

CATÁLOGO DE
 OFERTA TECNOLÓGICA,
 SERVICIOS TÉCNICOS
 Y PROGRAMAS DE I+D
 TECHNOLOGY PORTFOLIO,
 TECHNICAL SERVICES
 AND R&D NETWORKS

Tecnologías
 Aeroespaciales
 Aerospace Technologies





CATÁLOGO DE
OFERTA TECNOLÓGICA,
SERVICIOS TÉCNICOS
Y PROGRAMAS DE I+D

TECHNOLOGY PORTFOLIO,
TECHNICAL SERVICES
AND R&D NETWORKS

Tecnologías Aeroespaciales Aerospace Technologies



www.madrimasd.org



Conecte su empresa a Europa



www.madrid.org

EDITA

Fundación madri+d para el Conocimiento

COORDINACIÓN TÉCNICA Y EDITORIAL



Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación
del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PROYECTO GRÁFICO

base 12 diseño y comunicación, s.l.

SUMARIO / SUMMARY

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION | 4-5 |

OFERTA TECNOLÓGICA/ TECHNOLOGY PORTFOLIO | 7 |

- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) | 8 |
- Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) | 12 |
- Universidad de Alcalá (UAH) | 57 |
- Universidad Antonio de Nebrija (UAN) | 62 |
- Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) | 67 |
- Universidad Complutense de Madrid (UCM) | 87 |
- Universidad Pontificia Comillas (UPCO) | 91 |
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM) | 96 |

SERVICIOS TÉCNICOS / TECHNICAL SERVICES | 119 |

- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) | 120 |
- Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) | 123 |
- Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) | 136 |
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM) | 138 |
- Universidad Rey Juan Carlos (URJC) | 145 |

PROGRAMAS DE ACTIVIDADES DE I+D EN TECNOLOGÍAS AEROESPACIALES DE LA COMUNIDAD DE MADRID / R&D MADRID NETWORKS. SUPPORTED BY GENERAL DIRECTORATE OF RESEARCH AND UNIVERSITIES. COMUNIDAD DE MADRID | 149 |

- ASTRID 05 | 151 |
- ASTROCAM | 158 |
- ESTRUMAT | 163 |
- FOTOFLEX-CM | 171 |
- SIMUMAT | 175 |

ENLACES DE INTERÉS / LINKS OF INTEREST | 181 |

INTRODUCCIÓN

La Comunidad de Madrid acoge un elevado número de instituciones generadoras de conocimiento con un claro impacto en la riqueza y el bienestar regional. Sin embargo, es necesario crear canales adecuados de comunicación entre la comunidad investigadora, que aporta resultados y avances científicos, y las empresas, capaces de aplicar las soluciones y descubrimientos a las necesidades industriales o al desarrollo de nuevos o mejorados productos y servicios. Dinamizar y sintonizar intereses y retos socio-económicos con las agendas y resultados de investigación de los grupos científicos es uno de los objetivos del Sistema madri+d.

Mediante la edición de los Catálogos de Oferta Tecnológica, Servicios Técnicos y Programas de Actividades de I+D, el Sistema madri+d desea hacer visible las líneas de trabajo, resultados y tecnología generada en las universidades y centros públicos de investigación, así como el potencial y amplio abanico de servicios técnicos que ofrece la Red de Laboratorios madri+d.

Esta colección de catálogos se ha concebido como una herramienta de promoción tecnológica, tanto regional, favoreciendo la comunicación entre oferentes y demandantes de tecnología del Sistema madri+d, como en el ámbito nacional e internacional, ya que su contenido será presentado y difundido a través de la Red Europea de Asesoramiento Empresarial (Enterprise Europe Network).

La publicación del **Catálogo de Oferta Tecnológica, Servicios Técnicos y Programas de I+D en Tecnologías Aeroespaciales**, promovida por la Fundación madri+d para el Conocimiento, ha sido posible gracias a las contribuciones y compromiso de las unidades de transferencia de tecnología de las distintas instituciones y miembros del Sistema madri+d. La coordinación técnica y editorial ha sido supervisada por la **Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación del INTA**.

Con esta iniciativa, la administración regional acerca y promueve el aprovechamiento económico y social de la ciencia, buscando vías de encuentro entre los entornos académico y empresarial.

Junio 2008

INTRODUCTION

The Regional Government of Madrid gathers a large number of knowledge-generating institutions that make a huge impact on the Region's wealth and welfare. But this effort would be worthless in the absence of the right communication channels between the research community (with its output and scientific breakthroughs) and businesses (which turn such solutions and breakthroughs into new and improved products and services).

One of the goals of madri+d is to promote the agenda and research output of scientific communities, making them compatible with the region's socio-economic interests and challenges.

By publishing the Regional Technology Portfolio, Technical Services and R&D Networks, madri+d system wants to take visible those technologies, research lines and results generated in different universities and public research centers of the region, thus promoting the potential and broad range of technical services provided by the madri+d Laboratory Network.

This collection of catalogues has been conceived as a tool for the enhancement of technological progress, both at a regional level (improving communication between those who supply and those who request technologies within the madri+d System) as well as at a national and international level, since its contents will be presented and disseminated through the Enterprise Europe Network.

The publication of **Aerospace Technologies Portfolio, Technical Services and R&D Networks**, promoted by the Fundación para el Conocimiento madri+d, has been possible thanks to the contribution and commitment of the Technology Transfer Units of different institutions and members of the madri+d System. Technical and editorial coordination was overseen by the **INTA Research Findings Transfer Bureau**.

With this initiative, the Regional Government of Madrid encourages the social and economic exploitation of science, bringing it closer to its users, with the aim of finding a common ground where the worlds of academia and business can cooperate.

June 2008

OFERTA TECNOLÓGICA

TECHNOLOGY PORTFOLIO



Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

CSIC_01 Emisión secundaria de electrones y rendimiento de fotoemisión de materiales de la primera pared de satélites espaciales. Supresión del efecto Multipactor | 9 |

CSIC_01 Secondary electron emission and photoemission yield of the first wall materials of satellites. Suppression of the Multipactor effect | 9 |

Emisión secundaria de electrones y rendimiento de fotoemisión de materiales de la primera pared de satélites espaciales. Supresión del efecto Multipactor

Secondary electron emission and photoemission yield of the first wall materials of satellites. Suppression of the Multipactor effect

RESEARCHER/S Dra. Isabel Montero Herrero
ORGANIZATION Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (CSIC)
DEPARTMENT Surface Physics and Engineering

9

RESUMEN

El Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid perteneciente al CSIC, cuenta con las técnicas de análisis de superficies más avanzadas, entre las que destaca las medidas pulsadas de emisión secundaria de electrones de materiales aislantes y conductores y las medidas de fotoemisión en el ultravioleta lejano en ultra-altovacío. Técnicas imprescindibles para el estudio de materiales con aplicación en satélites espaciales y por tanto para la industria espacial.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

Es una tecnología innovadora en la prevención del efecto *Multipactor*, el principal factor que limita la potencia de los equipos de radiofrecuencia en el espacio, como por ejemplo, los radares de apertura sintética (Advanced Synthetic Aperture Radar) o los sistemas de comunicación en satélites espaciales. Las investigaciones se llevan a cabo por dos grupos de investigación de la Comunidad de Madrid: El Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid del CSIC y el departamento de Física Aplicada de la Universidad Autónoma de Madrid. Este proyecto se fundamenta en los resultados de las investigaciones previas de gran interés científico realizadas por el equipo, a la vanguardia en este campo. El objetivo fundamental de los nuevos materiales y la estructuración de sus superficies a escala nanométrica es mejorar significativamente las propiedades que posee el recubrimiento Alodine, estándar de referencia de la Agencia Europea del Espacio, para disminuir la emisión secundaria de electrones que realimenta la descarga *Multipactor*. El objetivo principal es innovador ya que propone recubrimientos multicapas con fuerte estructuración superficial a escala nanométrica para obtener la combinación de propiedades buscadas: i) bajo coeficiente efectivo de emisión secundaria de electrones, ii) buena conductividad eléctrica superficial, y iii) renuencia frente a la acción del aire.

ABSTRACT

The Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid from CSIC, has the most advanced surface analytical techniques. They are remarkable the pulsed secondary electron emission measurements of dielectrics and conductive materials and the ultra-high vacuum photoemission yield measurements. These techniques are essential for study spacecraft materials and for the spatial industry.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

This programme is a new technological approach in prevention of *Multipactor* effect, which limits the power attainable in radio-frequency devices in space such as advanced synthetic aperture radar or satellite communication systems. The fundamental goal of proposed new materials and surfaces structured in a nanometric scale, is to improve significantly the properties of Alodine coating, reference standard of the European Space Agency, for reducing the secondary electron emission, feedback mechanism of the *Multipactor* discharge. This project is developed by two research groups: Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid of CSIC and the department of Física Aplicada de Universidad Autónoma of Madrid. This work is based on the research made by our team, leading in this field, which has performed all the research of the European Space Agency in this field. The fundamental objective is innovative: multilayered coatings with strong surface nanometric structure for achieving the desired properties: i) very low effective yield of secondary electron emission, ii) good surface electrical conductivity, and iii) reluctance against the action of atmosphere.



Figura 1. El efecto Multipactor representa un grave problema en los satélites espaciales actuales.

