENTS OF REFRIGERATION AND HEAT PUMPS

#### I. Modeling and development of components and equipments

This line of work has as main objective the joined application of experimental techniques and of modeling to the development and optimization of components and equipments of refrigeration and heat pumps. This line includes basic and applied studies for: refrigeration compressors, evaporators and condensers, and expansion valves. Besides, it includes the development of complete equipments of refrigeration or air conditioning. This line of work is strongly related and leaned for both national and international industries. It is worthwhile to highlight the work of development of reversible machines water-water functioning with propane for CIATESA and the development of a new improved series of hermetic compressors for DANFOSS-MANEUROP.

#### II. Natural coolants

This is a line of work considers as strategic by IIE, as long as natural coolants can be an excellent alternative for the substitution of the chlorinated coolants, given natural coolants have a potential smaller contribution to the phenomenon of global heating that the new HFC synthetic coolants. IMST group possesses already a considerable experience in this topic and a certain reconnaissance at international level in the use of hydrocarbons as coolants. As referred in the previous topic, there is cooperation with CIATESA and DANFOSS-MANEUROP in the optimization of equipments based on the use of propane as refrigerant. IIE is participating as leader in a European project, named SHERHPA and specially oriented to European SMEs, in all the matters related with the use of hydrocarbons as coolants.

### 4. BASIC RESEARCH IN HEAT TRANSMISSION AND THERMO-FLUID DYNAMICS.

This line of work includes different R&D activities with major or smaller entity, but all of them fundamentally oriented to the study of basic problems in the field of the heat transmission and thermo-fluid dynamics. It deals with the study of

complex heat transmission problems, like condensation of steam when the concentration of air is very high or natural convection, and also includes the study and development of advanced numerical schemes for high velocity compressible flux and two-phase flux.

This line also addresses work on experimental determination of convection coefficients in the boiling of hydrocarbons in finned channels. This research is developed in a experimental installation specifically dedicated to this problem financed by ASPEN Technologies.

#### 5. MODELING AND DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR COOLING EQUIPMENTS AND AIR CONDITIONING

This line of research is aimed to the development of advanced models for components of refrigeration equipments: compressor, evaporator, condenser, expansion element, etc., and the development of software to assist in their design and to simulate the behavior of equipments in installations of cooling and air conditioning. The IMST group has developed already several codes that are commercially available. Among them the IMST -ART code, that permits the simulation of an unit of refrigeration with the basic components: compressor, condenser and evaporator, as well as the expansion device and the lines of discharge, liquid and suction. The available models permit to consider the majority of design parameters of these elements, providing an excellent tool for the optimization of equipments and the selection of components.

#### 6. MODELING AND DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR ALTERNATIVE INTERNAL COMBUSTION ENGINES

An important activity in the development of software for the calculation and modeling of motors has been developed in this line of research. Its results have been applied to numerous R&D projects in collaboration with the engineering groups of RENAULT FASA and RENAULT FRANCIA. Important German companies, such as MERCEDES, AUDI, VOLSWAGEN and SULZER, are using software developed in this line of activity.



*Inspección por termografía de palas de aerogeneradores*

*Wind generator blade inspection using infrared thermography*

#### II. Refrigerantes naturales

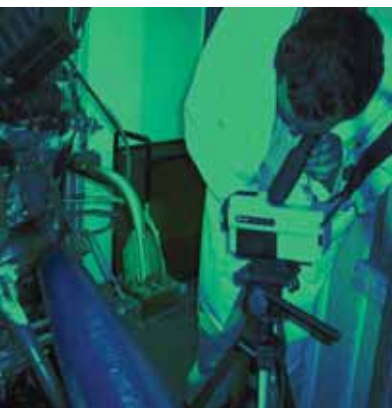
Esta es una línea de trabajo que se considera estratégica en IIE, dado que los refrigerantes naturales pueden ser una alternativa excelente para la sustitución de los refrigerantes clorados al poseer un potencial de contribución al fenómeno de calentamiento global mucho menor que el de los nuevos refrigerantes sintéticos HFC. El grupo posee ya una considerable experiencia en este campo y tiene amplio reconocimiento a nivel internacional. Cabe destacar que el IIE participa como líder en un proyecto Europeo denominado SHERPHA, dirigido a PYMES europeas y relacionado con la utilización de hidrocarburos como refrigerantes.

#### 4. INVESTIGACIÓN BÁSICA EN TRANSMISIÓN DE CALOR Y TERMO-FLUIDODINÁMICA

En esta línea de trabajo se agrupan los trabajos de I+D de mayor o menor entidad que están fundamentalmente dedicados al estudio y solución de problemas básicos en el campo de la transmisión de calor y la termo-fluidodinámica. Como por ejemplo, la determinación experimental de coeficientes de convección en la ebullición de hidrocarburos en canales con aletas. Este trabajo de investigación se realiza en una instalación experimental dedicada específicamente a dicha tarea y se encuentra financiada por la empresa ASPEN Technologies.

#### 5. MODELADO Y DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

Esta línea persigue el desarrollo de modelos avanzados de componentes de los equipos de refrigeración: compresor, evaporador, condensador, dispositivo de expansión, etc., y el desarrollo de software para asistir en el diseño de los mismos y para la simulación de equipos en instalaciones de frío y aire acondicionado. El grupo IMST ha desarrollado ya varios códigos de cálculo que se ofrecen comercialmente en este campo. Entre ellos cabe destacar el código IMST-ART que permite la simulación de



Ensayo termográfico.

*Thermographic test.*



Instalación de ensayo de intercambiadores compactos.

*Compact heat exchanger test facility.*



una unidad de refrigeración con los componentes básicos: compresor, condensador y evaporador, así como el dispositivo de expansión y las líneas de descarga, líquido y succión.

**6. MODELADO Y DESARROLLO DE SOFTWARE PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVOS**  
Hay una gran actividad en el desarrollo de software y en cálculo y modelado de motores, concretada en proyectos de I+D en colaboración con las ingenierías de FASA RENAULT Y RENAULT FRANCIA. Empresas alemanas tan importantes como MERCEDES, AUDI, VOLKSWAGEN, SULZER, utilizan software desarrollado por el grupo.

#### 7. TERMOGRAFÍA INFRARROJA

Durante el periodo que nos ocupa, esta línea de trabajo ha experimentado una fuerte expansión en muy diferentes aspectos. En primer lugar se ha comenzado la impartición de cursos de termografía infrarroja Nivel I, certificados por el ITC (Infrared Training Center). En el periodo 2003-2004 se han impartido cinco ediciones del curso con un total de más de sesenta alumnos. Asimismo, la termografía infrarroja ha sido aplicada dentro de proyectos de I+D desarrollados para Renault España, Gamesa Eólica (Fiberblade) ó MB Irametal.

La colaboración con Gamesa Eólica ha estado centrada en el desarrollo de una rutina de inspección de las palas de los aerogeneradores mediante la aplicación de termografía infrarroja. En el caso de la empresa MB Irametal, el objetivo es el estudio de la calidad de la soldadura realizada mediante resistencia a través de técnicas de diagnóstico basadas también en termografía infrarroja.

#### 7. INFRARED THERMOGRAPHY

This line of work has experienced during this period a strong expansion in very different aspects. In the first place, the establishment of courses on infrared thermography, level I certified by the ITC (Infrared Training Center). In the period 2003-2004, five editions of the course have been imparted with a total attendance of sixty persons. Also, infrared thermography has been applied in the R&D projects developed for Renault España, such as the study of the thermal evolution of different elements, like the turbo com-pressor group or the surface of the disk of brake.

Collaboration in this area with industries such as Gamesa Eólica (Fiberblade) or MB Irametal has been also established.

The collaboration with Gamesa Eólica has being centered in the development of a routine of inspection of the wind generator blades by means of the application of infrared thermography. In the case of MB Irametal, the objective was the quality control of the welding, made by means of resistance, through techniques of diagnosis based also in infrared thermography.



## ÁREA ELÉCTRICA ELECTRICAL AREA

IIE's activities in the ELECTRICAL AREA are divided into two main research lines: New Power Applications and Design of Electric Engineering, both centred on systems of generation, transmission, distribution and management and efficient consumption of electric power.

**1. ANALYSIS AND EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF PARTICIPATION OF DEMAND RESOURCES IN THE ELECTRICITY MARKETS.** Work in this topic has been focussed on the identification of the growing possibilities for participation of the electrical demand in the market. Considering the possibility of consumers demand reduction as well as the modification in their load curve, the potential of purchase and sale contract of energy in the different electric markets as well as the participation through program operated by the aggregators or other intermediaries have been investigated. Two types of studies have been addressed:

a) Analysis of the historical evolution of prices in the markets of deviations, balance, daily, inter-daily and complementary services, to estimate a possible participation on load reduction. A wide catalog of products to facilitate the participation of the demand in the markets has been deduced from these studies, together with an evaluation of the applicability of someone of these products in the case of Spain.

b) Study of the interactive behaviour of the market agents in front of different mechanisms of active participation of electric power demand. This has been addressed in a controlled experimentation laboratory under a dynamic simulated environment of economical and technological conditions interacting in the short and medium term, with similar characteristics to those of the Spanish energymarket. The final objective of these studies is the evaluation of the effectiveness of the inversion signals in resources of demand response.

**2. DESIGN AND IMPLEMENTATION OF FLEXIBLE SYSTEMS FOR ENERGY SUPPLY.**

The developments carried out in this task are aimed to the design and construction of energy

Las actividades en el ÁREA ELÉCTRICA se componen de dos grandes líneas de investigación, Nuevas Aplicaciones de Potencia y Diseño en Ingeniería Eléctrica, ambas centradas en sistemas de generación, transporte, distribución y gestión y consumo eficiente de la energía eléctrica.

**1. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE POSIBILIDADES DE ACTUACIÓN DE LOS RECURSOS DE DEMANDA EN LOS MERCADOS ELÉCTRICOS.**

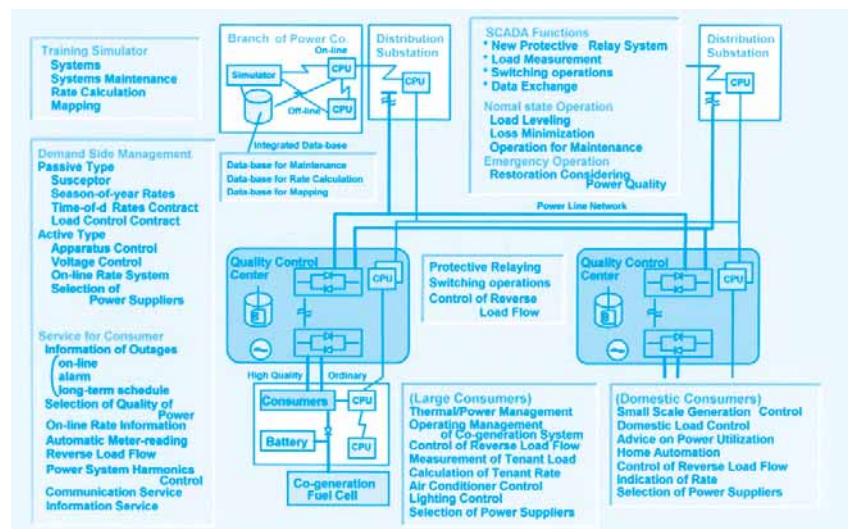
Los trabajos en éste ámbito se han enfocado a identificar las crecientes posibilidades de participación por parte de la demanda eléctrica en el mercado. Considerando las posibilidades de reducciones de demanda, así como modificaciones en la curva de carga de los consumidores, se ha explorado el potencial de compraventa de energía en los diferentes mercados eléctricos así como la participación a través de programas operados por agregadores u otros intermediarios. Se han realizado dos tipos de estudios:

- Por un lado, se ha analizado el comportamiento histórico de precios en los mercados de desvíos, de balance, diario, intradiario y de servicios complementario para poder estimar la posible participación de las reducciones de carga. Como resultado se ha obtenido un amplio catálogo de productos que pueden ser utilizados por la demanda eléctrica en los mercados, así como una evaluación de las posibilidades de algunos de estos productos en el caso del mercado español.

- Por otro lado, se ha estudiado el comportamiento interactivo de agentes de mercado frente a diferentes mecanismos de participación activa de la demanda de energía eléctrica, en un laboratorio de experimentación controlada bajo un ambiente dinámico simulado de condiciones económico-tecnológicas que se conjuguen en el corto y en el mediano plazo y de características similares a las del mercado de producción de energía español. El objetivo de estos trabajos es evaluar la efectividad de las señales de inversión en recursos de respuesta de la demanda.

**2. DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS FLEXIBLES PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA.**

Los desarrollos que se llevan a cabo en esta área están orientados a diseñar y construir sistemas de suministro de energía que permitan la integración eficiente de todos los recursos energéticos distribuidos.



Sobre estas líneas: Concepto de FRIENDS.

En la página derecha: Simulación de la distribución de tipo de vegetación en la orografía valenciana.

Above: FRIENDS conceptual approach.

Next page: Simulated distribution of the different types of vegetation in the Comunidad Valenciana.

Los trabajos dentro de esta área se realizan en el marco de un grupo internacional de investigadores (grupo FRIENDS: Flexible, Reliable and Intelligent Energy Delivery Systems) que cuenta con participantes en EEUU, Europa (España y Finlandia), Japón y Corea.

### 3. GESTIÓN DE RIESGOS EN MERCADOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El estudio de la gestión de riesgos en mercados de energía eléctrica representa un campo novedoso y de gran actualidad. Los participantes en el mercado deben disponer de mecanismos para protegerse de la volatilidad de los precios. Algunas herramientas de cobertura de riesgos, muy utilizadas en otros mercados, como es el caso de los mercados financieros, son los productos derivados (opciones, futuros, etc.).

Los trabajos realizados investigan modelos de precios y de análisis y valoración de derivados de energía eléctrica para gestionar el riesgo de los agentes cuando participan en el mercado de energía.

### 4. IMPACTO EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LOS GENERADORES EÓLICOS.

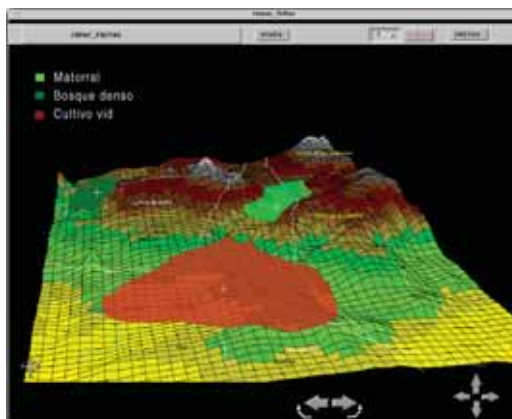
Las actividades de esta área tienen como objetivo fundamental la evaluación del impacto de generadores eólicos tanto en sistemas interconectados como en sistemas aislados. En este ámbito se han desarrollado dos diferentes aspectos: por un lado se ha analizado el impacto en las formas de onda de tensión y corriente en las redes de distribución mediante flujo de cargas armónico. La metodología desarrollada ha sido incorporada a un programa del Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática de la UPV que analiza el impacto general de los generadores eólicos en la red. Por otro lado, los estudios se han centrado en la comprobación de la estabilidad en sistemas aislados debido a la operación de generadores eólicos. En este aspecto cabe destacar el análisis realizado para un sistema en Vietnam solicitado por la firma G.O.C.

### 5. LA SEGURIDAD DE ABASTECIMIENTO DE ELECTRICIDAD EN MERCADOS LIBERALIZADOS

Esta investigación tiene como objetivo identificar señales económicas viables que logren incentivar inversiones eficientes en la capacidad de generación, a fin de asegurar el abastecimiento de electricidad en el largo plazo en mercados liberalizados. Los estudios realizados se encaminan al desarrollo de una herramienta informática de experimentación, basada en simulación dinámica, para la creación de escenarios deseables y viables de la seguridad de abastecimiento de electricidad en el largo plazo, y así poder establecer de manera anticipada, y a bajo coste, la efectividad de las señales que hagan viables tales escenarios

### 6. IMPACTO AMBIENTAL DE LAS LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN.

Los trabajos realizados en esta actividad se han abordado como parte de la prestación de soporte técnico a la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana para el desarrollo de un nuevo reglamento para la prevención de incendios forestales ocasionados por líneas eléctricas.



supply systems that facilitate an efficient integration of all the distributed energy resources

This activity is developed in the frame of an international collaboration effort (FRIENDS: Flexible, Reliable and Intelligent Energy Delivery Systems) with participants from USA, Europe (Spain and Finland), Japan and South Korea.

### 3. RISK MANAGEMENT IN ELECTRICITY MARKETS

Management of risks in the electricity markets represents a novel field with growing importance. Participants in the market require mechanisms to protect them in front of price instabilities. Some tools for risk coverage, currently used in other markets, such as the financial ones, are the financial by-products (options, future, etc.). Studies are in progress to deduce models for prices and for analysis and valorization of electricity by-products to manage the risk of the agents when taking part in the energy market.

### 4. IMPACT FROM WIND GENERATORS ON THE ELECTRICAL SYSTEM.

The activities of this area have as fundamental objective the evaluation of the impact of wind generators both in connected and isolated systems. So, two different aspects have been studied.

a) Impact on the voltage and current intensity waveforms in the distribution network by using a harmonic load flux technique. The developed methodology has been incorporated into a computer code of the UPV Department for System Engineering and Automatics that analyzes the general impact of the wind generators in the network.

b) Verification of the stability in isolated systems due to the operation of wind generators. Results have been applied to the specific case of a system of the company G.O.C. to be installed in Vietnam.