Figure 1. Multipactor effect continues to be a problem in modern satellite systems.

| ASPECTOS INNOVADORES |

La investigación de este equipo de investigación de la Comunidad de Madrid, en colaboración con la Agencia Espacial Europea, para aplicaciones en el espacio, es la única de su nivel en Europa y a la vanguardia internacionalmente. Esta tecnología sirve para obtener los parámetros clave en el efecto Multipactor tales como el coeficiente de emisión secundaria, el flujo y dosis de fotones y la reflectividad de fotones y la fotoemisión, y desarrollar las investigaciones en el campo de los materiales nanoestructurados para su aplicación en dispositivos en el espacio, en particular, de alta potencia de RF.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

Las ventajas y relevancia científica, tecnológica, e incluso económica de la resolución del efecto Multipactor se manifiestan notoriamente en las jornadas sobre Multipactor (MULCOPIM) que organiza bianualmente la Agencia Europea del Espacio (ESA). Además, el efecto Multipactor representa también un grave problema en otras tecnologías avanzadas como aceleradores de partículas, generadores de microondas, y dispositivos de plasma toroidales para la fusión nuclear.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Cooperación técnica.

| INNOVATIVE ASPECTS |

This research on multipactor coatings for space applications carried out by research groups from the Madrid region in collaboration with the European Space Agency is unique of its level in Europe and in the international vanguard. The technology investigates key processes in multipactor such as secondary electron emission, photon reflectivity, and photoemission, and develops nanostructured materials and surfaces for its space application.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

The advantages and the scientific, technological, and economical relevance of solving the problem posed by the Multipactor effect are clearly exposed in ESA Work Shops every two years. The Multipactor effect is also a severe problem in other advanced technologies such as high energy particle accelerators, microwave generators, and toroidal plasma devices for nuclear fusion.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Technical cooperation.

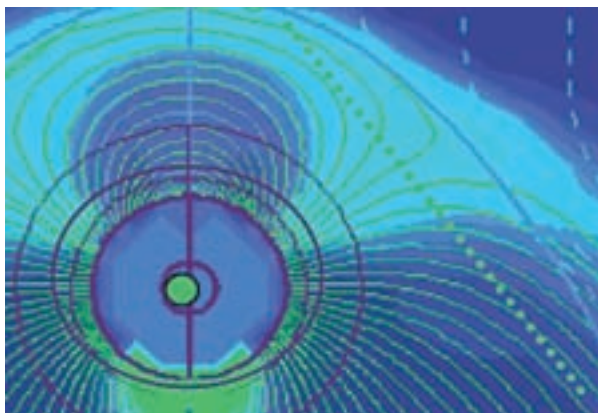


Figura 2. Interacción de los satélites con el plasma en el espacio.

Figure 2. Spacecraft plasma interactions.

11



Comentarios

- *Perfil de la empresa a la que le podría interesar incorporar la tecnología (sector, tamaño, país...):* Todas las empresas que fabriquen componentes para el sector espacial y trabajen en el rango de micro-ondas.
- *Actividad concreta que debe realizar la empresa:* Facilitar materiales y probar el efecto Multipactor.
- *Coste, tanto de equipamiento como de personal, que le supondría a la empresa incorporar la tecnología:* Bajo coste.
- *Cita alguna empresa en la que encajaría claramente la tecnología:* RIMSA, TESAT, ALCATEL.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- En fase de desarrollo.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

- Patente solicitada.

Comentarios

Se trata de una patente con la participación de la ESA, UAM, la empresa TESAT y CSIC.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto europeo.
- Proyecto nacional.

Comments

- *Type of partner sought (such as: industry, academy, research organization, size, nationality...):* Space Industry and EU research organizations.
- *Specific area of activity of the partner:* Space Telecommunications or/and scientific research.
- *Tasks to be performed:* Materials preparation and Multipactor Test.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Development phase.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent applied.

Comments

Patent with the participation of ESA, UAM, TESAT (Germany) and CSIC.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- European RTD project.
- National project.

CONTACT PERSON: Isabel Montero Herrero

ORGANIZATION: Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid

PHONE: +34 91 334 90 85 **FAX:** +34 91 372 96 23 **E-MAIL:** imontero@icmm.csic.es

OFERTA TECNOLÓGICA

TECHNOLOGY PORTFOLIO



Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

INTA_01	Sistema integrado de vigilancia aérea (SIVA) 13	INTA_01	Integrated aerial surveillance system (SIVA) 13
INTA_02	Avión ligero de observación (ALO) 16	INTA_02	Lightweight observation air vehicle (ALO) 16
INTA_03	BERTA: Resolvedor Transparente a la Malla 19	INTA_03	BERTA: Grid Transparent Solver 19
INTA_04	Cámara Pancromática de Alta Resolución embarcable en Satélite para Observación de la Tierra 23	INTA_04	High Resolution Panchromatic Camera for Earth Observation Applications 23
INTA_05	Fusión de sensores de bajo coste para aeronaves no tripuladas 26	INTA_05	Low cost sensor fusion for unmanned aerial vehicles 26
INTA_06	Método y dispositivo para la gestión de misión de un vehículo aéreo no tripulado 29	INTA_06	Method and arrangement of mission management of an unmanned aerial vehicle 29
INTA_07	Validación para Planificación de Misión de Vehículos Aéreos no tripulados (UAVs) 32	INTA_07	Mission Planning Validation for Unmanned Air Vehicles (UAVs) 32
INTA_08	Método para el control de los parámetros de entrada a un sistema de control de un vehículo aéreo 35	INTA_08	Method of controlling input parameters of a control system of an aerial vehicle 35
INTA_09	Aparato portátil robotizado para la detección de sustancias o analitos 38	INTA_09	Robotized portable device for the detection of analytes 38
INTA_10	Antenas planas de microondas para aplicaciones terrenas y espaciales 42	INTA_10	Microwave flat antennas for ground and space applications 42
INTA_11	Radar de Apertura Sintética (SAR) 45	INTA_11	Synthetic aperture radar (SAR) 45
INTA_12	CIRCE: Software de diseño de alas 48	INTA_12	CIRCE: Software for wing design 48
INTA_13	DIANA: Blanco Aéreo UAV de Alta Velocidad 51	INTA_13	DIANA: High Speed Target Drone 51
INTA_14	HADA: Helicóptero Adaptativo Avión 54	INTA_14	HADA: Adaptive Aircraft Helicopter 54

Sistema integrado de vigilancia aérea (SIVA)

Integrated aerial surveillance system (SIVA)

RESEARCHER/S Francisco Muñoz Sanz
ORGANIZATION Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
DEPARTMENT Aeronautic Programmes

RESUMEN

El departamento de Programas Aeronáuticos del INTA ha desarrollado un sistema completo de vigilancia aérea no tripulado de uso civil y militar. Cada sistema completo se compone de una flota de cuatro vehículos aéreos no tripulados (UAVs), y un segmento terreno que consta de una estación de control. Este sistema se complementa con un lanzador neumático que permite que la aeronave se pueda operar con independencia de la disponibilidad de pistas adecuadas. Se trata de un sistema electroóptico que permite la transmisión en tiempo real de imágenes con una elevada tasa de transmisión, y alcance en condiciones de línea de vista radioeléctrica de más de 100 km. El Instituto busca realizar acuerdos de marketing y de fabricación.

ABSTRACT

The Aeronautic Programs department of INTA has developed a complete aerial robotic surveillance system for both civil and military applications. Each system is composed of four unmanned air vehicles (UAV), and a terrestrial segment that consists of a control station. It can be launched by means of a pneumatic ramp, thus allowing complete independence of a runway. This is an electrooptical system that provides real-time imagery transmission with a high transmission rate, and a range in radioelectric view line conditions up to 100 kilometers. The Institute is looking for marketing and manufacturing agreements.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El Departamento de Programas Aeronáuticos del INTA ha desarrollado un sistema completo de vigilancia electroóptica por medio de vehículos aéreos no tripulados (UAVs).

El vehículo aéreo cuenta con un sistema sofisticado de navegación, guiado y control de vuelo y de misión. El conjunto de la carga útil (sensores electroópticos) va integrado en un módulo retráctil que se aloja en la zona ventral del fuselaje. Son embarcables las cargas útiles de observación (Radar de Apertura Sintética) o de detección y perturbación de señales electrónicas entre las de aplicación militar, y otras diversas, como detección de contaminantes, entre las de aplicación civil. Cada sistema completo se compone de una flota de cuatro vehículos aéreos no tripulados contenidos en una única unidad de transporte y listos para ser lanzados desde una Estación de Control móvil y transportable por cualquier medio estándar que posea las medidas adecuadas. Desde esta estación de control se controla y realiza el seguimiento del UAV utilizando dos enlaces: uno ascendente de telemando en banda UHF y otro descendente en banda S para teledatada.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The Aeronautic Programmes Department of INTA has developed a complete aerial robotic electrooptical surveillance system. Each UAV is equipped with a sophisticated navigation, guidance mission and flight control system. Payload module (electrooptical sensors) is retractable, located in the center fuselage. Among several possible payloads are those of Synthetic Aperture Radar (SAR) or detection and perturbation of electronic signals. There are other civil applications, like detection of pollutants.

Each system is composed of four unmanned air vehicles (UAV), a ground control station and the associated launch and recovery subsystems. All those are fitted in standard containers and the whole system is mobile for deployment. The ground control station controls and tracks the UAV using both two links, the UHF-band TC uplink and the S-band TM downlink, the first one to direct the mission and the vehicle, and the second one to receive data and tracking.





Figura 1. Sistema Integrado de Vigilancia Aérea. Avión no tripulado SIVA.
Figure 1. Integrated Aerial Surveillance System. Unmanned Air Vehicle.



Figura 2. Sistema Integrado de Vigilancia Aérea. Estación de Control en Tierra.
Figure 2. Integrated Aerial Surveillance System. Ground Control System.

14

El primero dirige la misión y el vehículo, y el segundo se encarga de recibir los datos y realizar el seguimiento.

El avión está dotado de un tren de aterrizaje para operaciones en pistas someramente preparadas, necesitando 150 metros de carrera de despegue. Para operación sin dependencia de pistas, el avión puede ser puesto en vuelo por medio de una rampa de lanzamiento de actuación neumática. El sistema de control de vuelo está basado en integración de sensores (magnetómetros, datos de aire, GPS e inercial) y posee redundancia física y analítica. El sistema de recuperación se compone de un paracaídas y un sistema amortiguador de impacto a base de colchones de aire.

Este sistema de vigilancia aérea permite la transmisión en tiempo real de imágenes con una elevada tasa de transmisión, y alcance en condiciones de línea de vista radioeléctrica de más de 100 km.

| ASPECTOS INNOVADORES |

La tecnología presenta aspectos innovadores en cuanto al diseño y fabricación estructural de materiales compuestos, desarrollo de un sistema de control de vuelo completamente nuevo, desarrollo de software, integración de los diversos componentes que constituyen el sistema completo, e integración hardware/software.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

- El sistema de recuperación es totalmente autónomo, no dependiendo de una pista de aterrizaje o sistema terrestre de captura. La versión dotada de tren de aterrizaje permite un tiempo menor de puesta en vuelo entre misiones.
- El vehículo aéreo admite una variedad de cargas útiles debido a la amplitud de la bodega ventral y a la disponibilidad de potencia eléctrica.
- El ordenador embarcado, de diseño modular avanzado, está desarrollado en torno a dos unidades centrales de proceso que cons-

The air vehicle is fitted with fix landing gear able to operate on unpaved runways, which needs a 150 meters launch running. It also can be launched by means of a pneumatic ramp, thus allowing complete independence of a runway. The flight control system is based on the integration of sensors (IMU, three axis magnetometer, air data system, and GPS) and provides both analytical and physical redundancy in a fault tolerant design. The recovery system is composed by a parachute and an air system against impact. This surveillance system provides real-time imagery transmission with a high transmission rate, and a range in radioelectric view line conditions up to 100 kilometers.

| INNOVATIVE ASPECTS |

The innovative aspects of this technology are related to the design and structural manufacture of composite materials, development of a totally new flight control system, software development, phase integration and hardware/software integration.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

- Recovery is performed by means of a parachute system, which deploys under command or in emergency situations allowing a highly precise recovery. The landing gear version provides a faster mission turnover.
- The air vehicle can hold a variety of payloads due to the dimensions of the center fuselage payload bay and the allowance in electric power supply on board.

tituyen un diseño tolerante al fallo mediante redundancia física o analítica.

- El sistema de control de vuelo permite realizar misiones totalmente automáticas, así como en control manual o semiautomático (por maniobras preprogramadas).
- La estación de control de tierra está diseñada según un concepto modular, siendo muchas de sus unidades comunes e intercambiables.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Cooperación técnica.
- Acuerdo de fabricación.

Comentarios

El desarrollo de la tecnología ha sido posible gracias a los fondos públicos del INTA destinados a programas de investigación y desarrollo para vehículos aéreos no tripulados. El Instituto busca realizar acuerdos de marketing con usuarios finales de la tecnología que desarrollen actividades de vigilancia en tiempo real, como organismos oficiales de protección civil o militar. Asimismo, el Instituto busca realizar acuerdos de fabricación con empresas o centros tecnológicos del sector aeronáutico.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- En el mercado.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

- Patente solicitada.

Comentarios

La tecnología ha sido diseñada y desarrollada en su totalidad por el Instituto, no habiéndose solicitado la patente del sistema completo, sino de subsistemas.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

- The flight control computer, of modular design, is made around two central processing units which provide both analytical and physical redundancy in a fault tolerant design.
- Flight and mission control can be made manual, automatic or semiautomatic (through preprogrammed manoeuvres).
- The ground control station is designed around a modular concept and many of its units are common and interchangeable.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Technical cooperation.
- Manufacturing agreement.

Comments

This technology has been developed with the INTA public funds for research and development programmes for unmanned air vehicles. The Institute is looking for marketing agreements with final users in the field of real time vigilance, like civil or military protection official organisms. Also, the Institute is looking for manufacturing agreements with enterprises or technology centres in the aeronautics field.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Already on the market.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent applied.

Comments

This technology has been completely designed and developed by the Institute. The patent of the complete system has not been applied but of some of its subsystems.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Mercedes Sánchez Álvarez

ORGANIZATION: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PHONE: +34 91 520 65 45 **FAX:** +34 91 520 16 32 **E-MAIL:** sanchezam@inta.es



Avión ligero de observación (ALO)

Lightweight observation air vehicle (ALO)

RESEARCHER/S Francisco Muñoz Sanz
ORGANIZATION Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
DEPARTMENT Aeronautic Programmes

RESUMEN

El departamento de Programas Aeronáuticos del INTA ha desarrollado una tecnología que consiste en un avión ligero de observación. Este sistema está compuesto por vehículos aéreos no tripulados, una unidad de control en tierra configurable y un sistema de lanzamiento. Es un sistema versátil, fiable y de bajo coste que proporciona en tiempo real imágenes de reconocimiento y observación para misiones de corto alcance. El Instituto busca comercializar la tecnología a través de la transferencia de su know-how.

ABSTRACT

The Aeronautic Programmes Department of INTA has developed a technology that consists in a lightweight observation air vehicle. This system is composed of unmanned air vehicles, a configurable ground control unit and a launching system. This is a versatile, reliable and low-cost system that provides close range, real time reconnaissance surveillance and target acquisition information. The Institute wants to commercialise this technology by means of a transfer of know-how.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El Departamento de Programas Aeronáuticos del INTA ha desarrollado un sistema de vehículos aéreos no tripulados que proporciona información en tiempo real en misiones de reconocimiento, vigilancia y adquisición de blancos.

El avión ligero de observación se compone de un segmento de vuelo que consiste en tres vehículos aéreos equipados con sensores visibles o infrarrojos, una unidad de control móvil desde donde se realiza la planificación de la misión, el control de vuelo y el procesado de las imágenes obtenidas, y por último, de un sistema de lanzamiento.

Cada uno de los tres vehículos aéreos se compone de los siguientes subsistemas: célula, propulsión, navegación, guiado y control, unidades de telemetría y telecomando y carga útil.

La transmisión de imágenes y datos a la estación de control se realiza en banda S en tiempo real a través de la unidad de telemetría. Las instrucciones que recibe el vehículo y la carga útil desde la estación de control se emiten en banda UHF en dos frecuencias diferentes.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The Aeronautic Programmes Department of INTA has developed a system of unmanned aerial vehicles that provides real time information on reconnaissance, surveillance and target acquisition missions.

The lightweight observation air vehicle is composed of a flight segment consisting of three air vehicles equipped with visible or infrared sensors, a mobile control unit where the mission is planned, the flight control and processing of the images obtained, and finally, a launching system.

Each of the three air vehicles is made up of the following subsystems: airframe, propulsion, navigation, guidance and control, telemetry and telecommand, and payload.

The transmission of images and data to the control station is performed on S band in real time through a telemetry unit. The commands received by the vehicle and its payload from the control station are transmitted in UHF band at two different frequencies.





Avión ligero de observación (ALO).
Lightweight observation air vehicle (ALO).

17



| ASPECTOS INNOVADORES |

- La célula y los elementos estructurales críticos están fabricados en fibra de carbono.
- El subsistema de navegación, guiado y control está equipado con sistema GPS e inercial, y permite el vuelo en distintos modos: modo manual, automático o semiautomático.
- El sistema permite la dotación de una cámara de televisión fija de alta resolución, una cámara montada en plataforma con posibilidad de movimiento en azimuth y elevación o un sensor infrarrojo para observación nocturna.
- El sistema se transporta y opera desde un único vehículo ligero (tipo Unimog).

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

- La versatilidad del sistema le permite operar en cualquier entorno, ya sea en configuración rampa de lanzamiento o en configuración pista con tren de aterrizaje.
- Su diseño modular permite realizar su montaje y completa instalación en menos de treinta minutos.
- Dispone de un elevado grado de movilidad y facilidad de transporte, ya que el sistema completo se transporta en un único vehículo que permite la operación desde cualquier lugar, incluso si no está preparado a estos efectos.
- Necesidad de tripulación de operación y mantenimiento muy reducida, gracias a sus buenas características de fiabilidad y mantenibilidad.
- Alta fiabilidad del sistema a un bajo coste, gracias a un diseño de calidad y al empleo de componentes comerciales.

| INNOVATIVE ASPECTS |

- The airframe and the critical structural elements are made of carbon fiber.
- The navigation, guidance and control subsystem is equipped with a GPS system and inertial unit, and allows the flight in different modes: manual mode, automatic mode or semiautomatic mode.
- The system can be equipped with a fixed high resolution television camera, a platform-mounted camera with the possibility of movement in azimuth and elevation, or an infrared sensor for night observation.
- The system is transported and operated from a single vehicle (Unimog size).

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

- The flexibility of the system enables it to operate in any environment, either in launching ramp configuration or in runway configuration with landing gear.
- Its modular design enables the system to be assembled and ready for operation in less than 30 minutes.
- High mobility and easiness of transport, since the complete system is transported in a single vehicle enables the operation from any place, even if the area is not prepared for this purpose.
- Very little need for operating and maintenance crew, thanks to the reliability and maintainability inherent in the design of the system.
- High system reliability at low cost thanks to a quality design and the use of commercial "off the shelf" components.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo de fabricación.