### 5. SECURITY OF ELECTRICITY SUPPLY IN LIBERALIZED MARKETS

This research line is oriented to the identification of viable economic signals that animate efficient inversions in the generation sector in order to

guarantee in the long term the supply of electricity in liberalized markets. These studies should provide a software tool, based on dynamic simulation, for the creation of desirable and viable scenarios for the security of electricity supply in the long term, so it can be possible to establish in an anticipated and low cost way the effectiveness of the signals that it makes viable those scenarios.

#### 6. ENVIRONMENTAL IMPACT OF AERIAL MEDIUM VOLTAGE TRANSMISSION LINES

This activity is part of the service of technical support to the Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana for the development of a new regulation for the prevention of forestal fires due to electrical faults.

Work included the realization of experiments in the laboratory and in an electric substation to analyze the physical behaviour of the more common vegetable species in the Mediterranean zone when suffering a contact with or a fall of the conductor to the terrain. The collected physical and electric data collections have been analyzed and the obtained results used to propose a series of recommendations for the new regulation normative.

#### 7. ELECTRICITY DEMAND SEGMENTATION

The goal of this project is to generate a segmentation of the energy consumers in the entire European Union. This segmentation is based on an energy consumption viewpoint, but taking also into account the activities developed by the consumers. The methodologies traditionally used so far by the companies in the sector or by statistics institutes have been analyzed. These segmentations, exclusively based on economical activities, are not well fitted for this energy analysis. In this sense the activities in this work are oriented to a more detailed split than the traditional segmentations trying to reflect the different energy necessities of each segment. In conclusion, a novel segmentation has been produced that it considers the activities of the consumer and its energy final uses.



*Ensayo de contacto conductor eléctrico -vegetación.*

*Experiment on condition for firing in the contact between electrical conductor and vegetation.*

Los trabajos se basan en la realización de experimentos, tanto en el laboratorio de potencia como en una subestación, para analizar el comportamiento físico de las especies vegetales más comunes en la zona mediterránea a un contacto o una caída del conductor al terreno. Los datos físicos y eléctricos recogidos se han analizado y utilizado para proponer una serie de recomendaciones al reglamento.

#### 7. SEGMENTACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

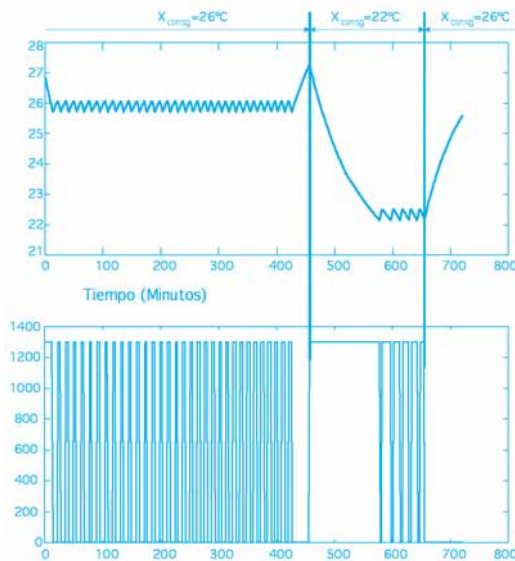
Los trabajos se han enfocado a producir una segmentación de los consumidores de energía de toda Europa desde el punto de vista energético, pero sin olvidar las actividades que desarrollan los consumidores. Se han analizado las metodologías tradicionalmente utilizadas tanto por compañías del sector como por instituciones estadísticas. Estas segmentaciones estaban basadas exclusivamente en actividades económicas por lo que no son adecuadas para objetivos de integración y potenciación de los recursos energéticos. En este sentido las actividades de esta área han pretendido atomizar las segmentaciones tradicionales para conseguir reflejar las diferentes necesidades

energéticas de cada segmento. Como resultado de estos trabajos se ha obtenido una segmentación novedosa que tiene en cuenta tanto las actividades como los usos finales que el consumidor da a la energía.

#### 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LOS CONSUMIDORES

El objetivo fundamental de esta línea de investigación es analizar las posibilidades reales de recursos energéticos distribuidos en el consumidor individual. Los trabajos se centran en la caracterización energética de los consumidores según sus procesos y la flexibilidad de estos, así como su evaluación económica. Los trabajos incluyen la evaluación de las características, tanto energéticas como de actividad económica, desde el punto de vista de la posibilidad de implantación de recursos distribuidos y la creación de ofertas de demanda. Como parte de esta evaluación se han desarrollado modelos que simulan el comportamiento energético de los procesos existentes en los consumidores.

Estos estudios han supuesto el desarrollo de una metodología para establecer categorías de consumidores según su potencial para instalar recursos energéticos distribuidos o modificaciones de la carga. Dentro de esta actividad también se han analizado las posibilidades de instalación de un equipo de generación distribuida en la UPV.



*Dinámica de la carga y la temperatura interna durante un control de Aire Acondicionado*

*Load dynamics and internal temperature during air conditioning control*

#### 9. AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINAS, INSTALACIONES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS.

Los trabajos de esta área están enfocados a la aplicación de los sistemas de automatización y redes de comunicación industriales, a la optimización del funcionamiento de las instalaciones y equipos eléctricos, desde el punto de vista de la mejora de su rendimiento energético; optimización del mantenimiento, unificación de la manejabilidad de máquinas diferentes que realizan la misma función, etc. Además, la posibilidad de la conexión de los autómatas con ordenadores, bien directamente o por medio de Internet, permite la utilización de una gran cantidad de información del proceso de fabricación en los programas de control de la producción, control de calidad pieza a pieza, realización de estadísticas, etc.

#### 8. ANALYSIS AND EVALUATION OF THE CONSUMER POTENTIAL FOR DISTRIBUTED RESOURCES

The fundamental objective of this line of investigation is the evaluation of the application of distributed energy resources for a individual consumer. Work is centred in the energy characterization of the consumers according to his processes and the flexibility of these as well as their economic evaluation. This requires the evaluation of the energy demand and the economical activity characteristics of the customer, from the viewpoint of the possibility of implantation of resources distributed and the creation of demand offers. As part of this evaluation, it was necessary to develop models that simulate the energy behaviour of the existent processes in the consumers.

These studies have provided the development of a methodology to establish categories of consumers according to their potential to install distributed energy resources or modifications of the load. The installation of an equipment of distributed generation in the UPV campus has been also considered into this project.

#### 9. AUTOMATIZATION OF MACHINES, ELECTRICAL INSTALLATIONS AND EQUIPMENTS

Activities in this area were focused to the application of automatic systems and industrial communication networks to the optimization of electrical installations and equipments operation, from the point of view of improvement on energy performance; maintenance, normalization of different machines carrying out the same function, etc. Moreover, the possibility of the connection of the automatons with computers, well directly or by means of Internet, permits the use of large quantity of information of the manufacturing process in the programs of production control, piece by piece quality control, statistics, etc.

#### 10. PREDICTIVE MAINTENANCE OF ELECTRIC INSTALLATIONS AND EQUIPMENTS

This line of investigation tries, by application of new advanced numerical techniques, to analyze

signals obtained in transitory processes of electric devices, (start and stop processes, fundamentally), for application to predictive maintenance of those equipments. Signals to be processed can be electrical (voltage and intensities) or mechanical (vibrations) and the type of devices: motors, generators, transformers, etc. Special attention is being given to wind generators.

#### 11. IMPROVEMENT OF THE QUALITY OF THE EXPLOITATION OF ELECTRICAL INSTALLATIONS

This line of research looks after the improvement of efficiency in the use of the electric power in industrial processes and in the tertiary sector by means of an optimized design of the electric installation and the application of new electrical technologies and new control and automatization techniques. A related subject under consideration is the quality of the electric power in the installations, especially in relation to their impact and the generation of harmonics of tension and current.

#### 12. ADVANCED DESIGN OF ELECTRICAL MACHINES AND EQUIPMENTS

The objective of this line is the use of numerical techniques (fundamentally finite elements method) for the design and optimization of electric machines and other equipments. Three PhD thesis and several technological projects have been completed in this line.

#### 10. MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS.

Esta línea de investigación pretende analizar mediante técnicas numéricas modernas señales obtenidas en procesos transitorios de los dispositivos eléctricos (arranques y paradas, fundamentalmente) para su aplicación al mantenimiento predictivo de dichos equipos. Las señales obtenidas pueden ser eléctricas (tensiones y corrientes) o mecánicas (vibraciones). La técnica puede aplicarse a motores, generadores, transformadores, etc. y es especialmente indicada para generadores eólicos.

#### 11. MEJORA EN LA CALIDAD DE LA EXPLOTACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Se orientan estos trabajos a la mejora de la eficiencia en la utilización de la energía eléctrica en procesos industriales y en el sector terciario, mediante el diseño optimizado de la instalación eléctrica y la aplicación de nuevas electrotecnologías y técnicas de control y automatización. También se estudian los temas relacionados con la calidad de la energía eléctrica en las instalaciones, especialmente en lo relativo a la repercusión y generación de armónicos de tensión y corriente.



#### 12. DISEÑO AVANZADO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS.

El objetivo de esta línea es la utilización de técnicas numéricas (fundamentalmente el Método de Elementos Finitos) para el diseño y optimización de máquinas y aparatos eléctricos. En este campo se han realizado tres tesis doctorales y varios proyectos de desarrollo tecnológico.

## ÁREA NUCLEAR NUCLEAR AREA

Las actividades en el Área Nuclear han estado centradas en la realización de estudios de termohidráulica y seguridad de centrales de distintos tipos y han sido abordadas por el Grupo de Termohidráulica e Ingeniería Nuclear (TIN).

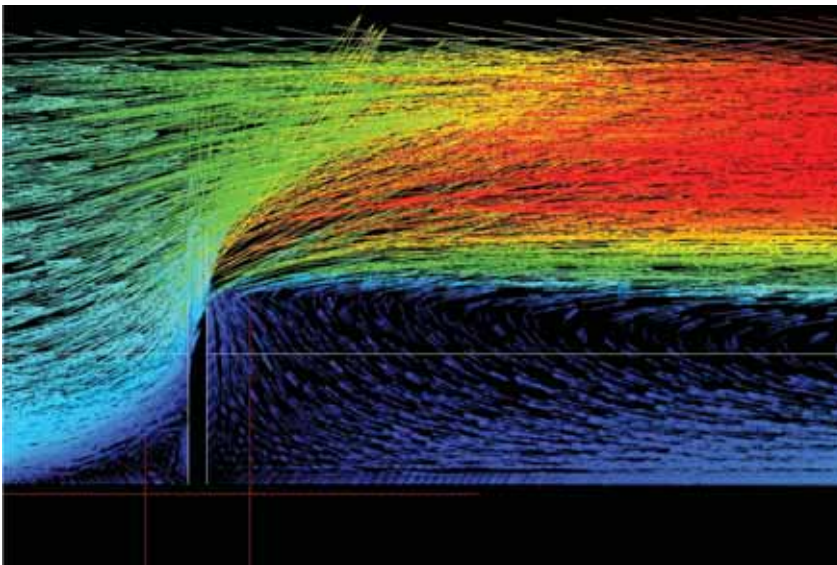
### 1. TERMOHIDRÁULICA DE REACTORES NUCLEARES

En esta línea de investigación se realizan simulaciones termohidráulicas de accidentes y transitorios en centrales nucleares convencionales y en los nuevos diseños de centrales intrínsecamente seguras o de seguridad pasiva utilizando los códigos TRAC-P, TRAC-M, RELAP5, TRAC-BF1. Se ha participado en proyectos para la Comunidad Económica Europea (CEE), IBERDROLA, Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), DTN, CIEMAT, WESTINGHOUSE, etc. Actualmente se investiga en:

1. Accidentes de tipo LOCA en PWR, con inyección de Boro, y estudio de los efectos de dilución de Boro cuando tiene lugar el establecimiento de un régimen de reflujo de condensado seguido de un régimen de circulación natural. Se participa en dos proyectos internacionales dentro de esta línea que son los proyectos SETH y CAMP.
2. Estudio de la promediación de magnitudes termohidráulicas en núcleos mixtos. Se realiza actualmente un estudio para el Consejo de Seguridad Nuclear sobre este tema. El objetivo es determinar como se promedian las magnitudes termohidráulicas de diferentes tipos de combustible, y el efecto en los resultados de promediar las magnitudes correspondientes a distintos tipos de combustible.

### 2. ESTABILIDAD EN REACTORES NUCLEARES

En esta línea de investigación se abordan estudios de la estabilidad del reactor de tres formas diferentes.



Detalle del contorno de velocidades

Velocity contour detail.

Activities in the NUCLEAR AREA focus on the realization of thermo-hydraulic studies and safety analysis for the different types of nuclear power plants. The studies are lead by the *Termohidráulica e Ingeniería Nuclear (TIN)* group.

### 1. NUCLEAR REACTORS THERMOHYDRAULICS

Termohydraulic simulation of accidents and transients phenomena in conventional nuclear plants and for the new designs of intrinsically safe power plants has been completed using the TRAC-P, TRAC-M, RELAP5, TRAC-BF1 codes, by participating in projects of the European Commission (EC), IBERDROLA, Spanish Nuclear Regulatory Commission (CSN), DTN, CIEMAT, WESTINGHOUSE, etc. Currently, investigations are in progress in these specific topics:

1. LOCA accidents in PWRs, with injection of Boron, and study of the effects of Boron dilution when taking place the establishment of an out-flux of condensed vapor followed by natural circulation. IIE participates in two international projects in this line: SETH and CAMP.
2. Study of averaging techniques for thermohydraulics magnitudes in mixed nucleus, project for the Spanish Nuclear Regulatory Commission. The main goal is to determine how to average thermohydraulics magnitudes of different types of nuclear fuels, and the effect in the results of averaging the corresponding magnitudes for different types of combustible.

### 2. NUCLEAR REACTORS STABILITY

Reactor stability studies are considered in this line of investigation under three different approaches:

A form is using computer codes, such as LAPURS and PAPU (both licensed by the Nuclear Security Council of Spain), to simulate the behavior of the reactor core. These programs have been developed, partial or totally, for the members of this group of investigation, and are being used by the nuclear industry (IBERDROLA). With these tools it is possible to simulate the reactor both for real and fictitious conditions. A second approach is based on the calculation of the

dumping ratio -DR- from neutron detector signals of the plant by using autoregressive methods. This technique allows for a complete, a posteriori, knowledge of the plant. Finally, the third form is by use of the DWOS code (developed for the this IIE group) that permits the non linear analysis of the nuclear reactor behavior. These tools have been used in the European project NACUSP, "Natural Circulation Stability Performance of BWR". Stability of the Cofrentes and Leibstadt nuclear power plants has been studied in this project. The obtained results with the code LAPUR5.2 reproduce the conditions of stability in both power plants and, moreover, when comparing them with those obtained by the other partners, it can be verified that they were the best ones in matching the experimental values.

Also in this line, to highlight the work that is being developing for the IBERDROLA group, in the project DROP. This project consists in the development of an on-line predictor for the stability of the Cofrentes power plant. The central element of this predictor will be an improved version of the LAPUR code. The improvements implemented in the code are the simulation of fuel elements in the variable area and a one-dimensional kinetic.

### 3. COMPUTACIONAL FLUID DYNAMICS

Simulations of the conduct of single-phase and multiphase fluids inside complex structures are addressed in this line of activity by using for it, fundamentally, the commercial code CFX. During this period two works should be highlighted out: the first one considered the thermal stratification in the swimming pool for the spent elements of the Cofrentes nuclear plant, for different distributions of elements in the pool. The second study has modeled the pressure drop that is produced in a caudalimeter of plates for different rugosity values in the pipes. The reason of this investigation is that the caudalimeters of plates are calibrated with clean pipes. But, as they accumulate time of operation, the calibration is not valid anymore. The study has been carried out for the

Una forma es utilizando programas informáticos que simulan el comportamiento del núcleo del reactor, como son el LAPUR5 y PAPU (ambos licenciados por el Consejo de Seguridad Nuclear de España). Estos programas han sido desarrollados, parcial o totalmente, por los miembros de este grupo de investigación, y están siendo utilizados por la industria nuclear (IBERDROLA). Con estas herramientas se puede simular el comportamiento del reactor tanto en situaciones reales como ficticias. Una segunda aproximación es mediante el cálculo de la razón de amortiguamiento -DR- a partir de señales neutrónicas de planta utilizando métodos autorregresivos. Con esta técnica se puede conocer la situación real de la planta (a posteriori). Finalmente, la tercera vía es la utilización del código DWOS (desarrollado por el propio grupo) que permite el análisis no lineal del comportamiento del reactor nuclear.

Estas herramientas se han utilizado en el proyecto europeo NACUSP, "Natural Circulation and Stability Performance of BWR". En este proyecto se ha analizado la estabilidad de las centrales de Cofrentes y Leibstadt. Los resultados obtenidos con el código LAPUR5.2 reproducen las condiciones de estabilidad en ambas centrales y, además, al compararlos con los obtenidos por los restantes participantes pudo comprobarse que eran los que mejor se ajustaban a los valores reales. Dentro de esta línea destaca el trabajo que se está desarrollando para el grupo IBERDROLA, dentro del proyecto DROP. Este proyecto consiste en el desarrollo de un predictor "on-line" de estabilidad para la Central Nuclear de Cofrentes. El corazón de este predictor va a ser una versión mejorada del código LAPUR. Las mejoras que se han implementado al código han sido la simulación de elementos combustibles del área variable y la cinética unidimensional.