Comentarios

El Instituto busca realizar acuerdos de fabricación con usuarios finales de la tecnología que desarrollen actividades de vigilancia en tiempo real, como organismos oficiales de protección civil o militar. La comercialización de esta tecnología se apoya en que ya ha sido probada en el mercado, por lo que los posibles socios pueden adquirir importantes conocimientos sobre las características tecnológicas del negocio.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- En el mercado.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

Comentarios

La tecnología es un sistema completo que ha sido diseñado y desarrollado en su totalidad por el Instituto con fondos públicos.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Manufacturing agreement.

Comments

The Institute is looking for manufacturing agreements with final users in the field of real time vigilance, like civil or military protection official organisms. The commercialisation of this technology is supported by its previous market testing, thus future partners can acquire useful knowledge about business technological characteristics.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Already on the market.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

Comments

This technology is a complete system, and it has been completely designed and developed by the Institute with public funds.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Mercedes Sánchez Álvarez

ORGANIZATION: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PHONE: +34 91 520 65 45 **FAX:** +34 91 520 16 32 **E-MAIL:** sanchezam@inta.es



BERTA: Resolvedor Transparente a la Malla

BERTA: Grid Transparent Solver

RESEARCHER/S Raquel Gómez Miguel
ORGANIZATION Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
DEPARTMENT Propulsion area

RESUMEN

El Área de Propulsión del INTA ha desarrollado el código de mecánica de fluidos computacional BERTA, que permite la resolución de problemas tridimensionales para flujos externos e internos. Su estructura de datos minimiza la memoria requerida y las operaciones de acceso a la misma, proporcionando una gran eficiencia computacional (menores tiempos de ejecución). El resolvedor es transparente a la malla. El Instituto busca realizar acuerdos de licencia.

ABSTRACT

The Propulsion Area of INTA has developed BERTA, a code able to compute three-dimensional problems of internal and external flows within the computational fluid dynamics discipline. Its data structure minimizes both memory overhead and the amount of gather-scatter, providing a very high computational efficiency (shorter run time). The solver is grid-transparent. The Institute is looking for license agreements.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El INTA ha desarrollado un código de mecánica de fluidos computacional: BERTA.

Este código formula una técnica de solución completa, la cual permite utilizar mallas estructuradas, mallas estructuradas por bloques o mallas no estructuradas de tetraedros o elementos mixtos (mallas híbridas) sin ninguna modificación.

La utilización de mallas no estructuradas proporciona gran flexibilidad a la hora de generar geometrías complejas, y el uso de diferentes tipos de elementos permite elegir, para cada zona del dominio, el tipo de celda que se adecua mejor localmente al flujo (capas límites, estelas, ondas de choque...); la malla se adapta a la solución y por tanto mejora la precisión de la misma. Sin embargo, los algoritmos de cálculo en estas mallas son poco eficientes frente a las técnicas desarrolladas para mallas estructuradas.

A partir de una malla que puede ser generada con cualquier malla comercial en un formato genérico (neutro) BERTA realiza un pre-proceso, obteniendo una estructura de datos basada en aristas. Esta estructura minimiza tanto la memoria requerida como las operaciones de acceso a la misma, lo cual proporciona una gran eficiencia computacional que se traduce en menores tiempos de ejecución, independientemente del procesador que se utilice para el cálculo. El código, por tanto, está optimizado y proporciona una gran eficiencia computacional frente a otras estructuras de datos utilizadas generalmente en mallas no estructuradas (basadas en celdas o en caras). La eficiencia

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

INTA has developed a code based on computational fluid dynamics discipline: BERTA. A complete solution technique is formulated, which can handle structured meshes, block structured meshes, and unstructured meshes of tetrahedra or mixed elements (hybrid meshes) without any modification.

The use of unstructured meshes provides flexibility for tessellating about complex geometries, and the use of different elements types allows choosing, for each domain zone, the cell type that adapts better to flow features (boundary layers, wakes, shock waves...); the mesh adapts itself to the solution and therefore improves its accuracy. The algorithms in these meshes are low efficient compared to the techniques developed for structured meshes.

From a mesh that can be generated with any commercial grid maker in a generic format (neutral), BERTA makes a pre-process, obtaining edge-based structure. This data structure minimizes memory overhead and minimizes the amount of gather-scatter, independently from the processor that is used for the calculation. The code, therefore, is optimized and provides a high computational efficiency (smaller run time) compared to other data structures generally used in unstructured meshes (cell-based or face-based). The BERTA efficiency is comparable with that one of other codes which solves the equations for complex geometries in structured meshes. In addition, the used structure is linear, the solver does not need information from the domain discretation and the code is grid-



Cascada de álabes
del compresor de Gostelow

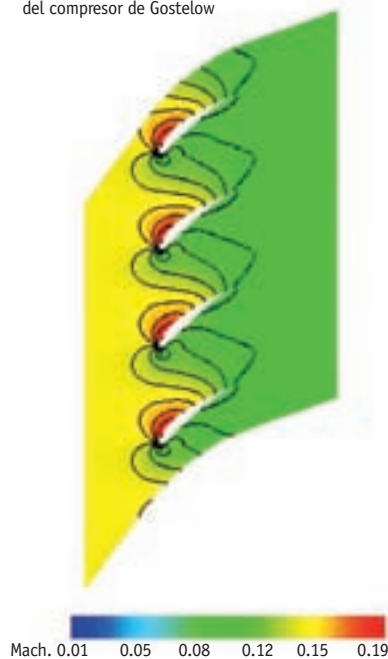


Figura 1. Cascada de álabes del compresor de Gostelow
Figure 1. Gostelow blower blade cascade.

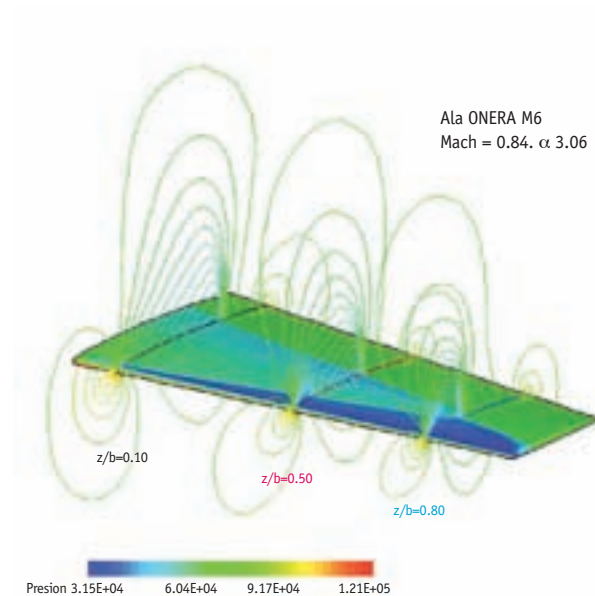


Figura 2. Ala ONERA M6.
Figure 2. ONERA M6 Wing.

20

de BERTA es comparable con la de otros códigos que resuelven las ecuaciones para geometrías complejas en mallas estructuradas. Además, la estructura que se utiliza es lineal, el resolutor no necesita información de la discretización del dominio y el código es transparente a la malla, es decir, el código siempre será el mismo independientemente de la topología local de la malla.

BERTA resuelve las ecuaciones tridimensionales de Euler en forma conservativa utilizando un método de volúmenes finitos. La discretización espacial se realiza mediante un esquema centrado de segundo orden con adición de viscosidad artificial adaptativa para la captura de ondas de choque. La integración en el tiempo se realiza mediante un método multietapa. Se dispone de mecanismos de aceleración de la convergencia.

Para la ejecución del programa se necesitan dos ficheros de entrada: uno con la malla y las condiciones iniciales (formato neutro), y un segundo fichero con los coeficientes numéricos del resolutor y las condiciones del flujo. A la salida se proporcionan otros dos ficheros: uno con la solución del problema (formato neutro) y otro con la historia de la convergencia. También se proporciona una salida gráfica para la visualización de los resultados.

BERTA se ha validado mediante la resolución de casos test de configuraciones aeronáuticas ampliamente conocidos con resultados muy satisfactorios, frente a otros programas similares, tanto en las soluciones obtenidas como en el tiempo de ejecución utilizado.

transparent, that is, the code will always be the same one independently on the local mesh topology.

A finite-volume scheme for tridimensional Euler equations in conservative form is used. The spatial discretation uses central difference of second-order accuracy, with addition of adaptive artificial viscosity for shock-capturing. An explicit multi-stage scheme is employed to advance in the time. Convergence acceleration methods have been developed.

For the program run, two entry files are needed: one with the mesh and the initial conditions (neutral file format), and a second one file with the numerical solver coefficients and the flow conditions. As outputs, two files are provided: one with the problem solution (neutral file format), and other one with the convergence history. Also a graphical output for the results visualization is provided. BERTA has been validated by means of widely known aeronautical configurations test cases with satisfactory results, opposite to other similar programs, both in the solutions and in the computational efficiency (shorter run time).

| ASPECTOS INNOVADORES |

- El código BERTA independiza la obtención de soluciones numéricas de las ecuaciones de Euler, del tipo de mallas utilizadas para la discretización del dominio: el resolvidor es transparente a la malla.
- Minimiza tanto la memoria requerida como las operaciones de acceso a la misma, lo cual proporciona una gran eficiencia computacional que se traduce en menores tiempos de ejecución que otros códigos similares que utilizan mallas no estructuradas.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

- Flexibilidad para la resolución de geometrías complejas.
- Precisión para flujos complejos.
- Ahorro de tiempo de ejecución.
- Permite abordar un gran número de problemas de mecánica de fluidos con la misma herramienta.
- Implementación modular que permite añadir nuevos módulos sin modificar lo anterior para la resolución de problemas más complejos (viscoso, turbulentos, no estacionarios...).
- Desarrollo propio que se puede ampliar según los requisitos especiales de cada caso.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo de licencia.

Comentarios

El Instituto busca explotar los resultados de la tecnología a través de contratos de licencia con empresas dedicadas al diseño de configuraciones aerodinámicas en el sector aeronáutico y otros sectores industriales, como el automovilístico, el de energía o el de la construcción. En el sector aeroespacial, los socios potenciales tendrían como actividad principal la fabricación de toberas, turbinas de gas, compresores, motores aeronáuticos y sus componentes, así como alas de aviones y fuselaje de aeronaves. La transferencia de la tecnología que se presenta estaría enfocada a la implantación o mejora de metodología de análisis, cálculo y diseño en mecánica de fluidos, para estudiar el comportamiento de los componentes antes mencionados. Con esta tecnología se disminuyen enormemente los costes de desarrollo, ya que se complementa con las técnicas experimentales (muy costosas) y reduce considerablemente el número de experimentos a realizar.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- En el mercado.

| INNOVATIVE ASPECTS |

- BERTA code gets numerical solutions of Euler equations, independently from the selected mesh type to discretize the computational domain: the solver is grid-transparent.
- It minimizes both memory overhead and the amount of gather-scatter, and therefore it has a very high run time efficiency facing to other similar codes that handle unstructured meshes.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

- Flexibility for the complex geometries solution.
- Accuracy for complex flows.
- Saving of run-time.
- It allows approaching a great number of fluid-mechanics problems with the same tool.
- Modular implementation that permits adding new modules without modifying what's done previously, to solve the most complex problems (viscous flow, turbulent flow, unsteady,...).
- Own development that can be extended according to the special requirements of each case.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- License agreement.

Comments

The Institute is looking for the exploitation of this technology results through license agreements with companies using aerodynamic configurations design in the aerospace and other industrial sectors, like automotive, energy or building sectors. In the aerospace field, the main activity of potential partners would be construction of blast pipes, gas turbines, compressors, aeronautical engines and its components, as well as aircraft's wings and fuselage. Potential of this technology transfer would be focused on the implementation or improvement of the analysis, calculations and design methodology in fluid mechanics, to study the behaviour of the components before mentioned. This technology allows to reduce development costs widely, since it is complemented with experimental techniques (very expensive) and also it considerably reduces the number of required experiments.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Already on the market.



| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

- Software registrado.

Comentarios

Este programa está inscrito en el Registro Territorial de la Propiedad Intelectual de la Comunidad de Madrid.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Copyright protected.

Comments

This software is registered in the Copyright Office of Madrid.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Mercedes Sánchez Álvarez

ORGANIZATION: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PHONE: +34 91 520 65 45 **FAX:** +34 91 520 16 32 **E-MAIL:** sanchezam@inta.es



Cámara Pancromática de Alta Resolución embarcable en Satélite para Observación de la Tierra

High Resolution Panchromatic Camera for Earth Observation Applications

RESEARCHER/S Luis Miguel González Fernández
ORGANIZATION Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
DEPARTMENT Space Programmes and Space Sciences Department

23

RESUMEN

El departamento de Programas Espaciales y Ciencias del Espacio del INTA ha desarrollado una cámara pancromática que, trabajando en el espectro visible extendido, es capaz, una vez embarcada en una plataforma satelital, de tomar imágenes de la superficie terrestre con una resolución de cinco metros. La cámara está desarrollada para aplicaciones de observación de la Tierra. El Instituto busca realizar acuerdos de licencia.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El INTA ha diseñado y desarrollado una cámara pancromática para la adquisición de imágenes de la superficie terrestre. El modelo desarrollado es un prototipo de laboratorio que reúne todas las tecnologías necesarias para llevar a cabo una aplicación de este tipo: óptica, mecánica, electrónica y software.

La cámara está compuesta por un telescopio tipo Cassegrain de gran apertura (200 mm) y focal (800 mm), formado por un espejo primario con obstrucción central, un espejo secundario y un conjunto de lentes para corregir las aberraciones de campo y la aberración cromática. Este telescopio recoge la radiación óptica emitida por la superficie terrestre y la focaliza sobre un detector de 12000 elementos dispuestos linealmente, transformando esta radiación en pequeñas señales eléctricas. Un complejo módulo de electrónica de proximidad genera los sincronismos y controla los tiempos de exposición y lectura del detector y procesa la información recibida por el CCD. Un segundo módulo, que actúa como unidad de control, establece el interfaz con el módulo de gestión de datos e interfaz con el usuario, simulando de esta forma el interfaz con el ordenador de abordo (OBDH). Esta unidad se ha simulado mediante bus 1553 permitiendo operar el instrumento de igual forma que el modelo de vuelo. El número de elementos detectores junto con la focal y campo de visión del instrumento permiten obtener escenas de 60 km de ancho y 5 metros de resolución.

ABSTRACT

The Space Programmes and Space Sciences Department of INTA has developed a panchromatic camera which, working in a wide visible spectrum, is capable of taking images of the terrestrial surface with a resolution of five meters. The camera is designed to perform Earth observation applications on board. The Institute is looking for license agreements.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

INTA has designed and developed a panchromatic camera for acquiring images of the Earth's surface. The model developed is a laboratory prototype uniting all the technologies required to carry out an application of this type: optical, mechanical, electronic and software. The camera comprises a Cassegrain type telescope with a large aperture (200 mm) and a focal length (800 mm), formed by the primary mirror with the central obscuration, a secondary mirror and a set of lenses for correcting the field aberrations and the chromatic aberration. This telescope collects the optical radiation emitted by the Earth's surface and focuses it onto a detector of 12.000 elements in a linear array, transforming this radiation into small electric signals. A complex proximity electronics module generates the synchronisms and controls the exposure times, detector reading and processes the information received through the CCD. A second module, that acts as a control unit, establishes the interface with the data management module and the user interface, thereby simulating the interface with the On-Board Data Handling (OBDH) computer. This unit was simulated using a 1553 bus, allowing the instrument to be operated in the same way as the flight model. The number of detector elements together with the focal length and field of view of the instrument allow scenes 60 km wide and with 5 meters of resolution to be obtained.



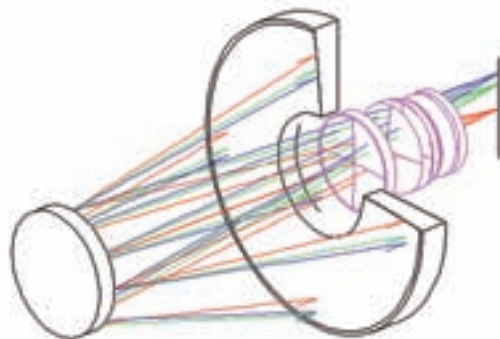


Figura 1. Diseño óptico.
Figure 1. Optical design.

La estructura del telescopio es de aluminio, e incluye mecanismos de ajuste con seis grados de libertad en el espejo secundario. El plano focal dispone asimismo de mecanismo de ajuste para reenfocar. Al ser un prototipo de laboratorio no se han incluido elementos de control térmico.

El sistema ha sido caracterizado en dos fases: una primera afecta exclusivamente al telescopio y consiste en la medida de la calidad del frente de onda mediante interferometría, y la calidad de imagen mediante medida de la Función de Transferencia de Modulación (MTF). La segunda incluye a toda la cámara y se limita, fundamentalmente, a la medida de la MTF electro-óptica.

La cámara trabaja en modo push-broom. Como este modo utiliza el desplazamiento del satélite para la generación de una imagen, se ha desarrollado un sistema de proyección de escenas que permite reproducir este modo de trabajo en el laboratorio, sincronizando el desplazamiento de una escena proyectada a la distancia de trabajo real con el tiempo de integración del CCD.

Los módulos electrónicos y correspondiente aplicación han ido calificados mediante ensayos frente a radiación en las instalaciones del TMA (Grenoble, Francia).

| ASPECTOS INNOVADORES |

- Diseño, integración y caracterización de un instrumento electro-óptico de gran apertura y focal.
- Desarrollo de un banco de ensayos que permite simular en laboratorio la adquisición de imágenes en modo push-broom de igual forma que lo haría embarcado.
- Diseño de una electrónica de proximidad para un detector de 12.000 elementos y calificación de la aplicación para trabajar en un entorno espacial.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

- Producto configurable para distintas plataformas embarcables.
- Adaptable a distintas alturas de vuelo.
- Alta resolución espacial, 5 metros a 613 km de altura, y elevado ancho de la traza en tierra, 60 km, con un solo detector. No se aplican técnicas de composición del plano focal (butted, divoli).