### 3. DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL

En esta línea se efectúan simulaciones del comportamiento de fluidos monofásicos y multifásicos en el interior de estructuras complejas utilizando para ello, fundamentalmente, el código comercial CFX. Durante el periodo que recoge esta memoria se puede destacar dos trabajos realizados. El primer trabajo ha consistido en el estudio de la estratificación térmica de la piscina de elementos gastados de la Central Nuclear de Cofrentes, para diferentes distribuciones de elementos en la piscina. En el segundo se ha modelizado la caída de presión que se produce en un caudalímetro de placas y se ha estudiado como varía dicha caída de presión al considerar diversas rugosidades en la tubería. La razón de esta investigación es que los caudalímetros de placas se calibran para tuberías limpias. Con el paso del tiempo las tuberías se vuelven rugosas, debido a la corrosión y a la deposición, y los valores de calibración de la placa ya no son correctos. El estudio se ha realizado para la Central Nuclear de Cofrentes y se ha obtenido el factor corrector que hay que aplicar a los valores medidos por la placa, en función de la rugosidad, para obtener los valores reales.

### 4. CÁLCULO Y MEDIDA DE LA CRITICIDAD

Dentro de esta línea de investigación se determina la constante de multiplicación de sistemas nucleares utilizando códigos de Montecarlo. Se utilizan los códigos MCNP y el sistema SCALE para la determinación de la constante de multiplicación en sistemas nucleares como piscinas de almacenamiento de combustible nuevo y gastado, conjuntos subcríticos guiados por acelerador, etc. Actualmente se trabaja en la determinación de la subcriticidad en sistemas ADS, es decir, sistemas subcríticos mantenidos por acelerador, que se van a utilizar para la incineración de residuos radiactivos de vida larga. Se participa en el proyecto TRADE, proyecto integrado presentado al 6º Programa Marco de la Comunidad Europea en la convocatoria de Marzo de 2004, cuyo objetivo es diseñar y construir un sistema guiado por acelerador de pequeña potencia. Se han efectuado cálculos de criticidad para la empresa IBERDROLA.

## 5. ANÁLISIS DE LICENCIA Y CONSECUENCIAS RADIOLÓGICAS

Se dispone de la capacidad de prestar soporte en licenciamiento de recargas de combustible en temas relacionados con análisis de LOCAs, ATWs, etc. Se dispone también de capacidad y programas de cálculo para efectuar el análisis de consecuencias radiológicas en accidentes de diseño base y accidentes severos tanto para LOCAs como para SGTR, se utiliza la guía NUREG-1465 y la normativa EUR. En esta línea de investigación se está realizando, para el Consejo de Seguridad Nuclear, un estudio de la metodología CSAU para evaluar su aplicabilidad, utilizando códigos Best Estimate, en actividades de licenciamiento. La metodología CSAU consiste básicamente en cuantificar la capacidad de un código específico en la simulación de un determinado escenario en una planta concreta. Esta metodología consta de tres etapas y se está finalizando la primera de ellas, que consiste en la evaluación de todos los fenómenos que se producen en el escenario analizado y la posterior clasificación de dichos fenómenos según su importancia (PIRT). Las dos siguientes etapas van a consistir, básicamente, en comprobar que el código es capaz de reproducir los fenómenos más relevantes y, por último, en obtener la incertidumbre en los resultados de la simulación informática.

## 6. ANÁLISIS DE REACTORES DE SEGURIDAD PASIVA

Se dispone de experiencia y capacidad para el análisis de consecuencias de accidentes en reactores de seguridad pasiva. Asimismo se dispone de la capacidad y herramientas de cálculo para el diseño de condensadores de seguridad pasiva tanto de tubos con aletas como de tubos verticales. Se participa en el proyecto coordinado de investigación de la OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), sobre sistemas pasivos que utilizan la circulación natural. Es un proyecto a 3 años en el que participan los principales laboratorios del mundo (Estados Unidos, Japón, Europa, Rusia e India).

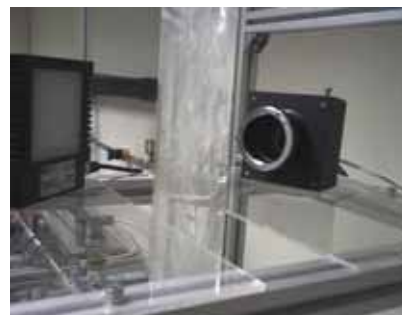
## 7. TERMOHIDRÁULICA EXPERIMENTAL

Dentro de esta línea destaca la modernización y mejora de la instalación termohidráulica PUMA, utilizada para realizar análisis de fluidos multifásicos (esta instalación ha sido parcialmente financiada por el Programa de Incentivo a la Investigación de la UPV). La instalación consta de un lazo de agua con dos bombas en paralelo capaces de suministrar distintos caudales a una sección transparente donde se realizan los ensayos, al mismo tiempo la instalación dispone de un circuito capaz de inyectar burbujas de aire de distintos tamaños y con distintos caudales de aire. PUMA está instru-



*Imagen tomada en el canal de ensayos de la instalación PUMA.*

*Image in the PUMA experimental channel.*



*Cámara de alta velocidad y fuente de luz estroboscópica.*

*High speed camera and stroboscopic light source.*

Cofrentes power plant and correcting factors have been deduced to apply to the measured values for the plate, in function of the rugosity, to obtain the real values.

## 4. CRITICALITY CALCULATION AND MEASUREMENTS

In this line of investigation Monte Carlo techniques are applied to the determination of the multiplication factor for nuclear systems by using the MCNP codes and the SCALE system for the determination of the constant of multiplication in nuclear systems, such as new and burned fuel storages in water pools. At present, work is centered in the determination of subcritical level in ADS, accelerator driven subcritical systems, oriented to the transmutation of long lived nuclear wastes. There is a participation in the TRADE project, an integrated project of the 6th RTD Framework Programme of the European Union, whose objective is the design and construction of a small power ADS. Criticality calculations have been also carried out for IBERDROLA.

## 5. LICENSING AND RADIOLOGICAL EFFECTS ANALYSIS

IIE has the expertise to provide support for the licensing of nuclear fuel reload in topics such as LOCAs, ATWs, etc. There are also experience and codes to carry out the analysis of radiological consequences in base design accidents and severe accidents, both for LOCAs and SGTR. The NUREG guide-1465 and the EUR normative are followed in all these analysis. Also, in this line of investigation there is in progress a study of the CSAU methodology to evaluate its applicability, using Best Estimate codes, in licensing activities. This study is made for the Spanish Nuclear Regulatory Commission. The CSAU methodology basically consists in the evaluation of the capacity of a specific code in the simulation of a certain scenario for a specific plant. This methodology has three stages, with the first one, that consists in the evaluation of all the phenomena that appear in the analyzed scenario and their classification according to their importance (PIRT),



have been almost completed. The two following stages will check if the code is capable to reproduce the most outstanding phenomena and, finally, in obtaining the uncertainty in the results of the computer simulation.

#### 6. PASSIVE SAFETY REACTOR ANALYSIS

There is experience and infrastructure for the analysis of the consequences of accidents in passive safety reactors and for the design of condensers of passive safety, either with finned tubes or with vertical tubes. The group participates in an AEIA coordinated research project on passive systems that use natural circulation. It is a 3 years project with participation from the main laboratories in this topic around the World (United States, Japan, Europe, Russia and India).

#### 7. EXPERIMENTAL THERMOHYDRAULICS

During this period, there was a big effort in the modernization and improvement of the PUMA installation, used to carry out analysis of multi-phase fluids. The installation consists of a water loop with two pumps in parallel capable of supply different fluxes through a transparent section in which trials are carried, using simultaneously a circuit capable of inject air bubbles with different sizes and fluxes. PUMA is diagnosed by means of water and air fluxmeters, pressure and temperature sensors and a conductivity measurement probe. To measure the distribution of the size of bubbles in the two-phase flux a complete image acquisition system, composed by a high speed camera and a stroboscopic light source, is used. The systems of data acquisition and imaging are fully synchronized, so that the execution of a trial can be controlled from a computer.

The PUMA installation has been also used to characterize the pressure drop in a standard cooling pump of the Cofrentes nuclear power plant. A dedicated test system was assembled with the required thermohydraulic measuring equipment and the pressure drop was determined for a set of fluxes and temperature values. The motivation for this characterization is the necessity to know in detail this pressure fall

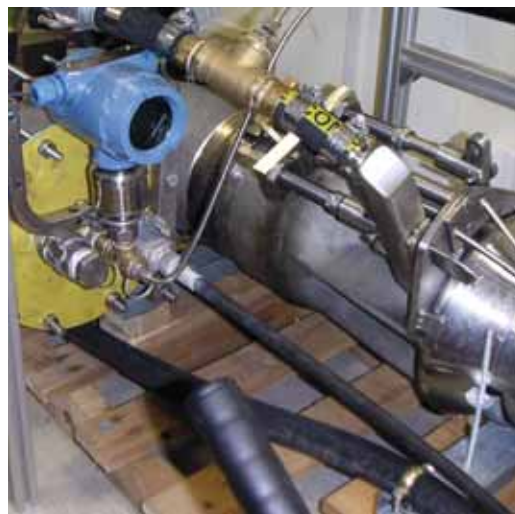
mentalizada con caudalímetros de agua y aire, sensores de presión y temperatura y sondas de medida de conductividad. Para la medida de la distribución del tamaño de burbujas en el flujo bifásico se emplea un completo sistema de adquisición de imagen, formado por una cámara de alta velocidad y una fuente de luz estroboscópica. Los sistemas de adquisición de datos e imagen están sincronizados de manera que la ejecución de un ensayo es controlada desde un ordenador.

También a reseñar que se ha realizado, para la Central Nuclear de Cofrentes, medidas de caída de presión en una bomba de chorro. Para ello se ha montado un banco de ensayos de equipamiento termohidráulico y se ha obtenido la caída de presión en dicha bomba, para diferentes caudales y



*Disposición del caudalímetro de placa y su sensor de presión diferencial DP (1).*

*Fluxmeter and its differential pressure probe assembled in the test.*



*Instalación de la bomba de chorro para el ensayo en el Instituto de Ingeniería Energética de la Universidad Politécnica de Valencia.*

*Cofrentes cooling pump installed for testing at IIE.*

temperaturas. En la próxima recarga se va a proceder a la limpieza de estas bombas dentro de la vasija y es necesario conocer la caída de presión que se va a producir para poder limpiarlas de forma eficaz y segura.

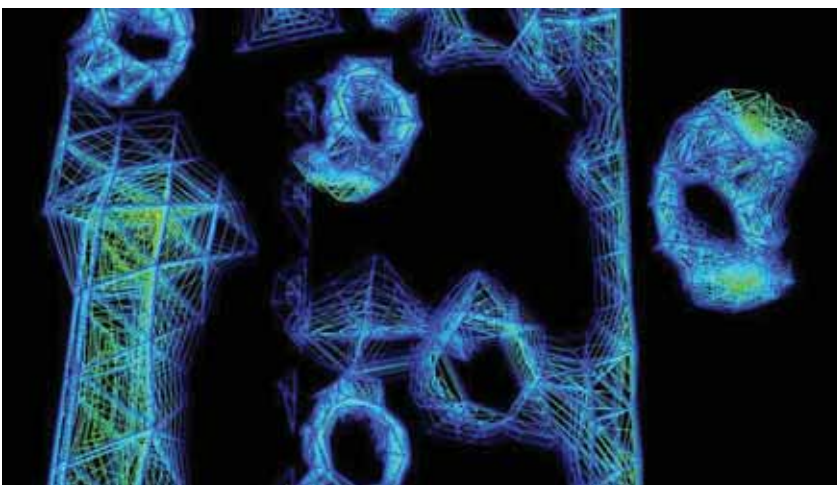
#### 8. GENERACIÓN DE HIDRÓGENO EN CENTRALES NUCLEARES

Se están desarrollando modelos de producción de hidrógeno en centrales nucleares. Para ello, se ha realizado un análisis en profundidad de las diferentes configuraciones que propone Generation IV, para realizar la elección del más idóneo para estos fines, en base a la seguridad, criterios económicos, disponibilidad de diseños y otros (planes estratégicos futuros, factor político, etc.).

La configuración seleccionada es el Referente Concept de los reactores Pebble Bed, refrigerado por gas helio. Se trata de concepto en que el balance de planta se puede modularizar en pequeñas unidades modulares. Debido a la existencia de un intercambiador intermedio helio-helio (IHX), este sistema se puede utilizar para aplicaciones diversas de calor de proceso, como por ejemplo: producción de hidrógeno y desalinización. Sus condiciones de operación, es decir, la elevada temperatura de salida del gas permite su empleo para la producción de hidrógeno, tanto con procesos termoquímicos como con electrólisis de alta temperatura. Se han realizado los estudios correspondientes al modelado del proceso I-S y a la caracterización del funcionamiento sistema ante variaciones de: caudal de helio en el intercambiador He-H<sub>2</sub>O; temperatura de entrada al proceso, y variación de la temperatura de salida de proceso del I-S.

Por otra parte se está considerando el empleo de electrolizadores de alta temperatura que no requieren temperaturas tan elevadas a la salida del reactor con las consiguientes ventajas operacionales. Para ello se está modelando electrolizadores de alta temperatura HTSE, en base a modelos desarrollados de pila de combustible de óxido sólido (SOFC).

Finalmente, se está analizando datos de producción eléctrica y datos de operación de centrales nucleares españolas en colaboración con el Foro Nuclear para estimar la posibilidad de su utilización en la producción de Hidrógeno mediante electrólisis de baja temperatura y reformado de metano.



before to proceed to clean, in a safe and efficient way, these pumps during the next shutdown for fuel reloading of the central.

#### 8. HYDROGEN GENERATION IN NUCLEAR POWER PLANTS

Development of models for hydrogen production in nuclear plants is in progress at IIE. To this goal, a depth analysis of the different configurations that proposes Generation IV has been carried out to select the most adequate one, on the basis of security, economics, design availability and others (future strategic plans, socio-political aspects, etc.) for this purpose. The selected configuration is the reference concept of a Pebble Bed reactor, cooled by helium gas. This concept can be assembled in a modular way through small units. Due to the existence of an intermediate heat exchanger helium to helium (IHX), this system can be use for diverse applications of processed heat, such as: production of hydrogen and desalination. The operation conditions, with a high He output temperature permits its application to the production of hydrogen, so much with thermochemical processes as with high temperature electrolysis. Studies have been carried to model the I-S thermochemical process and to characterize the system behavior in the presence of variations of different parameters, such as: He flux in exchanger and input and output temperatures of I-S process.

Besides, there have been also studies on the utilization of high-temperature electrolyzers (HTSE) that do not require so high temperature from the reactor output with the corresponding relief on operational conditions. HTSE are been modeled using previous developed models for solid oxide fuel cells (SOFC).

Finally, also in this line there are analysis on progress, using data on electricity production from nuclear plants and on the operation of these plants, with the collaboration of the Spanish Foro Nuclear, to estimate the of their use in the production of hydrogen by means of low temperature electrolyzers and methane reforming.

## ÁREA DE RENOVABLES Y SISTEMAS AVANZADOS RENEWABLE AND ADVANCED SYSTEMS AREA

Activities in this area aim to conduct studies in renewable energy systems and in energy efficiency, as well as their integration in a multidisciplinary activity in advanced energy systems that involve all the research groups of the Institute.

### 1. BIOMASS GASIFICATION

Studies are in progress on the viability of the use of different types of residual biomass of the Mediterranean area to produce energy by means of advanced gasification and cogeneration technologies (fuel cells and internal combustion engines). They involve the quantization, characterization and analysis of dispersion and seasonality of different types of biomass of agricultural, food and industrial origin. This analysis enables the identification of possible locations for the installation of distributed energy generation plants based on this renewable source and to address its viability study.

Technical and economical evaluation of these applications will be based on data from gasification plants where different types of biomass have been tested and on simulation tools modeling molten carbonate fuel cell behavior when using the obtained gases from the biomass. These evaluations are carried out in collaboration with the University of Genoa and the companies EQTEC Iberia S.L and Energía Natural de Mora, S.L. First studies in 2004 have been concentrated in the almond hull and the remainders of oil mill. Studies also include estimation of CO<sub>2</sub> emission reduction by application of this technique. An intense labor in the area of the computational modeling of biomass thermochemical transformations, especially of the gasification process, has been developed. The circulating fluidized bed gasifier of CIEMAT, located at its CEDER Center in Soria, has been used as reference configuration for these studies.

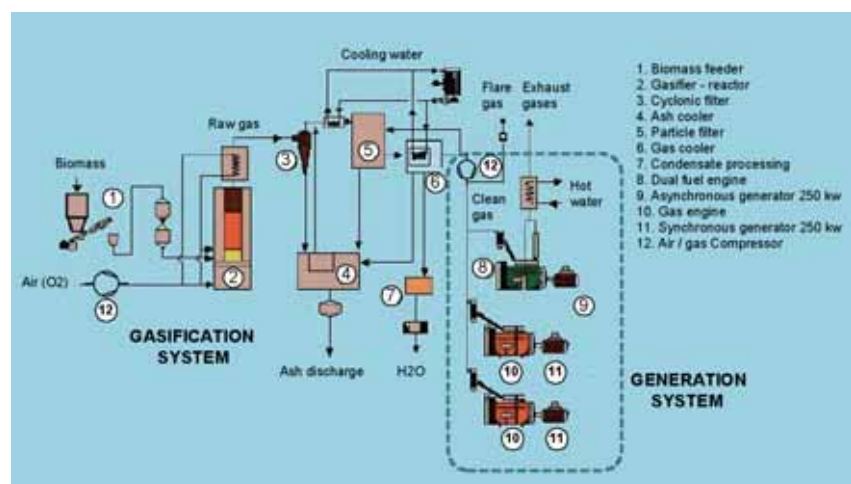
The complexity of the phenomena (turbulence, multiphase flux, etc.) present in this type of thermo-fluid dynamical systems is so high that the mathematical models do not reproduce exactly them, so there is a need to combine these computational models with experimental results, by

Las actividades en el esta área han estado centradas en la realización de estudios de sistemas de energías renovables y de eficiencia energética, así como su integración en una actividad multidisciplinar que integre a todos los grupos del Instituto.