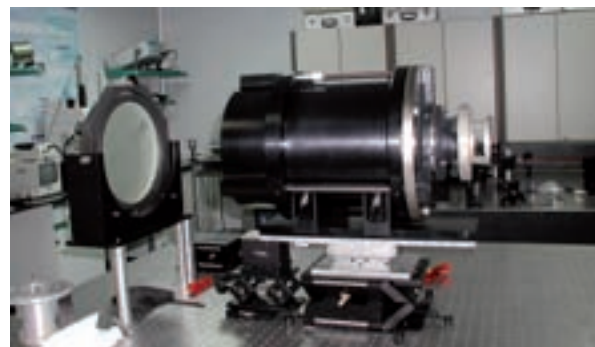


Figura 2. Demostrador de la cámara pancromática.
Figure 2. Panchromatic camera demonstrator.

The structure of the telescope is aluminium, and includes adjustment mechanisms with 6 degrees of freedom in the secondary mirror. The focal plane also has an adjustment mechanisms for refocusing. As it is a laboratory prototype, elements of thermal control have not been included.

The system has been characterised in two phases: the first one affects the telescope exclusive, and consists in measuring the quality of the wave-front using interferometric techniques, and the image quality by measuring the Modulation Transfer Function (MTF). The second phase includes the entire camera, and limits itself fundamentally to measuring the electro-optical MTF.

The camera works in a push-broom mode. As this mode uses the satellite shift for generating images, a scene projection system was developed which allows the reproduction of this work mode in the laboratory, synchronising the shift of a scene projected to the distance of the real work with the integration time of the CCD.

The electronic module and corresponding application were qualified by means of radiation tests in the installations of TMA (Grenoble, France).

| INNOVATIVE ASPECTS |

- Design, integration and characterisation of an electrico-optical instrument with large aperture and focal length.
- Development of a test bench permitting simulation in the laboratory of image acquisition in the push-broom mode just as images are acquired on-board.
- Design of proximity electronics for a detector of 12.000 elements, and qualification of the application for work in a space environment.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

- The product can be configured for several on board platforms.
- It is adaptable to different flight altitudes.
- High space resolution, 5 meters at 613 km height, and high swath width, 60 km, with a single detector. Focal plane composition techniques are not applied (butted, divoli).





Figura 3. Plano focal con el detector lineal en el frontal.

Figure 3. Focal plane with the linear detector in the front.

- El subsistema óptico responde a una configuración Cassegrain fácilmente integrable.

INTA dispone del equipo humano e infraestructuras necesarios para abordar el desarrollo de un modelo de vuelo.

- The optical subsystem responds to an easily integrating Cassegrain configuration.

INTA provides the necessary human resources and facilities to approach the development of a flight model.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo comercial con asistencia técnica.

Comentarios

La tecnología está dirigida a aquellos sectores, civiles o militares, que precisen sensores para observación de la Tierra desde cualquier tipo de plataformas. Esta tecnología es apropiada para aquellas empresas relacionadas con aplicaciones de cartografía o vigilancia. El Instituto busca acuerdos comerciales.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Commercial agreement with technical assistance.

Comments

This technology is focused on civil and military sectors where sensors for Earth observation from any type of platform are required. This technology can be of interest to companies whose activity is related to cartography or surveillance applications. The Institute is looking for commercial agreements.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

- Secreto industrial.

Comentarios

La tecnología está protegida bajo secreto industrial.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Secret know how.

Comments

The technology is protected under industrial secret.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Mercedes Sánchez Álvarez

ORGANIZATION: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PHONE: +34 91 520 65 45 **FAX:** +34 91 520 16 32 **E-MAIL:** sanchezam@inta.es



Fusión de sensores de bajo coste para aeronaves no tripuladas

Low cost sensor fusion for unmanned aerial vehicles

RESEARCHER/S Sergio de la Parra Carqué
ORGANIZATION Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
DEPARTMENT Aircrafts and Armament

RESUMEN

El departamento de Aeronaves y Armamento del INTA ha desarrollado un método y un dispositivo que permite obtener posición, velocidad y orientación a bordo de aeronaves que incorporan sensores típicos: acelerómetros, giróscopos, magnetómetro, presión estática y de impacto y GPS. El sistema es especialmente adecuado para su uso en aeronaves no tripuladas (UAV) ya que impone poca carga de proceso. El Instituto busca realizar acuerdos de licencia.

ABSTRACT

The Aircrafts and Armament Department of INTA has developed a method and a device for attitude estimation and navigation of aircraft equipped with accelerometers, gyros, magnetometer, GPS and static and impact pressure sensors. The system needs low computational load and is especially appropriate for Unmanned Aerial Vehicles (UAV). The Institute looks for license agreements.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

Las fuerza específica y velocidad angular proporcionadas por una Unidad de Medida Inercial (IMU) pueden ser integradas en un algoritmo de Navegación Inercial (INS) para obtener la actitud, posición y velocidad de la aeronave, pero por ser esta integración neutralmente estable, las imprecisiones de la IMU y los errores de integración harán que la solución diverja rápidamente. Por tanto, se necesita realimentación de bucle cerrado para estabilizar la integración de las ecuaciones, y esto se logra incorporando otras medidas con las que calcular correcciones a la fuerza específica y velocidad angular. Los algoritmos más utilizados son el Filtro de Kalman Complementario (CKF) y el Filtro de Kalman Extendido (EKF).

En el CKF se utiliza un algoritmo INS para obtener estimaciones de posición y velocidad que se comparan con las obtenidas por medio de otros sensores para generar una señal de error con la que se corrigen la posición, velocidad y actitud proporcionadas por el filtro, así como las entradas al algoritmo INS. Este método tiene la desventaja de que la suposición de linealidad para las estimaciones de error no siempre es válida. La carga computacional que representa este filtro suele rebajarse a base de ejecutar las etapas de proceso de datos del Filtro de Kalman a baja frecuencia mientras que el INS corre a alta frecuencia.

El EKF, que es más preciso que el CKF, suele comportarse bien en la mayoría de los casos, pero es un filtro aproximado para el que no puede garantizarse estabilidad global. Este filtro puede utilizar modelos no lineales pero las ecuaciones de covarianza se plantean en un mode-

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The accelerations and angular rate provided by an Inertial Measurement Unit (IMU) can be integrated by an Inertial Navigation System (INS) algorithm to obtain the aircraft position, velocity and attitude, but because this integration is neutrally stable, IMU inaccuracy and integration errors will cause the solution to diverge quickly. Thus, loop closure is required to stabilize the integration and this is accomplished by incorporating other measurements to compute corrections to the acceleration and angular rate. The most common algorithms used to augment the INS are the Complementary Kalman Filter and the Extended Kalman Filter.

In the CKF implementation an INS algorithm is used to obtain position and velocity estimates that are compared to the position and velocity obtained from the GPS and the rest of sensors to generate an error signal. The error signal drives a linear Kalman Filter that estimates the INS errors that are used to correct the position, velocity and attitude output and the IMU input to the INS algorithm. This method has the disadvantage that the assumption of linearity for the error estimates is not always valid. In order to decrease the computational load, the Kalman filter is often updated at a low rate while the INS (which is a computationally-inexpensive application) runs at higher rate.

The EKF, which is more accurate than the CKF, performs well in most practical applications, but it is an approximate filter and global stability can't be guaranteed. It accepts nonlinear models but since



lo linealizado por lo que el riesgo de divergencia es mayor que en el Kalman estándar. Tiene un coste computacional mayor que el CKF ya que, aunque el algoritmo es similar al CKF en términos de cantidad de proceso, debe ejecutarse a una frecuencia mayor.

Esta tecnología utiliza otra aproximación. Como en el CKF se utiliza un algoritmo INS para integrar la velocidad angular pero, en vez de utilizar un Filtro de Kalman lineal para estimar los errores del INS, las ecuaciones cinemáticas se estabilizan por medio de un observador no lineal, donde una ley de control no lineal genera las correcciones a aplicar a la velocidad angular. Esta ley de control genera las correcciones a base de comparaciones entre observaciones del campo magnético terrestre y la gravedad medidos en ejes cuerpo y las mismas magnitudes proporcionadas por modelos de referencia en ejes tierra.

La gravedad en ejes cuerpo se calcula utilizando las ecuaciones translacionales con medidas de fuerza específica, velocidad anemométrica, velocidad angular y ángulos de ataque y resbalamiento. El filtro proporciona Estabilidad Global Uniforme Asintótica (GUAS) para medidas perfectas y ISS (Input to State Stability) para medidas con errores, y con una selección apropiada de las ganancias converge a un Filtro de Kalman lineal y estacionario para pequeños ángulos de Euler.

Una vez obtenida la actitud, las componentes en ejes cuerpo de la aceleración se transforman a ejes tierra con la Matriz de Cosenos Directores y se utilizan como entradas a tres filtros Kalman estacionarios correspondientes a los canales Norte, Este Abajo. El estado de cada filtro: posición, velocidad y velocidad del viento, se complementa con un estado adicional para tener en cuenta ruido coloreado en la aceleración. En el canal vertical se emplean dos estados más para modelizar la turbulencia atmosférica. Las medidas de cada filtro son la posición y velocidad del GPS y velocidad aerodinámica en ejes tierra, obtenida a partir de medidas de velocidad anemométrica transformada a ejes cuerpo primero y a ejes tierra después. En el canal vertical se utiliza una medida adicional como es la altitud barométrica, obtenida de medidas de presión estática y temperatura.