### 1. BIOMASA

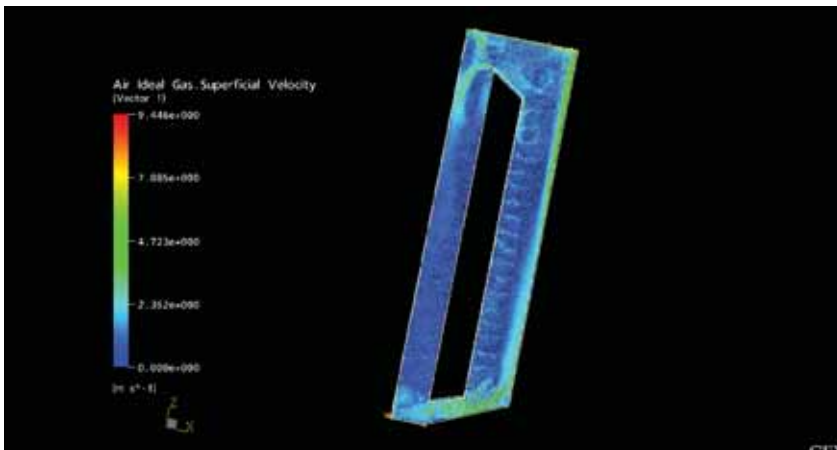
Se está estudiando el aprovechamiento energético de diferentes tipos de biomasa residual del área mediterránea mediante gasificación y tecnologías avanzadas de cogeneración (pilas de combustible y motores de combustión interna). Estos análisis identifican posibles emplazamientos de instalaciones y su viabilidad. La evaluación se realiza mediante datos obtenidos en plantas de gasificación en las que se prueban diferentes tipos de biomasa, y herramientas de simulación que modelan el comportamiento de pilas de combustible al utilizar los gases combustibles obtenidos. Estas evaluaciones se realizan en colaboración con el Dpto. de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Génova y las empresas EQTEC Iberia S.L y Energía Natural de Mora, S.L. En el 2004 se han elaborado estudios para la cáscara de almendra y residuos de almazara a nivel europeo, incluyendo una estimación del ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub>.

La modelación computacional de las transformaciones termoquímicas de la biomasa, especialmente de los procesos de gasificación, ha tomado como referencia el gasificador de lecho fluido circulante del Ciemat en su centro CEDER de Soria. La complejidad de los fenómenos a considerar hace necesario combinar modelación computacional y experimental, mediante modelos. Se ha diseñado un modelo en frío a escala del reactor y se ha modelizado computacionalmente versiones más simples del reactor utilizando el código CFX 5.7.1. Finalmente, se ha desarrollado un nuevo conjunto de leyes de escala para las tres fases que existirían en un gasificador de lecho fluido circulante de biomasa. Estas leyes de escala deberán ser validadas por el modelo en frío.



Esquema de la planta EQTEC de gasificación de biomasa y motores de combustión interna

*Biomass gasification and internal combustion engine set at EQTEC.*

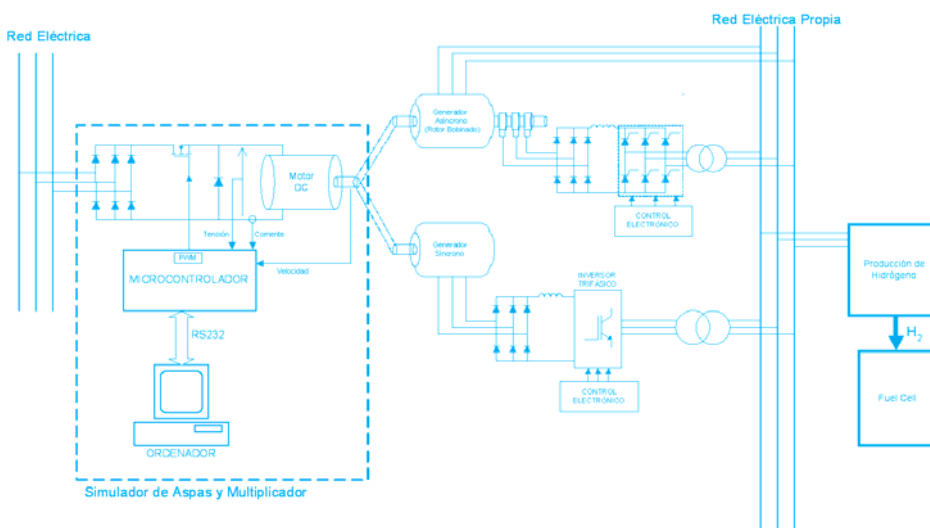


Resultado típico en la modelación del proceso de gasificación con CFD

Typical result from CFD modelling.

## 2. EÓLICA

Como complemento a los estudios que se realizan en el Área Eléctrica sobre el impacto de los parques eólicos en la red, se están iniciando estudios de simulación experimental, basados en un sistema motor-generator como el representado en la figura, de la utilización de la generación de Hidrógeno como buffer y estabilizador de energía eólica. Dicho sistema se utilizará además para la verificación experimental de técnicas avanzadas de mantenimiento predictivo de los aerogeneradores.



Simulador de generador eólico. Wind generator simulator scheme.

fitting the unknown parameters with the experimental data, to produce semiempirical models. During this period a methodology to obtain models of the above mentioned biomass gasifier has been developed. Main steps completed so far are: design of a model in cold to scale of the reactor; computer modeling of simplified reactor versions using the CFX code 5.7.1.; and development of a new whole of scale laws for the three phases presented in the circulating fluidized bed. These laws of scale must be validated by the data from the cold model.

## 2. WIND ENERGY

Complementary to the studies that are carried out in the electrical area on the impact of the wind generators in the network, theoretical and experimental studies, initially based on the simulation of the wind generator by a motor-generating set like the represented in the figure, have been initiated on the use of the generation of hydrogen as a buffer and stabilizer for the wind energy. The system will be also used for the experimental verification of advanced techniques of predictive maintenance of the generators.

## 3. SOLAR

It has been designed, and it is under construction, a kWp solar photovoltaic installation to be connected to the grid, with several objectives. First, the demonstration of this technology as a viable distributed energy resources. Second, participation in different research projects in the framework of a laboratory of distributed resources.

An additional line of research in the immediate future addresses the generation of electric power as from solar energy by employing new materials (such as the  $\text{TiO}_2$  in sensitive nanostructures). In this work, it the behaviour of cells based on these materials will be characterised and the most adequate power stages to generate electrical energy will be investigated.

## 4. GROUND BASED HEAT EXCHANGER

Activities in this field are oriented to investigate

the use of the thermal earth and subsoil as storage system for heat of solar origin in connection with the technology of heat pumps. This type of systems, known in general as "geothermal heat pump", provide not only a drastic reduction in the electric consumption for air conditioning, in the order of 50% for the complete system, but they also present important advantages for the user, just as: better maintenance, smaller noise level, no need for towers of refrigeration (with the corresponding improvement in sanitary conditions, specially in relation to the "legionella" problem), and a better integration in the building. IIE has a leading position at the national level in the implantation of these technologies, with projects that have made possible the design, construction and operation of two complete installations: the national project PROFIT for a geothermal heat pump and the European project GEOCOOL, for construction of a demonstration plant for the underground exchanger.

#### 5. HYDROGEN GENERATION

IIE is considering R&D on the new basic technologies for an hydrogen-based energy system. Collaborations are under negotiation with companies interested in this topic, such as gas companies, looking for new hydrogen production techniques, and wind generators constructors and operators, that consider hydrogen as a possible buffer to solve some present and future problems of the eolic parks. Based on "cycle of life analysis" techniques, quantitative comparison of different methods of production of hydrogen is being carried out, looking for a compatibility of the environmental and economical aspects of the process. Generation methods under consideration goes from the conventional one, based on Methane reforming, until advanced systems that, using renewable energies (fundamentally wind or hybrid systems), make use of electrolysis of low temperature. A second option is the use of nuclear energy, in a graphite-gas configuration for very high temperature, with cycles of gas turbine, as it is detailed below, when describing the activities of the nuclear area.

#### 3. SOLAR

Se ha diseñado y se encuentra en periodo de construcción una instalación solar fotovoltaica de conexión a red de 5kWp, con la que se pretenden varios objetivos. Por un lado, la demostración de la tecnología como un recurso energético viable en el momento actual. Por otro, distintos proyectos de investigación en los que la instalación solar es una fuente de energía renovable más dentro de un laboratorio de recursos distribuidos.

Como línea de trabajo del futuro inmediato, se pretende trabajar en la generación de energía eléctrica a partir de la energía solar empleando nuevos materiales (como por ejemplo el TiO<sub>2</sub> nanoestructurado y sensitivizado). Dentro de este trabajo se caracterizará el comportamiento de las células fabricadas con estos materiales y se diseñarán las etapas de potencia adecuadas para la obtención de energía eléctrica.

#### 4. INTERCAMBIADORES ENTERRADOS



*Geotermia: intercambiador horizontal.*

*Geothermal: horizontal heat exchanger.*

Los trabajos en esta línea tienen por objeto el investigar el uso del suelo y subsuelo como almacén térmico de calor de origen solar en conexión con la tecnología de bomba de calor. Este tipo de sistemas, denominado en general como "bomba de calor geotérmica", permiten no sólo una disminución drástica del consumo eléctrico para climatización del orden en conjunto del 50%, sino que presentan otras ventajas importantes para el usuario, tales como: mejor mantenibilidad, menor nivel de ruido, ausencia de torres de refrigeración (y consiguiente mejora de la bioseguridad asociada al problema de la legionela) y mejor integración en el edificio.

El Instituto se ha configurado como grupo líder a nivel nacional en la implantación de estas tecnologías, que han dado lugar a sendas plantas piloto en el marco de dos proyectos importantes: el proyecto nacional PROFIT sobre bombas de calor geotérmicas y el proyecto Europeo GEOCOOL, para construcción de una planta de demostración.

#### 5. GENERACIÓN DE HIDRÓGENO

IIE está abordando las nuevas tecnologías básicas para un sistema energético basado en el Hidrógeno. Se colabora con empresas interesadas en el tema, tanto empresas gasistas, que buscan nuevas formas de producción de hidrógeno, como constructores de parques eólicos que ven en la producción de hidrógeno una solución a problemas actuales y futuros. Basándose en técnicas de "Análisis de Ciclo de Vida", se está realizando la comparación cuantitativa entre diferentes métodos de producción de hidrógeno, compatibilizando la preocupación por el medio ambiente y los beneficios económicos.

Los métodos de producción de hidrógeno considerados van desde los convencionales, basados en el reformado de Metano, hasta sistemas avanzados que, apoyándose en energías renovables (funda-

mentalmente energía eólica o híbridos), utilizan procesos de electrólisis de baja temperatura. Una segunda opción considerada es la utilización de energía nuclear, empleando reactores de grafito-gas, con ciclos de turbina de gas, como se detalla más adelante, dentro de las actividades del Área Nuclear.

#### 6. INTEGRACIÓN DE RECURSOS ENERGÉTICOS DISTRIBUIDOS

La UE se ha comprometido a aumentar el porcentaje de fuentes de energía renovables en su combinación energética y a reducir de forma sustancial su intensidad energética. Estos objetivos exigen el desarrollo de tecnologías innovadoras para la producción, el almacenamiento, la integración y el uso de la energía, con especial énfasis en sistemas energéticos distribuidos (DER).

Para posibilitar el desarrollo de una actividad significativa en el desarrollo e integración de sistemas DER y en la gestión de mercados de energía, IIE está desarrollando un Laboratorio (LABDER) que integre y amplíe todas las actividades que en estos campos se realizan por los grupos de I+D+I de UPV integrados en dicho Instituto.

El laboratorio, directamente ligado al desarrollo tecnológico de sistemas distribuidos de generación y almacenamiento de energía y su control y mantenimiento, incluye en una primera etapa aquellos sistemas actualmente en fase de experimentación o de desarrollo en IIE.

#### 6. LABORATORY FOR DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES

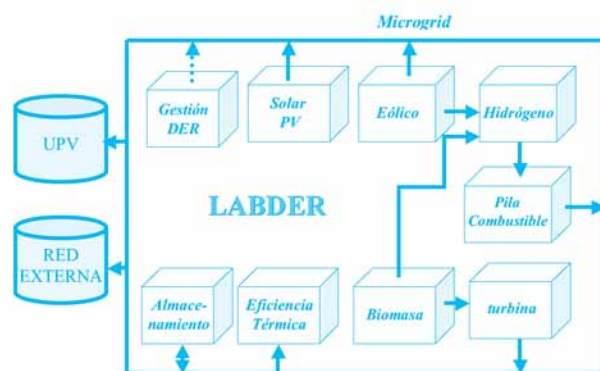
UE has assumed the compromise to increase the percentage of renewable energy sources in its energy consumption scenario, reducing at the same time in a substantial form the energy intensity factor. These objectives demand the development of innovating technologies for the production, storage, integration and use of energy, with special emphasis in the development of distributed energy systems (DER). To facilitate a significant activity in the development and integration of DER systems and in the management of energy markets, especially the electrical one, IIE is developing a laboratory (LABDER) that will integrate and enlarges all the activities that in these fields it being carried out for its groups.

This laboratory, directly related to the technological development of systems distributed systems for energy generation and storage and their control and maintenance, includes in a first stage those systems currently in phase of design, experimentation or development in IIE.



LABDER como elemento común a distintas líneas de IIE

LABDER as common area for several IIE activities



Elementos constitutivos de LABDER

LABDER structure

## PROYECTOS PROJECTS

A continuación se detalla los proyectos desarrollados, o en fase de desarrollo, durante este periodo.  
These projects either completed or still in development phase during this period, are detailed in the next paragraphs.

### 1. "Desarrollo de software para asistir en el diseño de los equipos de aire acondicionado de automóviles"

Entidad Financiadora Funding organization	MCYT, D.G. DE INVESTIGACIÓN
Investigador principal Principal researcher	J.M. CORBERÁN
Plazo de ejecución Execution period	2002-2004

El objetivo principal de este proyecto es el desarrollo de un paquete de software, orientado ex profeso a asistir el diseño de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, y en un futuro a largo plazo de A/A de los automóviles, de modo que resulte una herramienta de diseño eficiente con grandes perspectivas de ser transferida al sector industrial. En cuanto a los modelos, el presente proyecto se plantea el desarrollo de modelos de diferente complejidad y precisión para cada componente del equipo, de modo que cada uno de ellos se pueda tener en cuenta con el grado de detalle deseado y siempre se pueda evaluar las prestaciones globales del conjunto del equipo.

The main objective of this project is the development of a software package, specifically devoted to assist the design of Refrigeration and Air Conditioning systems, and at long term of automotive air conditioning systems. The software is targeted to become a powerful design and optimization tool. In regard to the models, this project targets the development of models with different degrees of complexity and accuracy for each component of the equipment, in order to take into account each of them with the desirable accuracy but also evaluating the global performance of the system.

### 2. "Estudio teórico-experimental de los principales componentes de los sistemas de refrigeración dirigidos a la síntesis de directrices de diseño para su evolución a los nuevos refrigerantes y al desarrollo de modelos para asistir a la optimización de los mismos"

Entidad Financiadora Funding organization	MCYT, D.G. DE INVESTIGACIÓN
Investigador principal Principal researcher	J. URCHUEGUÍA
Plazo de ejecución Execution period	2002-2004

La introducción en el sector de producción de sistemas de refrigeración de nuevos refrigerantes como consecuencia de las directrices emanadas de los convenios sobre Protección de la Capa de Ozono y Conferencias sobre el Cambio Climático, supone un cambio en los sistemas que la industria ofrece al mercado, más aún si se tienen en cuenta los avances que a nivel de componentes se producen en la actualidad.

El objetivo primordial del proyecto ha sido el desarrollo de un conjunto de ensayos, modelos informáticos y síntesis de directrices de diseño que permitan a los nuevos sistemas un mejor aprovechamiento de las posibilidades que ofrecen los nuevos refrigerantes y los componentes avanzados (compresores e intercambiadores de nueva tecnología). La consecución de dicha meta se ha apoyado en una serie de ámbitos de actuación convergentes: realización de ensayos experimentales sobre un conjunto de componentes representativos y empleando los refrigerantes que se tienen en la actualidad y tendrán relevancia industrial en un futuro próximo, básicamente R407C, R410A y R290 (propano), así como la elaboración y ajuste de una serie de modelos informáticos capaces de representar el comportamiento de tales sistemas en condiciones de funcionamiento reales.

Main objective in this project is the development of a set of test of experiments, computer models and design protocols that allow for new systems that make full use of the advantages of the new refrigerants and of the advanced components in the field (compressors and heat exchangers). These goals will be reached by the a set of experiments that use, in a convergence way, representative components of the new technologies and refrigerants with an almost sure future relevance in the industrial sector, mainly: R407C, R410A and R290 (propane), together with the development and adjustment of a set of compute codes able to describe the behaviour of such systems under real operation conditions.

### 3. "Desarrollo de una bomba de calor agua-agua que funcione con propano como refrigerante para aplicaciones geotérmicas, y de un programa para el prediseño del intercambiador enterrado correspondiente"

Entidad Financiadora Funding organization	CIATESA
Investigador principal Principal researcher	J.M. CORBERÁN
Plazo de ejecución Execution period	2002-2003

Este proyecto está dividido en dos subproyectos, el primero tiene como objetivo el desarrollo de un prototipo de bomba de calor reversible agua-agua con propano como refrigerante bajo los siguientes condicionantes:

- Estudio de viabilidad de producción bajo las normas actuales.
- COP superior a la máquina comercial IZE70 funciona con R407c como refrigerante)
- Mínima carga de fluido, a ser posible menos de 500 gramos.
- Estudio del efecto del tipo de aceite lubricante empleado.

El estudio se ha realizado en el banco de ensayos de bombas de calor agua-agua y se ha usado el software de cálculo de equipos de refrigeración IMST-ART V2.14. Durante el proyecto se realizaron diferentes prototipos buscando optimizar el rendimiento y minimizando la carga para llegar al prototipo final que cumplía con los objetivos planteados al inicio del proyecto.

The Project is divided in two main subprojects; the first has as objective the development of a water-to-water heat pump working with propane prototype. The final design has to comply with the following directives:

- The heat pump must comply the actual safety standards
- Heat pump COP must be higher and the capacity similar as the commercial unit IZE70 that works with the refrigerant R407c)
- The refrigerant charge must be the minimum possible (less than 500 g is desirable)
- The effect of different lubricating oils in the HP performance must be studied.

The studies proposed have been realized in the water-to-water heat pump test rig and also using the software IMST-ART V2.14 developed in the group. There were produced different prototypes during the project searching the main objectives of COP optimization and charge minimization in order to reach the final prototype.

### 4. "Estudio de los Motores Diesel fabricados por Renault España"

Entidad Financiadora Funding organization	RENAULT ESPAÑA (VALLADOLID)
Investigador principal Principal researcher	R. ROYO
Plazo de ejecución Execution period	2003

Los principales objetivos de este proyecto son los que a continuación se enumeran:

- Estudio y caracterización del coeficiente de swirl de las culatas de serie del motor diesel common rail K9. Seguimiento del control de calidad.
- Cálculo del funcionamiento de los diferentes motores Diesel mediante modelado
- Estudio del funcionamiento del motor K9 en altura y posibilidades de utilización del motor K9 en otras aplicaciones.
- Estudio y resolución de los diferentes problemas relacionados con los sistemas de admisión y escape de los diferentes motores fabricados por Renault España.
- Asistencia científico-técnica diversa, como apoyo técnico a las personas de la ingeniería de motores.

The main objectives of this Project are the following ones:

- Study and characterization of the swirl coefficient of the series cylinder heads of the diesel engine of "common rail" type named as K9. Quality control of these components.



- Calculation of the influence of height on the performance of the different diesel engines and study of other possibilities of use of the K9 engine.
- Training: courses for the engineering personal of Renault España
- Study and resolution of different problems related with intake and exhaust systems.

#### 5. "Caracterización y análisis de diferentes componentes del motor K9K. Estudio del sistema de reaspiración del citado motor"

Entidad Financiadora Funding organization	RENAULT ESPAÑA (VALLADOLID)
Investigador principal Principal researcher	R. ROYO
Plazo de ejecución Execution period	2004

Los principales objetivos de este proyecto son:

- Estudio problemática entre las diferencias del valor de EGR y partículas medidas en Valladolid y Lardy. Análisis del funcionamiento del circuito de reaspiración de gases quemados.
- Continuación del estudio y caracterización del coeficiente de swirl de las culatas de serie del motor K9. Seguimiento del control de calidad.
- Correlación de las características de swirl con las prestaciones del motor medidas en banco motor.
- Estudio mediante termografía infrarroja de las temperaturas superficiales de los discos de freno durante un ciclo completo de emisiones.

Main objectives:

- Study of the differences between EGR and particles levels measured at Valladolid and Lardy. Analysis of the performance of the blow-by circuit.
- Study of the correlation between the swirl levels with the performance of the engine measured at bench.
- Analysis of the surface temperatures of the brake discs by the use of infrared thermography during a complete pollution cycle.

#### 6. "Proyecto de Caracterización de la Soldadura por resistencia mediante Termografía Infrarroja"

Entidad Financiadora Funding organization	MB-IRAMETAL
Investigador principal Principal researcher	R. ROYO
Plazo de ejecución Execution period	2004

El objetivo principal de este proyecto es la evaluación de las características de las uniones soldadas con la utilización de técnicas térmicas basadas en el calentamiento instantáneo mediante una fuente muy precisa, tanto en tiempo como en posición y la visualización simultánea del proceso transitorio de calentamiento mediante técnicas infrarrojas. Finalmente la fuente térmica seleccionada es un laser de tipo CO<sub>2</sub>, con el que se consiguieron los mejores resultados.

The main objective of this research Project is the evaluation of the characteristics of the soldering junctions with the use of thermography techniques, based on the instantaneous heating of the junction by the use of a very accurate heating source. Finally the best results were achieved by the use of a laser source of CO<sub>2</sub> type.

#### 7. "Desarrollo de una rutina de inspección de las palas de aerogeneradores mediante termografía infrarroja"

Entidad Financiadora Funding organization	GAMESA FIBERBLADE
Investigador principal Principal researcher	R. ROYO
Plazo de ejecución Execution period	2004

Una de las principales aplicaciones de la termografía infrarroja es el control de calidad durante el proceso de producción. En este caso se trata de las palas de los aerogeneradores. Dichas palas, de grandes dimensiones, son fabricadas mediante el pegado de diferentes capas de fibra de vidrio con resinas y el

objetivo del proyecto consiste en la evaluación de la calidad del pegado mediante un calentamiento local y la posterior visualización del proceso de enfriamiento con termografía infrarroja, en las diferentes zonas características de la pala del aerogenerador, sobre todo en las más críticas para su funcionamiento.

One of the most important uses of the infrared thermography is the quality control of manufacturing processes. This project studies the quality of the blades of air generators. These very big blades are manufactured by the junction of different layers with adhesive products, and the objective of the Project is the analysis of the quality of this process. A transient heating process and a posterior visualization with infrared thermography is used. The use of this technique shows very accurate results, and is very recommendable mainly in the most critical points at the blades.



#### 8. "Reciprocating compressors modelling and optimisation. Evaluation of the use of propane"

Entidad Financiadora Funding organization	DANFOSS-MANEUROP, TREVOUX, FRANCIA
Investigador principal Principal researcher	J.M. CORBERÁN
Plazo de ejecución Execution period	2002-2003

Este proyecto realizado con los fabricantes de compresores herméticos de refrigeración consta de diferentes puntos, el primero es la adaptación de RECORD, un modelo de cálculo de compresores de refrigeración desarrollado por el instituto, a los compresores fabricados por Danfoss con el objeto de desarrollar nuevos productos y reproducir el funcionamiento de sus compresores en aquellos puntos no ensayados. En segundo lugar, se provee asistencia técnica al desarrollo de una gama de compresores optimizados para el funcionamiento a bajas temperaturas de evaporación, esta parte incluye un amplio estudio experimental del comportamiento fluidodinámico de las válvulas de succión y descarga de los compresores de la empresa en comparación con sus competidores que se realizó en el laboratorio de banco de flujo estacionario. La última parte del proyecto consistió en la evaluación del uso del propano como refrigerante, para ello se realizó un amplio estudio de caracterización de toda su gama en el laboratorio de componentes de refrigeración. Adicionalmente se realizaron estudios del problema de la pérdida de aceite en el arranque con dos tipos diferentes, aceite mineral y POE.

The project was divided in different subjects. The first subject was the adaptation of RECORD, a model for simulating the performance of refrigeration compressors developed in the institute, to the compressors produced by Danfoss with the objective to aid the development of new products and to estimate the performance of the existing compressors in that points outside the range measured. The second topic of the project was the technical assistance on the development of a new compressor series for low temperature application, this part of the project includes the study of the compressor valves of Danfoss and its main competitors made in the steady flow rig. The last part of the project was dedicated to the evaluation of the use of propane, the study includes the characterization of all the compressor range with propane in the rig for refrigeration components characterization and additionally a study of the oil loss at startup with mineral and POE oil was made.

#### 9. "Compact Heat Exchanger Test Facility"

Entidad Financiadora Funding organization	ASPENTECH, OXFORD, REINO UNIDO
Investigador principal Principal researcher	J.M. CORBERÁN
Plazo de ejecución Execution period	2003 y 2004

Este proyecto engloba el estudio experimental del coeficiente de convección en ebullición de Hidrocarburos por el interior de canales característicos de intercambiadores compactos. El trabajo está financiado por el grupo británico HTFS de la empresa ASPEN Technologies. Los canales estudiados son verticales. Por su interior se hace circular el hidrocarburo (generalmente pentano) y por las paredes de laterales se le suministra calor proveniente de unas resistencias eléctricas planas. Se mide la temperatura y presión del fluido en varias secciones de modo que se pueden estimar la variación de propiedades del mismo a lo largo del canal. Por otro lado se mide la potencia eléctrica entregada al fluido y mediante una serie de aproximadamente 80 termopares se mide el campo de temperaturas de la pared con lo que se puede determinar el coeficiente de convección local. La instalación permite determinar también el gradiente de presión por fricción en el canal. La investigación se viene realizando para diferentes tipos de aleta, diferentes espaciados entre aleta y diferentes longitudes de interrupción. Todo ello a varias presiones de trabajo, caudales y condiciones de entrada.

This project involves the experimental determination of the heat transfer coefficient of Hydrocarbons flowing through channels characteristic of compact heat exchangers, under boiling conditions. The work is financed by the British group HTFS of the company ASPEN Technologies. The studied channels are vertical. The hydrocarbon (currently Pentane) is forced to circulate upwards or downwards through the channel and the heat provided by electrical mats is supplied through the lateral walls. Temperature and pressure of the fluid are measured at several positions so that the variation of properties throughout the channel can be determined. On the other hand, besides the measurement of the supplied electrical power, a series of approximately 80 thermocouples is employed to measure the temperatures of the wall so that the heat transfer coefficient can be determined. The test rig also allows determining the friction pressure gradient through the channel. Tests are performed for different types of fin, different fin spacing and different interruption lengths at several working pressures, mass flow rates and inlet subcooling.

#### 10. "GEOCOOL: Geothermal Heat Pump for Cooling-and Heating along European Coastal Areas"

Entidad Financiadora Funding organization	EU 5 <sup>o</sup> FRAMEWORK PROGRAMME: NNE5 – 2001 – 00847
Investigador principal Principal researcher	J.M. CORBERÁN, J. URCHUEGUÍA Y A. PÉREZ-NAVARRO
Plazo de ejecución Execution period	2003-2005

El objetivo de este proyecto es el desarrollo de un sistema de bomba de calor con intercambiador enterrado para refrigeración y calefacción, específicamente orientado a las áreas costeras del Sur de Europa y con las siguientes características: tamaño comercial, energéticamente eficiente, aceptable ambientalmente e integrado en un sistema llave en mano. Con este sistema se espera una reducción de un 50–60% en el uso de energía de origen no renovable, mediante la combinación del uso de la fuente geotérmica de energía renovable (40-50%) con la optimización de una bomba de calor agua-agua que utiliza propano como refrigerante (10% adicional).

El objetivo principal: ser ambientalmente seguro y aceptable, se alcanzará mediante la reducción en consumo de energía y el uso de un refrigerante natural, como es el propano, con un impacto prácticamente despreciable sobre el calentamiento global. Las exigencias sobre el sistema se pueden resumir en: costes bajos de compra e instalación, simplicidad en dicha instalación, bajo mantenimiento y elevada fiabilidad, requerimiento de un terreno de reducido tamaño.

Main goal is the development of a heat pump and underground heat exchanger system for cooling and heating, specially oriented to South of Europe coastal areas, with the following characteristics: commercial size, high energy efficiency, environmentally friendly and integrated in a turn-key system.





Expected savings in non renewable energy with this system are in the range of 50- 60%, reached by the combination of the use of a geothermal energy use (40-50%) and the water to water heat pump optimization (an additional 10%).

The main objective: to be environmentally friendly and safe, will be reached by the reduction in the energy consumption and the use of a natural refrigerant, propane, with almost no contribution to global warming. Main requests to the systems can be summarised as low cost for components and installation, simplicity, low maintenance, high reliability and need of a reduced size piece of land for installation.

### 11. "SHERHPA: Sustainable Heat and Energy Research for Heat Pump Applications"

Entidad Financiadora Funding organization	EU 6° FRAMEWORK PROGRAMME: COLL-CT-2004-500229
Investigador principal Principal researcher	J.M. CORBERÁN
Plazo de ejecución Execution period	2004-2007

Este proyecto se centra en el desarrollo de nuevas bombas de calor de alta eficiencia que además cumplan las futuras regulaciones sobre emisión de gases de efecto invernadero y protección de la capa de ozono. Durante la primera parte del proyecto, se desarrollaran los componentes y subsistemas (intercambiadores de calor, controles, sistemas acoplados con el terreno, recuperación de calor, ...), durante la segunda, se desarrollarán y construirán sendos prototipos, primeramente en Laboratorio y a continuación "en campo".

El proyecto está coordinado por las dos asociaciones más importantes europeas (GRETh (Heat Equipment Association) and European Heat Pump Association, EHPA) del Sector que tienen actividades complementarias. El grupo central del proyecto esta compuesto por 19 PYMEs de 11 países, incluyendo participantes de los nuevos estados miembros; y el trabajo de investigación será llevado a cabo por 10 Centros de Excelencia de nueve países europeos, en el área de bombas de calor, energía y control.

This project deals with the development of heat pumps that are cost-energy efficient and in compliance with the future environmental regulations. The new environmental regulations, concerning greenhouse gases and the protection of the ozone layer, will lead to the phase out of conventional refrigerants. During the first half of the project, components and subsystems (heat exchangers, controllers, ground coupling system, heat recovery...) will be developed, tested and optimised. Afterwards, during the second half of the project, prototypes will be developed and tested in laboratories prior to field tests.

This project is coordinated by two independent associations (GRETh (Heat Equipment Association) and European Heat Pump Association, EHPA), that have complementary activities; the core group is composed of 19 SMEs from 11 countries, including participants from the newly associated states; and the RTD work will be performed by 10 centers of excellence, from 9 EC and associated countries, in the area of heat pumps, energy and control.

### 12. "THESEUS: Technical development of open, economic and friendly system for the injection moulding process control"

Entidad Financiadora Funding organization	PROYECTO EUROPEO C.R.A.F.T.-1999-71885
Investigador principal Principal researcher	J. ROGER FOLCH; M. PINEDA SANCHEZ Y J. PÉREZ CRUZ
Plazo de ejecución Execution period	2003-2005

El objetivo de este proyecto europeo "CRAFT" es el desarrollo y la puesta en marcha de un sistema de control informático de las máquinas de inyección de plástico que sea sencillo y fácil de utilizar por los usuarios poco expertos en temas de control.

El sistema estará realizado con componentes standard de bajo coste y formará un sistema abierto con arquitectura multi-nivel y modular, y pretende sustituir a los actuales sistemas cerrados, de alto coste tanto de compra como de mantenimiento.

El sistema deberá ser totalmente abierto, programable, y adaptable a todo tipo de máquina de inyección y a todo tipo de autómatas, fácilmente utilizable por el usuario e idéntico para todas las máquinas. Cumplirá con las recomendaciones de EUROMAP e ISO TC 184.

El método de trabajo desarrollado en este proyecto es de aplicación a cualquier tipo de máquina industrial accionada eléctricamente, tanto en lo que se refiere a máquinas de nuevo diseño como a máquinas cuyo sistema de control requiere una actualización tecnológica.

The objective of this European CRAFT project is the development and commissioning of a programmable control system for plastic injection machines that would be simple and easy to use by non experts in control techniques.

The project tries to develop a modular system with a several levels architecture that includes the injection device (hardware) and the control system (software) and that it permits the use of standard low cost components (automatons). The system must be totally open, programmable, and adaptable to all kind of injection machines and to all kind of automaton, easily usable by the users and identical for all the machines. It will fulfil the standards EUROMAP and ISO TC 184.

### 13. Calidad de la Información y Caracterización Básica del Consumo Operable en REE

Entidad Financiadora Funding organization	RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.
Investigador principal Principal researcher	C. ÁLVAREZ
Plazo de ejecución Execution period	2004-2005

El objetivo del proyecto es la elaboración de un estudio, con los trabajos de apoyo necesarios, para la caracterización de consumidores eléctricos actuales o de potenciales oferentes de DSO (Demand Side Operation - gestión de la demanda eléctrica para la operación del sistema), la incorporación de toda la información disponible en la herramienta de gestión de consumidores GECO (Herramienta de Gestión de Consumidores) y el desarrollo de informes y análisis en base a esa información. Las tareas que conlleva el proyecto incluyen: Inventario de consumidores, actualización de fichas de datos, seguimiento de información, inclusión de datos de resoluciones ministeriales, trabajos de apoyo para la gestión de códigos CUPS (Código Unificado) y su implantación, elaboración de un directorio descriptivo de oferta DSO global de los consumidores así como estudios estadísticos sobre la funcionalidad de los datos para la gestión de consumidores.

The objective of the project is the elaboration of a study, including the necessary support works, for the characterization of existing electricity consumers or of potentials DSO (Demand Side Operation-electrical demand management for the system operation) proponents, the incorporation of all the available information in the GECO (tool for management of consumers) and the development of report and analysis based on that information.

The tasks to address include: inventory of consumers, update of data files, follow-up of the information, inclusion of official regulations and resolutions, support activities for the CUPS (unified code) and its implantation, elaboration of a descriptive directory of DSO global offer of the consumers as well as statistical studies on the data adequacy for the management of consumers.

### 14. Diagnóstico de Fallos Basado en Modelos de Eventos Discretos

Entidad Financiadora Funding organization	MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. D.G. de Investigación
Investigador principal Principal researcher	C. ÁLVAREZ
Plazo de ejecución Execution period	2000-2003



El objetivo de este proyecto es desarrollar una herramienta para el diagnóstico de fallos en sistemas electrónicos y eléctricos. Para ello se desarrollan nuevas técnicas estadísticas que en el área de sistemas de potencia se utilizan para evaluar desde un punto de vista probabilístico la continuidad de suministro en sistemas eléctricos complejos.