27



| ASPECTOS INNOVADORES |

Se ha descubierto una relación totalmente novedosa entre diversos parámetros (ley de control) que permite estabilizar la integración de la velocidad angular.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

- Estabilidad global ISS. Por ejemplo, esto nos permite utilizar el método durante el lanzamiento del UAV. Sobre todo significa seguridad.
- Coste computacional bajo incluso a altas frecuencias. Inferior a los métodos usuales (CKF, EKF). Esto significa que podemos utilizar ordenadores más baratos, o mejor, que disponemos de más capacidad de proceso para otras necesidades, tal vez más visibles para el usuario final, lo que acaba haciendo al UAV más competitivo.
- Utiliza un INS para la integración de la velocidad angular. Los algoritmos INS han alcanzado un altísimo grado de perfección y eficiencia para integrar la velocidad angular. El método corrige la

the covariance equations are based on the linearized system, the EKF has a higher risk of divergence than the standard Kalman filter. The algorithm is similar to the CKF in terms of processor time requirements. However, since it runs at a higher rate, it does have higher computational load.

This technology uses another approach. As in the CKF an INS algorithm is used to integrate the angular velocity but, instead of using a linear Kalman for estimating INS errors, the kinematic equations are stabilized by means of a nonlinear observer. In this observer, a nonlinear control law generates corrections to the angular velocity from comparisons of body-axis observations of the Earth's magnetic field and gravity against earth-axis components of these two vectors provided by a reference model.

The body-axis gravity is computed using the translational equations and measurements of acceleration, airspeed, angular velocity and angles of attack and sideslip. The filter provides Global Uniform Asymptotic Stability for perfect measurements and global Input to State Stability (ISS) for noisy measurements and with appropriate selection of gains, converges to a stationary linear Kalman filter for small Euler angles.

Once attitude is obtained, the body axis components of acceleration are rotated with the Director Cosine Matrix (DCM) to obtain the Earth-axis components of acceleration and used as the inputs to three stationary linear Kalman filters for the North, East and Down channels. The basic state of each filter, which consists of the corresponding component of position, velocity and wind velocity, is augmented with an additional state for taking into account colored noise in the input acceleration. In the vertical channel two more states are used for modeling a gust-shaping filter. The measurements for each filter are the GPS position and velocity and aerodynamic earth axis velocity, obtained from airspeed measurements, first rotated to body axis then to NED frame. In the vertical channel an additional measurement is barometric altitude, obtained from measurements of static pressure and temperature.

| INNOVATIVE ASPECTS |

A totally new relation has revealed itself between diverse parameters (law of control) that allows to stabilize the integration of the angular rate.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

- Global stability ISS. For example, that allows us to use this method during the launch of the UAV. It means security.
- Low computational cost even for high frequencies. Lower than the usual methods (CKF, EKF). This means that we can use cheaper computers, or better, that we have more process capacity for other necessities, maybe more visible for the final user, which ends up by doing the most competitive UAV.
- Use an INS for the integration of the angular rate. The Inertial Navigation System algorithms have reached the highest degree of perfection and efficiency to integrate the angular rate. The method corrects the angular speed **before** integrating it, with what one can use any INS for integrating it. Not all the methods

velocidad angular **antes** de integrarla, con lo que puede utilizarse cualquier INS para integrarla. No todos los métodos permiten la utilización de INS.

- Converge a un filtro de Kalman **estacionario** para ángulos pequeños. A diferencia del Kalman dinámico el estacionario tiene un coste computacional muy bajo, además nos asegura una eliminación de ruido eficiente para ángulos pequeños.
- Facilidad de implementación. Es muy simple de implementar y apropiado para sistema embebidos.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo de licencia.

Comentarios

El perfil de la empresa interesada podría ser:

- Fabricantes de UAV's.
- Fabricantes de sensores integrados.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

- Patente solicitada.

Comentarios

La patente se ha solicitado bajo el número P200400474 en la Oficina Española de Patentes y Marcas y fue concedida en el año 2006.

Se ha presentado la solicitud de patente internacional.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

allow INS's utilization.

- It converges to a **stationary** filter of Kalman for small angles. Unlike the dynamic Kalman the stationary one has a very low computational cost; in addition it assures an efficient elimination of noise for small angles.
- Facility of implementation. It is very simple of helping and adapted for embeded system.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- License agreement.

Comments

The profile of the firm interested could be:

- Firm manufacturing UAV.
- Firm manufacturing integrate sensors.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent applied.

Comments

The patent was applied under the number P200400474 in The Patent and Trademark Spanish Office and granted in 2006.

PCT applied.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Mercedes Sánchez Álvarez

ORGANIZATION: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PHONE: +34 91 520 65 45 **FAX:** +34 91 520 16 32 **E-MAIL:** sanchezam@inta.es



Método y dispositivo para la gestión de misión de un vehículo aéreo no tripulado

Method and arrangement of mission management of an unmanned aerial vehicle

RESEARCHER/S Francisco Javier Ángel Martínez
ORGANIZATION Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
DEPARTMENT Aircrafts and Armament

29

RESUMEN

El departamento de Aeronaves y Armamento del INTA ha desarrollado un método y un dispositivo que permite el manejo de unos elementos que definen la misión de vuelo de forma que se pueda tomar en todo momento a bordo de vehículos aéreos no tripulados (UAV), la decisión de apartarse de la ruta deseada a otras rutas previstas según determinados criterios. El Instituto busca realizar acuerdos de licencia.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

Esta tecnología consiste en un sistema de Gestión de Misión de un vehículo aéreo no tripulado, que maneja unos elementos de misión proporcionados a priori por una Planificación de Misión, que contempla en todo instante la posibilidad de apartarse de una ruta que define la misión (ruta nominal) a otras rutas auxiliares según el punto de misión en que se encuentre y la causa que implique la separación del plan previsto, programando una transición segura a estas rutas.

La misión estará formada por una colección ordenada de puntos de ruta, que forman una ruta nominal, que servirá como referencia al vehículo para realizar la misión en condiciones normales, y una o varias colecciones ordenadas de puntos de ruta que forman rutas auxiliares de la misión.

Las causas que originan la necesidad de apartarse de la ruta nominal de la misión pueden ser variadas. En cada caso necesitará contar con diferentes trayectorias que, aunque no asegurarían el cumplimiento de la misión, sí proporcionarían la recuperación de la aeronave de forma segura. Se establecen unas relaciones entre cada punto de ruta de la ruta nominal con una o varias rutas auxiliares, así como el punto de entrada a la misma. Estas relaciones dependen del tipo de causa que obligue al no cumplimiento de la misión nominal. Se genera a bordo en tiempo real una transición segura desde el punto de vista de impacto con el terreno y las actuaciones del avión.

ABSTRACT

The Aircraft and Armament department of INTA has developed a method and arrangement that allows the elements defining flight mission to be handled in such a way that the decision to leave the desired route and change to other land routes according to specific criteria can be taken at any time on board unmanned aerial vehicles (UAV). The Institute wishes to establish license agreements.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

This technology consists of a Mission Management system of an unmanned aerial vehicle, that handles mission elements provided a priori by Mission Planning, that contemplates at all times the possibility of leaving the route that defines the mission (nominal route) to other auxiliary routes according to the mission point in which the vehicle finds itself and the reason causing the separation from the scheduled plan, programming a safe transition to these routes.

The mission will be formed by an ordered collection of route points, forming a nominal route which will serve as a reference to the vehicle for carrying out the mission under normal conditions, and one or several ordered collections of route points that form auxiliary Mission routes.

The causes giving rise to the need for leaving the nominal Mission route may be varied. In every case it will need to count on different trajectories, which, although they do not ensure the fulfillment of the mission, do provide the safe recovery of the aircraft. Relations are established between each route point of the nominal route with one or more auxiliary routes. These relations depend on the type of cause obliging the non-fulfillment of the nominal Mission. A safe transition from the point of view of the impact with the ground and aircraft performance is generated.



En función de la precisión del sistema de guiado y control, se conocerá un tubo de incertidumbre alrededor de la trayectoria dentro del cual podremos asegurar que en condiciones normales se situará el vehículo en todo momento con un cierto margen de seguridad. De esta manera, siempre que el avión esté siguiendo una de las rutas reprogramadas, basándose en una correcta planificación de la misma, se asegurará que se sigue de forma segura y sin encontrar obstáculos con el terreno al estar dentro de ese tubo de seguridad.

Las únicas partes de la misión en las que quedaría indeterminado serán las transiciones entre rutas. Para ello, el sistema genera las transiciones de forma segura que evite maniobras fuera de las capacidades del avión y obstáculos en el terreno. Si la trayectoria de entrada a la nueva ruta requiere un ángulo de subida superior al que puede dar el avión, subirá siguiendo una trayectoria circular ascendente hasta alcanzar una altura óptima para dirigirse después al punto de entrada a esta ruta. Si por el contrario requiere un ángulo de descenso elevado, se dirigirá hasta el punto de entrada a la nueva ruta para posteriormente descender siguiendo una trayectoria circularmente descendente.

La tecnología consiste de las siguientes partes:

- A) Módulo de gestión de incidencias. Es el encargado de gestionar las posibles incidencias que puedan necesitar la separación de la ruta deseada, y notificar la misma al módulo de supervisión de misión.
- B) Módulo de gestión de datos de misión. Es el encargado de gestionar la información contenida en los datos de la misión, proporcionando al sistema de supervisión de misión los diferentes puntos de ruta que se van completando la misión y los puntos de las rutas auxiliares asociados a cada uno de ellos. Consta de:
 - a) Módulo de gestión de ruta nominal.
 - b) Módulo de gestión de rutas auxiliares.
- C) Módulo de gestión de transiciones. Es el encargado de manejar la misión desde el momento en que se aparta de la ruta nominal hasta que entra en la ruta auxiliar correspondiente, asegurando que la misma se realiza de forma segura. Consta de:
 - a) Módulo de captura vertical.
 - b) Módulo de captura horizontal.
- D) Módulo de gestión de referencias. Su misión es proporcionar al sistema de guiado y control del vehículo las trayectorias y velocidad de referencia a partir de los puntos de ruta o de las referencias de la transición. Consta de:
 - a) Manejador de puntos de ruta.
 - b) Generador de trayectoria horizontal.
 - c) Generador de trayectoria vertical.
 - d) Manejador de referencia tridimensional.
- E) Módulo de supervisión de misión. Es el encargado de controlar y gestionar el resto de módulos del Sistema de Gestión de Misión.