The objective of this project is to obtain a tool for the diagnosis of errors in electronic and electrical systems by the development of new statistical techniques, that in the area of power systems will be used to evaluate, from a probabilistic point of view, the continuity of the supply in complex electrical systems.

### 15. Diseño de Metodologías y Herramientas para una Gestión Eficiente y Flexible de los Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

Entidad Financiadora Funding organization	MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. D.G. de Investigación
Investigador principal Principal researcher	C. ÁLVAREZ
Plazo de ejecución Execution period	2001-2004

El objetivo central del proyecto se enfoca en crear y desarrollar metodologías y herramientas avanzadas que permitan una gestión integral, eficiente y flexible de los sistemas de distribución de energía eléctrica, consiguiendo esta flexibilidad tanto en el lado del suministro, mediante el funcionamiento inteligente e integración de las nuevas fuentes renovables y alternativas, como en el lado de la demanda, realizando un control flexible de los consumos eléctricos, teniendo en cuenta las oportunidades de introducir nuevos usos de la energía eléctrica y electro tecnologías más eficientes. Además, el proyecto incorpora factores esenciales en la determinación de los precios de la electricidad en un contexto de mercados eléctricos liberalizados.

En colaboración con la empresa *Progress Energy of Florida* y el *Power Electronics and Power Energy Lab* de la Universidad de Florida, el proyecto fue galardonado con el premio de colaboración internacional otorgado por *Peak Load Management Association*.

The central objective of the project focuses on the development of advanced methodologies and tools that permit an integral management, efficient and flexible, of the systems of electric power distribution, getting this flexibility so much in the side of the supply, by means of the intelligent functioning and integration of the new renewable and alternating sources, as in the side of the demand, carrying out a flexible control of the electric consumptions, keeping in mind the opportunities of introducing new uses of electric power and more efficient technologies. Moreover, the project incorporates some essential factors in the determination of the prices of the electricity in a context of liberalized electric markets in Europe.

In collaboration with *Progress Energy of Florida* and *Power Electronics enterprises and Power Energy Lab* at the University of Florida, this project was awarded with the international collaboration award granted by *Peak Load Management Association*.

### 16. Elaboración de la Normativa Reguladora de Líneas Eléctricas a su Paso por Terrenos Forestales

Entidad Financiadora Funding organization	CONSELLERIA DE TERRITORIO Y VIVIENDA - Dir Gen Gestion del Medio Natural de la Generalitat Valenciana
Investigador principal Principal researcher	C. ÁLVAREZ
Plazo de ejecución Execution period	2002-2003

Este proyecto consiste en una asesoría técnica a la Consellería para el desarrollo de la normativa de líneas eléctricas a su paso por terrenos forestales. Los objetivos de esta asesoría son:

1. Estudio y valoración técnica de las reglamentaciones existentes en zonas geográficas de características similares a las de la Comunidad Valenciana.
2. Exploración de la casuística de los incendios forestales producidos en la Comunidad Valenciana, con certeza o sospecha de la implicación de líneas eléctricas.
3. Propuesta de normativa, técnica y experimentalmente justificada.

This project is oriented to provide technical support to the *Consejería de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana* in the elaboration of the normative to regulate the installation of electrical lines in forestall areas. The objectives of this support study are:

1. Technical evaluation of the existing regulations in geographical zones of similar characteristics to those of the Valencia region.
2. Exploration of the casuistry of the produced forest fires in the Valencia community, with certainty or suspicion of the involvement of electric lines.
3. Proposal of a normative, technical and experimentally justified.

### 17. Identificación de Modelos de Negocios en Recursos Energéticos Distribuidos

Entidad Financiadora Funding organization	IBERDROLA, S.A.
Investigador principal Principal researcher	C. ÁLVAREZ
Plazo de ejecución Execution period	2004

Este proyecto consiste en una asesoría técnica cuyo objetivo principal es identificar las posibilidades de negocio para los diferentes agentes del mercado eléctrico respecto a recursos energéticos distribuidos. Esta identificación se realiza partiendo del análisis de potencial de recursos distribuidos (generación, almacenamiento o recursos de demanda) en los consumidores para proseguir con la definición de sus posibilidades en el mercado.

Study oriented to the identification of business opportunities for the different agents of the electric market in relation to distributed energy resources. This identification is carried out starting with the analysis of the consumer's potential for distributed resources (generation, storage or demand resources) to define from their opportunities in the market.

### 18. Investigación y Desarrollo de una Metodología sobre la Capacidad de Gestión de Demanda de Grandes Consumidores

Entidad Financiadora Funding organization	RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.
Investigador principal Principal researcher	C. ÁLVAREZ
Plazo de ejecución Execution period	2004

El objetivo del proyecto es la investigación y el desarrollo de una nueva metodología de determinación del potencial de gestión de la demanda eléctrica de grandes consumidores basado en encuestas, que permita incrementar la eficiencia energética y económica de los sistemas eléctricos en su conjunto.

El punto de partida para la consecución de este objetivo es el análisis de los grandes consumidores y el posterior desarrollo de un prototipo de cuestionario que permite modelar los comportamientos eléctricos de los grandes consumidores y que se aplica a un número determinado de consumidores.

A través de los resultados obtenidos se crea una metodología basada en la realización de encuestas para estimar con eficiencia cuál es el consumo de energía eléctrica del cliente cuya factoría es objeto de estudio y su flexibilidad a la hora de no consumir o redistribuir la energía eléctrica que en un determinado momento pudiera requerir el operador del sistema.

The objective of the project is the development of a new methodology for the determination, based on inquiries, of the potential for electrical demand management of big consumers that allows for an increase in the energy and economic efficiencies of the electric systems.

The starting point is an analysis of the big consumers themselves and the later development of a prototype of questionnaire that permits to model the electric behavior of these big consumers and that is applied to a certain number of them.

From the obtained results, it will be possible to generate a methodology based on the realization of inquiries to get an efficient estimate of the consumption of electric power of the client whose factory is object of study and their flexibility to stop electric power consumption or to redistribute it under the request, at a particular moment, from the system operator.

## 19. Mapa de Faltas en Líneas de Distribución Aéreas (MAFALDA)

Entidad Financiadora Funding organization	IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA ,S.A
Investigador principal Principal researcher	C. ÁLVAREZ
Plazo de ejecución Execution period	2000-2004

El objetivo del proyecto es el diseño de un prototipo de medida que permite identificar las faltas que se producen en las líneas de media tensión, con el fin de reducir drásticamente el número de faltas en éstas. El prototipo permite obtener información (registros de las tensiones y las intensidades de las líneas) facilitando así la realización posterior de su análisis, encaminado a la detección y caracterización de las faltas resistentes. Asimismo se analiza el comportamiento de los sistemas de protección ante ese tipo de faltas.

Las actividades que se realizan en este proyecto se resumen en:

1. Avanzar en el conocimiento actual de este tipo de faltas, de cara a conocer los últimos avances y técnicas en cuanto a su naturaleza, protección, análisis teórico...
2. Diseñar, construir y validar mediante pruebas de campo un sistema de medida que se adapte a las especificaciones requeridas.
3. Diseñar, realizar y analizar los resultados de una campaña de medidas en DOS subestaciones tipo del área de influencia de IBERDROLA.

Main objective is the design of a measurement prototype that enables the identification of faults in medium voltage transmission lines, so a drastic reduction in the number of faults can be obtained. That prototype provides information (recording of voltages and intensities in the different lines) that facilitates its ulterior analysis for detection and characterisation of resistive faults. Besides, the behaviour of the protection systems in the presence of these faults is also analysed.

Main tasks in the project are:

1. To progress in the knowledge of this type of faults, knowing the last advances and techniques for their characterisation, protection, theoretical analysis, etc.
2. Design, construction and validations by field tests of a measurement system in accordance with the required specifications.
3. Definition, realization and results analysis for a measurement campaign in two typical electrical substations of the IBERDROLA influence area.

## 20. Optimización de los Sistemas de Alimentación Eléctrica, Control y Adquisición de Datos de una Antorcha de Plasma

Entidad Financiadora Funding organization	UPV. Vicerrectorado de Investigación, Desarrollo E Innovacion
Investigador principal Principal researcher	C. Álvarez
Plazo de ejecución Execution period	2002-2004

Este proyecto está orientado al diseño, construcción y puesta en operación de sistemas avanzados de alimentación y control de una antorcha de plasma generado mediante la aplicación de microondas, dentro de un proyecto general de investigación en aplicaciones industriales de plasma. El objetivo es cubrir un rango de potencias suficientemente amplio, al menos de un orden de magnitud en el rango 1 a 10 kW, permitiendo la obtención de datos para verificación de las herramientas de simulación CFD que se están desarrollando.

Project includes the design, construction and commissioning of advanced systems to for the power and control systems of a microwave plasma torch, in the framework of a R&D programme on plasma industrial applications. The goal is to cover a sufficient wide range of powers, at least of an order of magnitude, in the kW range, to provide enough data to verify CFD simulation tools for plasmas under development at IIE.



### 21. The birth of a European Distributed EnErgy Partnership that will help the large-scale implementation of distributed energy resources in Europe (EU-DEEP)

Entidad Financiadora Funding organization	Comisión Europea (VI Programa Marco)
Investigador principal Principal researcher	C. Álvarez y A. Pérez-Navarro
Plazo de ejecución Execution period	2004-2008

El objetivo principal de este proyecto es diseñar, desarrollar y validar un enfoque novedoso para la identificación de modelos de negocio basados en los requerimientos del mercado y que ampliarán la penetración a gran escala de recursos energéticos distribuidos en Europa a partir del 2010. Contribuyendo a este objetivo se encuentran las siguientes actividades:

- Segmentación del mercado energético y descripción de los segmentos. Esta actividad también incluye la evaluación del potencial de los consumidores del segmento así como el impacto de los recursos energéticos distribuidos del uso que el consumidor hace de la energía.
- Integración en la red y en el mercado de los recursos
- Estrategias de comercialización por parte de los consumidores (Local Trading Strategies)
- Evaluación de tecnologías
- Desarrollo e implementación de proyectos pilotos para la validación de las tecnologías y las estrategias evaluadas.
- Diseño de un proceso de entrenamiento para todos los agentes implicados (operadores, distribuidores, fabricantes, asociaciones de consumidores, etc.)
- Diseminación



Main objective of this project is the design, development and validation of a new methodology to identify business models based on the market requirements that allows for a higher penetration at high scale of the distributed energy resources (DER) in Europe by the year 2010. This implies the following activities:

- Energy market segmentation and description of each segment, including the evaluation of each consumer segment potential and the impact from DER on the use of energy made by the consumer.
- Integration in the network and in the resources market.
- Commercial strategies from the consumer (Local Trading Strategies)
- Technology evaluation
- Development and implementation of pilot projects to validate technologies and strategies
- Definition of a training protocols for all the involved agents (operators, distributors, manufacturers, consumer associations, etc.)
- Dissemination

### 22. Parque Eólico en Vietnam: Simulación de estabilidad de Generadores Eólicos

Entidad Financiadora Funding organization	GESTIÓN, ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD (G.O.C.)
Investigador principal Principal researcher	C. ÁLVAREZ
Plazo de ejecución Execution period	2004

El objetivo principal del proyecto es la comprobación de la estabilidad en un sistema eléctrico aislado dado, situado en Vietnam, y analizar la influencia de aerogeneradores (principales generadores del sistema), cargas y faltas. El análisis se realiza mediante simulaciones de diferentes escenarios: arranque y parada de aerogeneradores con condiciones normales de viento con grupos electrógenos funcionando, desconexión escalonada de las cargas y comportamiento ante faltas con y sin los aerogeneradores produciendo.

Main objective of this project is the verification of the stability of a particular isolated electrical system located in Vietnam, deducing the influence of the wind generators, (main energy sources of the system), loads and faults in that stability. The analysis is completed through simulation of different scenarios: start-up and stop of the generators under normal wind conditions and with back-up electrical generators in operation, progressive disconnection of the loads and behaviour under faults with and without the wind generators in operation.

### 23. Dinámica de Sistemas Multifasicos Asociada al Estudio de Inestabilidades en Reactores Nucleares y Oscilaciones de Ondas de Densidad en Sistemas Energéticos

Entidad Financiadora Funding organization	MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. D.G. DE INVESTIGACIÓN
Investigador principal Principal researcher	JOSÉ LUIS MUÑOZ COBO GONZÁLEZ
Plazo de ejecución Execution period	2001-2004

En este proyecto se estudian las inestabilidades en fase y fuera de fase producidas en reactores nucleares de agua en ebullición. Se analiza la causa de dichas inestabilidades y se desarrollan modelos para poder predecirlas.

In this project the in-phase and out-of-phase instabilities in boiling water reactors are studied, deducing the main responsible for these instabilities and developing models for their prediction.

### 24. Natural Circulation and Stability Performance of BWRs (NACUSP)

Entidad Financiadora Funding organization	COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS
Investigador principal Principal researcher	JOSÉ LUIS MUÑOZ COBO GONZÁLEZ
Plazo de ejecución Execution period	2000-2004

Se estudia en este proyecto, tanto experimental como analíticamente, la estabilidad de reactores de circulación natural. Igualmente se estudia la capacidad predictiva de los códigos de estabilidad.

This research project is oriented to the analysis, both in experimental and theoretical (analytical) views, the stability of natural circulation reactors. It also includes the study of the predictive capability of the stability codes.

### 25. Caracterización de flujos bifásic

Entidad Financiadora Funding organization	AGENCIA VALENCIANA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
Investigador principal Principal researcher	JOSÉ LUIS MUÑOZ COBO GONZÁLEZ
Plazo de ejecución Execution period	2003-2005

Este proyecto esta destinado a la puesta en marcha de la instrumentación de una instalación de flujo bifásico (PUMA), dotándola de una cámara de alta velocidad que permita la visualización de los componentes de dicho flujo.

This project has been oriented to the commissioning of an installation for experiments with two-phase fluxes (PUMA), including its diagnose by the use of a high speed camera that allows visualizing of the two components of those fluxes.

### 26. Diseño Detallado de una Unidad Optimizada de Estudio de Fluidos y Ensayos Termohidráulicos

Entidad Financiadora Funding organization	UPV. VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, Desarrollo e Innovación
Investigador principal Principal researcher	JOSÉ LUIS MUÑOZ COBO GONZÁLEZ
Plazo de ejecución Execution period	2001-2003

Proyecto que ha permitido el montaje de una instalación para el estudio de sistemas bifásicos. Igualmente se ha estudiado la construcción de un lazo termohidráulico de potencia.

This project includes the design and construction of a installation devoted to the study of two-phases systems. In addition, a thermohydraulic high power loop has been designed.

### 27. Artist-España. Retención de Aerosoles en Rotura de tubos de generadores de vapor

Entidad Financiadora Funding organization	CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS Y MEDIO AMBIENTE
Investigador principal Principal researcher	JOSÉ LUIS MUÑOZ COBO GONZÁLEZ
Plazo de ejecución Execution period	2004-2007

En este proyecto se estudia la capacidad de retención de aerosoles del generador de vapor cuando se produce la rotura de tubos del sistema primario de refrigeración de una central nuclear.

This project studies the capability to retain the aerosols from the vapour generator when there is a break in the tubes of the primary of the cooling system of a nuclear power plant.

### 28. Análisis de Experimentos de Dilución de Boro y de Escenarios Previos Equivalentes

Entidad Financiadora Funding organization	UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA Y UNESA
Investigador principal Principal researcher	JOSÉ LUIS MUÑOZ COBO GONZÁLEZ
Plazo de ejecución Execution period	2003-2005

En este proyecto financiado por las empresas eléctricas (UNESA) se estudian los experimentos de la instalación PKL, que hacen referencia a pequeños LOCAs en PWRs mediante inyección de Boro.

This project, financed by the consortium of Spanish electrical utilities (UNESA), has as principal objective the analysis of the experimental results from the PKL installation, where small LOCAs are generated by Boron injection.

## 29. Proyecto Decay Ratio Online Predictor (DROP) de Estabilidad para Reactores BWR. Hitos 2, 3, 4

Entidad Financiadora Funding organization	IBERDROLA INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A.
Investigador principal Principal researcher	JOSÉ LUIS MUÑOZ COBO GONZÁLEZ
Plazo de ejecución Execution period	2003-2004

En este proyecto se desarrollan una serie de mejoras para el código de estabilidad LAPUR, fundamentalmente:

- II. Incorporación del área variable en los canales
- III. Incorporación de los espaciadores
- IV. Incorporación de expansiones y contracciones con sus pérdidas
- V. Incorporación de cinética 1D

This project should development a set of improvements for nuclear reactor stability analysis code LAPUR. The main improvements to incorporate are:

- I. Possibility of variable area in the channels
- II. Inclusion of spacers
- III. Consideration of expansions and contractions and their effects on losses.
- IV. Kinetics 1D

## 30. Análisis de las necesidades potenciales de Radioisótopos en España para la Medicina, la Industria y la Investigación

Entidad Financiadora Funding organization	CIEMAT
Investigador principal Principal researcher	ÁNGEL PÉREZ-NAVARRO
Plazo de ejecución Execution period	2004-2005

Se aborda un análisis de las necesidades de radioisótopos a nivel nacional, en los ámbitos de la industria, la medicina y la investigación, desarrollando las siguientes tareas:

- a) Confeccionar una lista de radioisótopos con sus características y los procedimientos de producción.
- b) Desglose por hospitales de la utilización de los radioisótopos mencionados.
- c) Posibilidades de comercialización y distribución, teniendo en cuenta la posible utilización de firmas extranjeras.
- d) Isótopos procedentes de reactores, aceleradores y de fuentes de otro tipo

Study on the radioisotopes requirements in Spain in different areas: industry, medicine and research, with the following tasks to fulfil:

- a) Generation of a detailed relation of radioisotopes with their characteristics and generation processes.
- b) Detailed analysis of the use of radioisotopes by the different consumers in the above mentioned areas.
- c) Technical viability of generation of those needed isotopes by different techniques: nuclear reactors, accelerators and other radiation sources.
- d) Possibility of commercialization and distribution, including the participation of foreign companies.

## PUBLICACIONES CIENTÍFICAS SCIENTIFIC PUBLICATIONS

### REVISTAS JOURNALS

J.Roger et al.

"Aplicación de ciclo convertidores con motores síncronos a bobinadoras para trenes de laminación"

Información Tecnológica, Vol. 1, pp. 17-22, 2003.

C. Álvarez, A. Molina, A. Gabaldón y J.A. Fuentes

"Implementation and assessment of Physically Based Electrical Load Models : Application to Direct Load Control Residential Programs"

IEE Proceedings on Generation, Transmission and Distribution, Vol. 50, 2003.

J. Wang; N. Encinas, F.D. Galiana

"Demand-side reserve offers in joint energy/reserve electricity markets"

IEEE Trans on Power Systems, Vol: 18 , pp.1300–1306, 2003.

J.L.Muñoz-Cobo, S. Chiva, J.M. Corberán

"Explicit formulas for laminar natural convection with power-law wall temperature distribution"

Heat and Mass Transfer, Vol. 39, pp. 215–222, 2003.

M.E. Montesinos, J.L.Muñoz-Cobo

"Hilbert huang analysis of BWR neutron detector signals: application to DR calculation and to corrupted signal analysis"

Annals of Nuclear Energy, Vol. 30, pp. 715–727, 2003.

J.L.Muñoz-Cobo, Y. Rugama

"Application of the stochastic transport theory of neutron and photon coupled fields to noise analysis measurements"

Transport Theory and Statistical Physics, Vol. 32, pp. 679-697, 2003.

J.L.Muñoz-Cobo y A. Pérez-Navarro

"Markovian and non-markovian sources in subcriticality monitoring by noise analysis methods"

Transactions of the American nuclear Society, Vol. 88, pp. 483-484, 2003.

C. Álvarez, A. Gabaldón y A. Molina

"Assessment and Simulation of the Responsive Demand Potential in End-User facilities: Application to a University Customer".

IEEE Trans. on Power Systems, Vol 19, pp1223-1231, 2004.

R. Blasco; C. Álvarez; A. Domijan Jr.; J. Alamar y A. Montenegro.

"Active Compensation in Distribution Systems Using STATCOM: Implementation and Modelling"

International Journal of Power and Energy Systems, Vol 24, pp.132-140, 2004.

A. Molina, A. Gabaldón, C. Álvarez, J.A. Fuentes y E. Gómez.

"A Physically Based Load Model of Residential Electric Thermal Storage: Application to LM Programs".

International Journal of Power and Energy Systems, Vol 24, pp.24-31, 2004.

J.A. Fuentes; A. Molina; A. Gabaldón; E. Gómez y C. Álvarez

"An Integrated Tool for Assessing the Demand Profile Flexibility" .

IEEE Trans on Power Systems, Vol 19, pp 668-675, 2004.

J.L. Muñoz-Cobo, A. Escrivá, S. Chiva

"Thermal-Hydraulic Research in the Valencia Polytechnic University"

Revista de la Sociedad Nuclear Española International Issue, nº237, pp. 58-59, 2004.

J.L. Muñoz-Cobo, S. Chiva, A. Sekhri

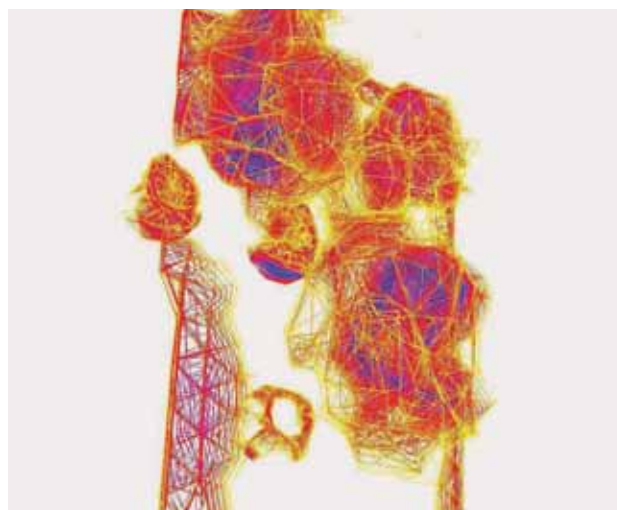
"A reduced order model of BWR dynamics with subcooled boiling and model kinetics: application to out-of-phase oscillations"

Annals of Nuclear Energy, Vol. 31, pp.1135-1162, 2004.

J.L. Muñoz-Cobo, A. Escrivá, L.E. Herranz

"Mechanistic modelling of steam condensation on finned tubes and heat exchangers in presence of non-condensables gases and aerosols under cross-flow conditions:aerosol fouling and non condensables effect on heat transfer"

Journal of Enhanced Heat Transfer, Vol. 11, pp. 75-85, 2004.



**COMUNICACIONES EN CONGRESOS**  
**COMMUNICATIONS IN CONGRESSES**

- J.M. Corberán, J. González, D. Fuentes  
"Cálculo de Propiedades Termodinámicas de Refrigerantes mediante Interpolación en Mallas Bidimensionales"  
III Jornadas Nacionales de Ingeniería Termodinámica, Libro de Resúmenes, pp. 25, 2003.
- J.M. Corberán, J. González, J. Blanco, I. Martínez  
"Diseño de un Banco de Ensayos para la Caracterización de una Bomba de Calor Agua/Agua."  
III Jornadas Nacionales de Ingeniería Termodinámica, Libro de Resúmenes, pp. 42, 2003.
- E. Cuadros, J. Santiago, J.M. Corberán  
"Diseño de una Instalación para el Estudio Experimental de Coeficientes de Convección en Intercambiadores Compactos"  
III Jornadas Nacionales de Ingeniería Termodinámica, Libro de Resúmenes, pp. 44, 2003.
- J.M. Corberán, J. Urchueguía, J. Santiago, J. González, E. Navarro  
"Estudio Experimental comparativo de diferentes compresores de pistón trabajando con Propano y 470C como frigorígenos."  
III Jornadas Nacionales de Ingeniería Termodinámica, Libro de Resúmenes, pp. 55, 2003.
- J. Urchueguía, J.M. Corberán, J. González, M. Bahajji  
"Estudio Experimental de la Válvula de Expansión Termostática y desarrollo de un modelo físico para su mecanismo."  
III Jornadas Nacionales de Ingeniería Termodinámica, Libro de Resúmenes, pp. 56, 2003.
- J. Blanco, J. Urchueguía, J.M. Corberán, J. Santiago, J. González  
"Evaluación de la Eficiencia de una Bomba de Calor Reversible Aire-Agua usando Propano y R-22 como Fluido de Trabajo."  
III Jornadas Nacionales de Ingeniería Termodinámica, Libro de Resúmenes, pp. 57, 2003.
- J.M. Corberán, J. González, D. Fuentes, I. Martínez  
"Modelo de Cálculo de Ciclos de Compresión Simple 'ART'. Validación con Medidas Experimentales de una Bomba de Calor Agua-Agua."  
II Congreso Español de Ciencias y Técnicas del Frio, Libro de Resúmenes, pp. 202-211, 2003.
- J. Melara, A. Expósito, A. Escrivá, J.L. Muñoz-Cobo, M. Albendea  
"Validación de nuevos modelos termohidráulicos incorporados en LAPUR"  
29 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Zaragoza, Revista de la Sociedad Nuclear Española CD Vol. 1, pp. S05 10.1-S05 10.4, 2003.
- J. Llambrich, A. Escrivá, J.L. Muñoz-Cobo  
"Estudio de la distribución de temperaturas en una piscina de almacenamiento de combustible nuclear mediante el código de cálculo termo-hidráulico CFX-5.4.4"  
29 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Zaragoza, Revista de la Sociedad Nuclear Española CD Vol. 1, pp. S11 02.1-S11 02.4, 2003.
- S. Chiva, J.L. Muñoz-Cobo, J.S. Ruiz, B. Cantó, V. Montoro, D. Peris, A. Escrivá  
"Diseño y construcción de la instalación PUMA para análisis de sistemas multifásicos y transporte de área interfacial"  
29 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Zaragoza, Revista de la Sociedad Nuclear Española CD Vol. 1, pp. S12 02.1-S12 02.4, 2003.
- A. Escrivá, J.L. Muñoz-Cobo, D. Ballester, R. Miró, F. Castrillo, P. Mata  
"Participación española en el proyecto NACUSP"  
29 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Zaragoza, Revista de la Sociedad Nuclear Española CD Vol. 1, pp. S12 04.1- S12 04.4, 2003.
- J.M. Corberán, J. González, J. Urchueguía, M. Bahajji, E. Navarro, A. Pérez-Navarro  
"A physical model for the thermostatic expansion valve's mechanism."  
Proceedings of the Eurotherm Seminar No. 72, pp. 205-208, 2003.
- J. Urchueguía, J.M. Corberán, J.M. Blanco, J. Santiago, J. González, I. Nevares  
"Effect of Refrigerant Charge on the Performance of an Air-to-Water Reversible Heat Pump using Propane as Working Fluid."  
Proceedings of the Eurotherm Seminar No. 72, pp. 279-278, 2003.
- J.M. Corberán  
"Estudio Comparativo de Esquemas Conservativos para el Análisis de Flujo Bifásico compresible 1D."  
Proceedings of the IV Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica (CIBEM 6), pp. 729-735, 2003.
- J. Urchueguía, J.M. Corberán, J. González, J.M. Díaz  
"Experimental Characterization of a Scroll and a Piston Compressor working with R22 and Propane (R290) as Refrigerant."  
Proceedings of the 21st Edition of the International Congress of Refrigeration, Washington, DC, pp. 279-278, 2003.
- J. Urchueguía, J.M. Corberán, W. Cambien, M. AitBahajji, A. Pérez-Navarro  
"Design and Operation of a ground-coupled heat exchanger based heat pump system for evaluation of the use of geothermal residual heat to improve cooling and heating energy efficiency in the Mediterranean area."  
Proceedings of the International Energy Agency 6th Workshop and 9th Expert Meeting, Lérida (España), 2003.

M.L.L. Gascón, J.M Corberán, J.A. García  
**"Construction of high-order Schemes for Hyperbolic Equations involving Source Terms."**

Proceedings of the 6th International ESAFORM Conference on Material Forming, Salerno (Italia), 2003.

Pineda Sanchez, Manuel; Roger Folch, Jose; Perez Cruz, Juan  
**"Distributed Control of a Multi-vendor PLC network with a central computer using OPC Technology"**

Proceedings of the Congreso Luso-Español de Ingeniería Electrotécnica, Vilamoura (Algarve) Portugal, pp. 41, 2003.

Pineda Sanchez, Manuel; Roger Folch, Jose; Perez Cruz, Juan; Arago Ramos, Emilio  
**"Distributed Control with a MultiPLC System Using an Industrial Network"**

Proceedings of the Congreso Luso-Español de Ingeniería Electrotécnica, Vilamoura (Algarve) Portugal, pp. 3109-3114, 2003.

Pineda Sanchez, Manuel; Roger Folch, Jose; Perez Cruz, Juan; Puche Panadero, Ruben  
**"Remote Control through Internet of programmable logic controllers using OPC technology"**

Proceedings of the Congreso Luso-Español de Ingeniería Electrotécnica, Vilamoura (Algarve) Portugal, pp. 385-390, 2003.

Roger Folch, Jose; Gomez Lazaro, Emilio; Fuentes Moreno, Juan Alvaro; Molina, Antonio

**"Study of the magnetic field in transformer core joints using FEM"**

Proceedings of the Congreso Luso-Español de Ingeniería Electrotécnica, Vilamoura (Algarve) Portugal, pp. 1185-1190, 2003.

J. Roger, M. Riera, M. Victor

**"2D FEM analysis of 3D magnetic structures by using topological transformations. Application to the design of a micro-relay"**

Proceedings of the XI International Symposium on Electromagnetic Fields in Electrical Engineering (ISEF 2003), Maribor, (Slovenia), pp: 1185-1190, 2003.

C. Álvarez, A. Gabaldón, F.J. García Franco, J.A. Fuentes, A. Molina  
**"Thermal energy storage opportunities for residential space cooling: a technology to manage demand response and reduce customer costs"**

Proceedings of the European Power And Energy Systems, Marbella (España), pp 20-26, 2003.

J. Sancho y J. L. Muñoz-Cobo

**"Evaluation of radiological consequences of DBA and DEC postulated events applied to EP1000 design"**

Proceedings of the American Nuclear Society, 2003

A. Sekhri y J. L. Muñoz-Cobo

**"Conversion of Cofrentes nuclear power plant model to the consolidated code TRAC-M and comparative analysis of a LOCA performed with TRAC-BF1 and TRAC-M"**

Proceedings of the American Nuclear Society, 2003

J.L. Muñoz-Cobo

**"Natural circulation and stability performance of BWRs"**

NACUSP: Conclusion Symposium, Proceedings of the FISA EU Research in Reactor Safety, 2003

Y. Rugama, J.L. Muñoz-Cobo

**"Application of the stochastic transport theory to reactivity measurements in a subcritical assembly driven by a pulse source"**

Proceedings of the M&C, 2003

J.M Corberán, J. Urchueguía, J. González, E. Navarro

**"Comparativa experimental de una serie de Compresores de Pistón utilizando Propano (R290) y R407C como Refrigerantes."**

XVI Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, 2004.

J.M Corberán, J. Urchueguía, J. González, J. Blanco

**"Diseño de un Intercambiador de Tubos y Tas para una Bomba de Calor Reversible Aire-Agua con Propano (R290) como refrigerante."**

XVI Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, 2004.

J.M Corberán, J. Urchueguía, J. González, J. Blanco, J. Santiago

**"Estudio de Caracterización de una Bomba de Calor Agua-Agua usando R407c como refrigerante."**

XVI Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, 2004.

J.M Corberán, J. Santiago, E. Cuadros

**"Estudio experimental de coeficientes de Convección en Intercambiadores Compactos de Aletas planas y dentadas."**

XVI Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, 2004.

J.L. Muñoz-Cobo, D. Ballester

**"Desarrollo analítico del método de Feynman para la determinación de la subcriticidad en un ADS con fuentes pulsadas externas"**

30 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Alicante, Revista de la Sociedad Nuclear Española CD Vol. 1, pp. S03 07.1-S03 07.8, 2004.

F. Reventós, C. Pretel, M. Sánchez, R. Mendizábal, C. Cirauqui, J.C. Martínez-Murillo, C. Queral, J.L. Muñoz-Cobo, V. Serradell, L. Batet  
**"Estudio de escenarios de dilución de boro y operación en modo parada. Proyecto SETH"**  
30 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Alicante, Revista de la Sociedad Nuclear Española CD Vol. 1, pp. S06 09.1-S06 09.2, 2004.

S. Méndez, S. Chiva, J. L. Muñoz-Cobo, J. Santiago  
**"Instrumentación de la Instalación PUMA, para medidas de flujo bifásico y transporte de área interfacial"**  
30 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Alicante, Revista de la Sociedad Nuclear Española, CD Vol. 1, pp. S07 09.1-S07 09.7, 2004.

J.L. Muñoz-Cobo, A. Sekhri, S. Chiva, R. Mendizábal, F. Pelayo  
**"Promediado del Coeficiente de Transferencia de Calor del Huelgo en Núcleos Mixtos"**  
30 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Alicante, Revista de la Sociedad Nuclear Española CD Vol. 1, pp. S07 11.1- S07 11.9, 2004.

S. Chiva, J.L. Muñoz-Cobo, S. Mendez  
**"Análisis Post-Test del Experimento de Dilución de Boro PKL-E\_2.1 con el código RELAP V.2 e interpretación de los resultados"**  
30 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Alicante, Revista de la Sociedad Nuclear Española CD Vol. 1, pp. S24 05.1- S24 05.12, 2004.

A. Escrivá, J.C. de la Rosa, J. Sancho, J.L. Muñoz-Cobo  
**"Aplicación de la metodología CSAU a un transitorio ATWS"**  
30 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Alicante, Revista de la Sociedad Nuclear Española CD Vol. 1, pp. S07 08.1- S07 08.8, 2004.

A. Escrivá, J.L. Muñoz-Cobo, J. Melara, Y. Tofiño, M. Albendea  
**"Implementación de la cinética 1D en el código LAPUR"**  
30 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Alicante, Revista de la Sociedad Nuclear Española CD Vol. 1, pp. S07 10.1- S07 10.7, 2004.

J.L. Muñoz-Cobo, A. Escrivá, M. Mota, B. Cubián  
**"Efecto de la rugosidad en las tuberías sobre las medidas de caudal"**  
30 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Alicante, Revista de la Sociedad Nuclear Española, CD Vol. 1, pp. S07 13.1- S07 13.9, 2004.

C. del Prá, L.E. Herranz, J.L. Muñoz-Cobo, A. Escrivá  
**"ARISG-MCNP: Modelo probabilista de la eficiencia de retención de partículas en el secundario de un generador de vapor durante secuencias SGTR"**  
30 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Alicante, Revista de la Sociedad Nuclear Española CD Vol. 1, pp. S10 01.1- S10 01.5, 2004.

J. Melara, Y. Tofiño, A. Escrivá, J.L. Muñoz-Cobo, M. Albendea  
**"Ventajas del sistema DROP: Evaluación de los márgenes de estabilidad en un arranque de CN Cofrentes"**  
30 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Alicante, Revista de la Sociedad Nuclear Española CD Vol. 1, pp. S19 02.1-S19 02.8, 2004.

A. Escrivá, D. Ballester, J.L. Muñoz-Cobo, P. Mata  
**"Análisis de estabilidad de la Central Nuclear de Leibstadt en el proyecto NACUSP"**  
30 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Alicante, Revista de la Sociedad Nuclear Española CD Vol. 1, pp. S24 08.1- S24 08.6, 2004.

M. Riera, J. Antonino, J. Roger, P. Molina.  
**"Detection of Broken Rotor Bars in Induction Machines through the Study of the Startup Transient via Wavelet Decomposition"**  
Proceeding of the 9th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, Rumania, 2004.

J. Roger, J. Antonino, M. Riera, P. Molina.  
**"A New Method for the Diagnosis of Rotor Bar Failures in Induction Machines via Wavelet Decomposition"**  
Proceeding of the 16 th International Conference on Electrical Machines, Technical University of Lodz, Poland, 2004.

S. Valero, M. Ortiz, F. García Franco, N. Encinas, A. Gabaldón, A. Molina, E. Gómez Lázaro  
**"Characterization and Identification of Electrical Customers Through the Use of Self-Organizing Maps and Daily Load Parameters"**  
Proceeding of the Power Systems Conference and Exposition, New York, 2004.

S. Valero, M. Ortiz, F. García Franco, N. Encinas, E. Gómez Lázaro, A. Molina y A. Gabaldón  
**"Electrical customers classification through the use of self-organizing maps"**  
Proceedings of the Eighth IASTED International Conference Artificial Intelligence And Soft Computing, Marbella (España), pp 282-288, 2004.

N. Encinas, A. Domijan, C. Álvarez, J. Rodríguez, J.A. Masiello  
**"Settlement Computation in Demand Response Programs: Comparing Baseline Methods"**  
Proceedings of the Seventh IASTED International Conference On Power and Energy Systems, Clearwater (Florida), 2004.



S. Valero, M. Ortiz, C. Senabre, C. Álvarez, F. García Franco, N. Encinas, A. Gabaldón, J. Fuentes, I. Ramírez, L. Fernández  
**"Application Of Self-Organizing Maps For Classification And Filtering Of Electrical Customer Load Patterns"**

Proceedings of the Seventh IASTED International Conference On Power and Energy Systems, Clearwater (Florida), 2004.

A. Molina, M. Kessler, C. Álvarez, M. Ortiz, and S. Valero  
**"Euler-Maruyama Discrete Approximation Method: Application to Residential Load Aggregation Problem"**

Proceedings of the Seventh IASTED International Conference On Power and Energy Systems, Clearwater (Florida), 2004.

M.D. de Gracia, D. Alfonso y A. Pérez-Navarro  
**"Experimental and Computational Modelling of Thermochemical Processes in Circulating Fluidized Bed for Biomass Conversion Optimization"**

Proceedings of the 9th Workshop on Transport Phenomena in Two-phase Flow, Borovets (Bulgaria), Vol 1, pp. 40-51, 2004.

J.L. Muñoz-Cobo, S. Chiva, A. Escrivá  
**"Influence of Subcooled Boiling on Out-of-Phase Oscillations in Boiling Water Reactor"**

Proceedings of the 3rd International Symposium on Two-Phase Flow Modelling and Experimentation, Pisa (Italy), CD Vol. 1, pp. SRN1.1-SRN1.9, 2004.

J.L. Muñoz-Cobo, J. Peña, L.E. Herranz, A. Pérez-Navarro  
**"Steam condensation on finned tubes of heat exchangers in presence of non-condensables gases and aerosols: influence of impaction, diffusiophoresis and settling on aerosol deposition"**

Proceedings of the 3rd International Symposium on Two-Phase Flow Modelling and Experimentation, Pisa (Italy), 2004.

J.M Corberán, R. Royo, M. LL. Gascón  
**"Esquemas numéricos avanzados para el cálculo del flujo por el interior de los motores de combustión interna alternativos."**

Proceedings of the XIV Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones (ENIEF), Bariloche (Argentina), pp. 2159-2178, 2004.

J.M Corberán, J. Urchueguía, J. González  
**"An experimental study of the mass flow characteristics of R22, R290 and R410a through a manual expansion valve."**

Proceedings of the 4th European Thermal-Sciences Conference, Birmingham (Reino Unido), pp. 500-504, 2004.

E. Navarro, J.M Corberán, J. Urchueguía, J. González  
**"Experimental Investigation of Performance and Oil Circulation Rate in Reciprocating Compressors of Different Size using Propane (R290) as Refrigerant"**

Proceedings of the 4th European Thermal-Sciences Conference, Birmingham (Reino Unido), pp. 440-445, 2004.

J.M Corberán, J. González, D. Fuentes, R. Blasco  
**"'ART', a design and optimization software for automotive air conditioning systems."**

Proceedings of the Fisita World Automotive Congress, pp. 47, 2004.

E. Navarro, J. Urchueguía, J. González, J.M Corberán  
**"Comparative Experimental Investigation of Oil behaviour in a Hermetic Piston Compressor using Propane (R290) as Refrigerant."**

Proceedings of the 6th IIR-Gustav Lorentzen Conference on Natural Working Fluids, Glasgow (Reino Unido), pp. 45-49, 2004.

E. Navarro, J. Urchueguía, J. González, J.M Corberán  
**"Comparative Experimental Investigation of Performance in Reciprocating Compressors of Different Size using Propane (R290) and R407s as Refrigerant."**

Proceedings of the 6th IIR-Gustav Lorentzen Conference on Natural Working Fluids, Glasgow (Reino Unido), pp. 10-15, 2004.

J.M Corberán, D. Fuentes, J. González  
**"Numerical Calculation of Mass Flow Rate in Capillary Tubes using 'ART', an advanced Simulation Software."**

Proceedings of the International Refrigeration Conference, Indiana (Estados Unidos), pp. 100-105, 2004.

D. Fuentes, J.M Corberán, A. Pérez-Navarro  
**"Numerical Calculation of Critical Mass Flow Rate in Adiabatic Capillary Tubes."**

Proceedings of the 3rd International Symposium on Two-Phase Flow Modelling and Experimentation, Pisa (Italia), pp. 500-515, 2004.

J.M Corberán, J. Urchueguía, J. González, J. Santiago, M. AitBahajji  
**"Study about the flashing process through a metering expansion valve."**

Proceedings of the 3rd International Symposium on Two-Phase Flow Modelling and Experimentation, Pisa (Italia), pp. 100-105, 2004.

## FORMACIÓN AVANZADA EN TECNOLOGÍA ENERGÉTICA

### ADVANCED EDUCATION IN ENERGY TECHNOLOGY

El IIE realiza anualmente una extensa oferta de módulos formativos que cubren un importante abanico de fundamentos y aplicaciones del sector Energético. El objetivo de este programa de formación avanzada es ofrecer a los profesionales del Sector una oportunidad de actualizar y profundizar en el conocimiento y comprensión de los fundamentos de la Ciencia y Tecnología de este Sector, y de adquirir una visión del estado del arte actual de las mismas. La oferta formativa está igualmente dirigida a recién titulados que deseen adquirir una formación diferenciada y mejorar su capacitación en el área energética.

Actualmente el IIE oferta dos títulos de Especialista Universitario denominados respectivamente, Tecnología Energética: intensificación Gestión de Energía Eléctrica y Tecnología Energética: intensificación Térmica y Renovables.

Ambos constan de 200 horas (20 créditos) de clases, que se pueden realizar en un semestre (Enero a Julio), o a lo largo de varios, dependiendo de la disponibilidad horaria del alumno. Los cursos tienen un conjunto de asignaturas que son comunes a ambos títulos, y otro que es específica de cada intensificación.

La impartición de las diferentes asignaturas está programada a lo largo del año académico, de Enero a Julio, en clases vespertinas de tres horas, de 16h30 a 19h30, de lunes a jueves. Este horario ha sido escogido para facilitar el seguimiento de los módulos formativos por parte de los profesionales del Sector, a quienes va especialmente dirigido. Los contenidos de las diferentes asignaturas han sido concebidos para ser impartidos en siete o diez sesiones según sea la duración de la asignatura.

A continuación se muestra el conjunto de asignaturas que se han impartido anualmente durante el período cubierto por de la presente memoria:

The IIE offers a wide variety of annual academic modules that address the fundamentals and applications in Energy. The objective of this advanced academic program is to offer professionals an opportunity to refresh and enhance their knowledge and understanding of energy basics in Science and Technology and to acquire a global vision of the current state of the art. The academic program also targets recently graduated students who desire a differentiated education and wish to continue their preparation in the field of energy.

At the time being, the IIE offers two University Specialist Diplomas denominated, 1) Energy Technology, specialising in Electrical Energy Management, and 2) Energy Technology, specialising in Renewable and Thermal Energy. Both diplomas require 200 hours (20 credits) of lecture that can be followed in one semester (January to July) or throughout several semesters, depending on the availability of the student. The programs include several courses that are common to both diplomas while others are specific to each specialisation.

The different courses are distributed throughout the academic year, from January to July, in classes of three hours, Monday to Thursday from 16.30 to 19.30. This schedule allows professionals, the target market for the program, to attend the formative modules. The contents of the different subjects are structured in seven or ten sessions depending on the duration of the course. Below are the courses offered during the period discussed in this report:

#### TECNO. ENERGÉTICA: INTENSIFICACIÓN EN GESTIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

##### ENERGY TECHNOLOGY: ELECTRICAL ENERGY MANAGEMENT

- A1. Eficiencia y Calidad en Instalaciones Eléctricas de Usuario  
30 h. [Efficiency and Quality at User Electrical Installations](#)
- A2. Sistemas y Mercados Eléctricos  
30 h. [Electrical Systems and Markets](#)
- A3. Diseño y Operación de Redes Eléctricas de Distribución  
30 h. [Design and Operation of Electrical Networks of Distribution](#)
- A4. Mantenimiento Predictivo y Preventivo  
30 h. [Predictive and Preventive Maintenance](#)
- A5. Análisis Dinámico y Control Electrónico de Máquinas Eléctricas Rotativas  
30 h. [Dynamic Analysis and Electronic Control of Electrical Rotative Machines](#)
- A6. Métodos Numéricos para el Diseño de Máquinas y Equipos Eléctricos  
30 h. [Numerical Methods for Machinery and Electrical Equipment Design](#)

#### TECNOLOGÍA ENERGÉTICA: INTENSIFICACIÓN TÉRMICA Y RENOVABLES

##### ENERGY TECHNOLOGY: THERMAL AND RENEWABLE

- B1. Análisis, Modelado y Optimización de Sistemas Térmicos  
30 h. [Analysis, Modelling, and Optimisation of Thermal Systems](#)
- B2. Energías Renovables  
40 h. [Renewable Energies](#)
- B3. Análisis Energético Económico de Centrales Eléctricas  
30 h. [Energetic-Economic Analysis of Electrical Plants](#)
- B4. Tecnologías Energéticas Avanzadas  
30 h. [Advanced Energy Technologies](#)
- B5. Sistemas e Instalaciones de Refrigeración  
40 h. [Cooling Systems and Installations](#)
- B6. Fisión y Fusión Nuclear, Tecnologías Futuras  
30 h. [Fission and Nuclear Fusion, Future Technologies](#)

#### TECNOLOGÍA ENERGÉTICA: BLOQUE COMÚN

##### ENERGY TECHNOLOGY: COMMON BLOCK

- C1. Análisis Avanzado de la Señal  
40 h. [Advanced Signal Analysis](#)
- C2. Fuentes de Información en Investigación Energética  
20 h. [Information Sources on Energy Research](#)
- C3. Dinámica de Fluidos Computacional  
30 h. [Computational Fluid Dynamics](#)
- C5. Técnicas de Medida y Adquisición  
30 h. [Measurement and Acquisition Techniques](#)
- C6. Aplicación de Redes Neuronales y Lógica Difusa a los Sstmas. de Energía  
20 h. [Application of Neuronal Networks and Diffuse Logic at Energy Systems](#)
- A4. Mantenimiento Predictivo y Preventivo  
30 h. [Predictive and Preventive Maintenance](#)
- B2. Energías Renovables  
40 h. [Renewable Energy](#)
- B3. Análisis Energético Económico de Centrales Eléctricas  
30 h. [Energetic-Economic Analysis of Electrical Power Plants](#)

## DOCTORADO EN TECNOLOGÍA ENERGÉTICA PHD IN ENERGY TECHNOLOGY

The IIE offers the possibility of completing postgraduate studies to obtain the degree of doctor (Ph.D.) in the field of Energy Technology. The studies are structured in three stages: educational, research, and the development of the doctoral thesis. During the academic period, the student should register for the postgraduate subjects to obtain 20 credits. Once completed these credits, the student receives the corresponding academic certificate. Subsequently, the student initiates the research period, consisting of supervised research projects and totalling at least 12 credits. When this stage has been completed, the student must pass an examination to evaluate the postgraduate education received and to be awarded the Diploma of Advanced Studies. Once obtained said diploma, the student is qualified to obtain the title of doctor after completing the doctoral thesis and its subsequent defence at a public tribunal.

The IIE facilitates the continuation of the academic period by permitting its equivalency with the Advanced Education program, thus offering both degrees at the same time. For the research stage and the completion of the doctoral thesis, the IIE offers the opportunity of completing them jointly with scholarships and the participation in research projects within the Institute.

During the period 2003-2004, some twenty students completed their initial coursework and obtained the corresponding Diploma of Advanced Studies while three students successfully finalised their doctoral theses.

El IIE ofrece la posibilidad de realizar estudios de tercer ciclo conducentes a la obtención del título de doctor en el campo de la Tecnología Energética. Los estudios están divididos en tres períodos, el período de docencia, el de investigación, y el de realización del trabajo de tesis doctoral. Durante el período de docencia, el estudiante debe cursar asignaturas de tercer ciclo superando al menos un total de 20 créditos. Una vez superados, el alumno recibe el certificado académico correspondiente. A continuación debe realizar el período de investigación consistente en la realización de trabajos de investigación tutorados con una dedicación igual o superior a 12 créditos. Una vez superado dicho período el alumno debe presentarse a una prueba de evaluación del conjunto de formación de tercer ciclo recibida, y si la supera, recibe el Diploma de Estudios Avanzados. Una vez obtenido dicho diploma, el alumno queda facultado para, una vez realizado un trabajo de tesis doctoral adecuado poder presentarlo a defensa pública, y en caso de superar esta, obtener el correspondiente título de doctor.

El IIE facilita la consecución del período de docencia haciéndolo equivalente al de Formación Avanzada y por tanto ofreciendo ambos títulos a la vez. Para el período de investigación y el de realización de tesis doctorales, el IIE ofrece la oportunidad de realizarlos en conjunción con el disfrute de una beca y la participación en los proyectos de investigación del mismo.

En el periodo 2003-2004 han completado su formación de iniciación a la investigación y obtenido el diploma de estudios avanzados correspondiente, un total de veinte alumnos, y se han culminado tres tesis doctorales.



Resultados Encuestas: Tecnología Energética.

Survey results: Energy Technology



## PERSONAL PERSONNEL

### DIRECCIÓN DIRECTION

Ángel Pérez-Navarro Gómez

### ADMINISTRACIÓN ADMINISTRATION

Margarita Villar del Sanz

### RESPONSABLES DE ÁREA AREA RESPONSIBLE

Carlos Álvarez Bel  
José Miguel Corberán Salvador  
José Luis Muñoz-Cobo González  
José Roger Folch

### PROFESORES INVESTIGADORES FACULTY RESEARCHERS

Martín Riera Guasp  
Juan Pérez Cruz  
José Alfonso Antonino David  
Carlos Roldán Porta  
José González Macía  
Rafael Royo Pastor  
Javier Fermín Urchueguía Schölzel  
Vicente De Vicente Valiente  
Facundo A. Escrivá Castells  
José Sancho García  
Sergio Chiva  
Fernando Ibáñez  
Carlos Sánchez  
Isidoro Segura Heras

### INVESTIGADORES RESEARCHERS

Fco. Javier Alamar Rodríguez  
Nuria Encinas Redondo  
Juventino Santiago Ruiz  
David Alfonso Solar

### AYUDANTES DE INVESTIGACIÓN ASSISTANT RESEARCHERS

Emilio Aragón Ramos  
Carmina Martí Herraiz  
Rubén Puche Panadero  
Héctor Llovet Orenge  
Juan Antonio Cárcel Cubas  
Carlos Méndez Muñoz  
Manuel Alcázar Ortega  
Fco. José García Franco  
Javier Rodríguez García  
Iván Valencia Salazar  
Carlos Méndez Muñoz  
Clara Inés Buritica Arboleda  
Carlos Arturo Ramírez Escobar  
Mohammed Ait Bahajji  
Edwin Luis Cuadros Ríos  
David Alfredo Fuentes Díaz  
Israel Octavio Martínez Galván  
Fco. Javier Miguel Caravaca  
Giovanni Eduardo Romero Suárez  
Juan Manuel Belman Flores  
Sergio Cervera Mateo  
Aurelio José Olivet Sopilka  
Ismael Orquín Serrano  
Luis Alfredo Patiño Carrillo  
Emilio Navarro Peris  
Manuel Povo Mora  
Julián Urrea López  
Hugo Sahuquillo Pascual  
Miguel Esparcia Ribelles  
Abdelkhrim Sekhri  
Daniel Ballester  
Juan Carlos de la Rosa  
Santos Méndez Díaz  
Tíndaro Cicero  
Antonio Geraldo  
María Dolores de Gracia Villanueva

### INGENIEROS DE SOFTWARE SOFTWARE ENGINEERS

Álex Ávila Palacios  
Rafael Blasco Lluch  
Daniel Calzada Grau  
Juan Ángel García Pardo  
Raúl Ros Pérez  
David Peris Pardo