ASPECTOS INNOVADORES

Este sistema evita la necesidad de utilizar modelos digitales del terreno a bordo y una unidad inteligente de reprogramación de trayectoria, programando únicamente las transiciones de una manera sencilla, lo cual reduce el proceso computacional del sistema embarcado.

As a function of the accuracy of the guidance and control system, an uncertainty tube will be defined around the trajectory. Inside of it we can ensure that in normal conditions the vehicle will be placed at all times with a certain margin of safety. Thus, whenever the aircraft is following one of the reprogrammed routes, based on the correct planning of the route, its safe progress shall be ensured without encountering ground obstacles as it is inside this safety tube. The only parts of the mission that will remain undetermined will be the transitions between routes. For this, the system generates transitions in a safe way, avoiding maneuvers outside the capabilities of the aircraft and obstacles on the ground. If the entry trajectory to the new route requires a higher ascent angle than the aircraft can give, it will climb following a circular ascendant trajectory until it reaches an optimum height in order to direct itself after to the entry point to this route. If on the other hand it requires high descent angle, it will direct itself towards the entry point to the new route and will later descend following a circular descendent trajectory.

The technology consists of the following components:

- A) Incident Management Module. It is in charge of managing the possible incidents that may require separation from the desired route, and of notifying the incidents to the mission monitoring module.
- B) Mission data management module. It is in charge of managing the information contained in Mission data, providing the mission monitoring system with the different route points completing the mission and the auxiliary route points associated to each one of them. It consists of:
 - a) Nominal route management module.
 - b) Auxiliary route management module.
- C) Transition management module. Its is in charge of handling the mission from the moment in which it leaves the nominal route until it enters the corresponding auxiliary route, ensuring that this is carried out safely. It consists of:
 - a) Vertical capture module.
 - b) Horizontal capture module.
- D) Reference management module. Its mission is to provide the guidance and control system of the vehicle with the trajectories and reference velocities from the route points or the transition references. It consists of:
 - a) Route point handler.
 - b) Horizontal trajectory generator.
 - c) Vertical trajectory generator.
 - d) Three-dimensional reference handler.
- E) Mission monitoring module. It is in charge of controlling and managing the remaining modules of the Mission Management System.

INNOVATIVE ASPECTS

This system avoids the necessity of using digital models of ground to one board and an intelligent trajectory reprogramming unit, just programming the transitions in a simple way, thus reducing the computational process of the onboard system.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

- Evita la necesidad de conocer un modelo digital del terreno embarcado.
- Evita la necesidad de disponer de un sistema complejo embarcado de reprogramación de trayectoria.
- Reduce los requisitos computacionales del sistema embarcado.
- Permite disponer de un plan de vuelo completo predeterminado: esto elimina incertidumbres y resulta muy útil en aplicaciones civiles para el control de tráfico aéreo.
- Si hay comunicación con la estación de tierra, el operario no requerirá especial experiencia para comandar la recuperación o el retorno más idóneo, que habrá sido previsto con anterioridad por el planificador de misión.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo de licencia.

Comentarios

Perfil de la empresa interesada en su producción:

- Fabricantes de tecnologías de control, análisis y medidas.
- Empresas de ingeniería espacial y armas.

Perfil de la empresa interesada en su utilización:

- Transporte.
- Empresas de tecnologías de control, análisis y medidas.
- Telecomunicaciones.
- Ingeniería espacial, armas.
- Medioambiente, contaminación.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

- Patente solicitada.
- Patente concedida.

Comentarios

La patente se ha solicitado bajo el número P200401387 en la Oficina Española de Patentes y Marcas. Patente concedida el 19 de enero de 2007. Se ha solicitado PCT.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

- It avoids the need of knowing the digital ground model on board.
- It avoids the need of having available an complex on board trajectory reprogramming system.
- It reduces the computational requirements of the on board system.
- It allows us to have a complete predetermined flight plan available: this eliminates uncertainties and is very useful in civil applications for air traffic control.
- If there is communication with the ground station, the operator will not require special experience to order the most ideal the recovery or return, which would have been previously planned by the mission planner.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- License agreement.

Comments

Profile of the company interested in its production:

- Manufacturers of control, analysis and measurement technologies.
- Space engineering and weapons companies.

Profile of the company interested in its use:

- Transport.
- Control, analysis and measurement technologies companies.
- Telecommunications.
- Space engineering, weapons.
- Environment, pollution.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent applied.
- Patent granted.

Comments

A patent was applied under the number P200401387 in the Spanish Patents and Brands Office. Patent granted. PCT applied.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Mercedes Sánchez Álvarez

ORGANIZATION: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PHONE: +34 91 520 65 45 **FAX:** +34 91 520 16 32 **E-MAIL:** sanchezam@inta.es



Validación para Planificación de Misión de Vehículos Aéreos no tripulados (UAVs)

Mission Planning Validation for Unmanned Air Vehicles (UAVs)

RESEARCHER/S María Jesús Morales de la Rica / Fco. Javier Ángel Martínez
ORGANIZATION Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
DEPARTMENT Flight Mechanics Laboratory

RESUMEN

El laboratorio de Mecánica de Vuelo del INTA ha desarrollado un software que consiste en una librería que valida todos los parámetros de una misión programada para un vehículo aéreo no tripulado. De esta forma el avión, antes de ser lanzado, tendrá su trayectoria validada en función de parámetros como: la cantidad de combustible, la velocidad a la que volará, la potencia disponible, las condiciones atmosféricas, etc. Esto supone un aumento en la seguridad del vuelo. El Instituto busca realizar acuerdos de licencia.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El Laboratorio de Mecánica de vuelo del INTA ha desarrollado un nuevo software que consiste en una librería dinámica que se puede integrar en una aplicación de planificación de misión para validar, teniendo en cuenta la mecánica del vuelo, dicha misión.

Los Vehículos Aéreos no tripulados (UAVs) poseen una misión que consiste en una serie ordenada de puntos de ruta con tres coordenadas que definen trayectorias que deben ser recorridas por el avión a una velocidad determinada. Esta trayectoria se determina con un planificador de misión que al no conocer el modelo del avión que va realizar la misión, sólo puede controlar restricciones simples del vehículo. La librería aquí desarrollada permite validar si el avión será capaz de realizar dicha trayectoria, teniendo en cuenta factores como el viento más desfavorable, la cantidad de combustible en el momento de lanzamiento del avión, y el lugar de lanzamiento del mismo, mediante un modelo de la aeronave que comprueba si las condiciones de cada trayectoria podrán ser seguidas de forma segura, al mismo tiempo se va calculando el combustible que se consumirá en cada una de ellas.

La librería, en caso de detectar alguna dificultad que pueda impedir la consecución de la trayectoria de referencia preestablecida por el planificador de misión, no sólo especificará en qué punto de la tra-

ABSTRACT

The Flight Mechanics laboratory of INTA has developed software that consists of a library that validates all the mission parameters programmed for an Unmanned Air Vehicle. This way, an airplane, before being launched, will have a validated flight path depending on parameters such as: the quantity of fuel, the flying speed, the available power, the atmospheric conditions, etc. This results in an increase of the security during the flight. The group is looking to enter into license agreements

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The Flight Mechanics Laboratory of INTA has developed new software that consists of a dynamic library that can be integrated into a mission planning application for validating the mission, taking the flight mechanics into account.

The Unmanned Aerial vehicles (UAVs) have a mission that consists of an ordered series of route points with three coordinates that define trajectories to be flown by the airplane at a determined speed. The trajectory is determined using the mission planner, which, as it ignores the model of the plane carrying out the mission, can only control simple restrictions of the vehicle. The library developed will allow us to validate whether the plane will be capable of carrying out the aforementioned trajectory, bearing in mind such factors as the most unfavorable wind, the quantity of fuel at the moment of launching the plane, and the launch site itself by means of an aircraft model that checks if every trajectory conditions can be followed safely, while at the same time it calculates the fuel that will be consumed in each of them.

In the case of detecting any difficulty which could impede the following and completion of the reference trajectory pre-established by the mission planner, the library will not only specify at which



vectoria se presenta el problema sino que sugerirá posibles variaciones que harían posible el vuelo.

Resulta especialmente útil ya que no sólo se validará la ruta principal que como referencia sigue el avión; sino que también se validan todas las posibles rutas alternativas que existen en caso de que surja un imprevisto que obligue al avión a salirse de la ruta principal también se validan las transiciones entre las rutas. Éste es el caso cuando, por ejemplo, el avión sufre una incidencia que impida el cumplimiento de los objetivos de la misión que se cubrían con la ruta principal. Además, si el avión detecta una región que quiere observar con mayor cercanía, como por ejemplo en caso de un fuego, podría desde la estación de control en tierra programarse una ruta que dirigiese al vehículo a la zona de interés y validarse con esta librería dicha ruta antes de ser enviada al avión.

| ASPECTOS INNOVADORES |

Este modelo permite validar misiones que contienen información de distintas trayectorias que puede seguir el UAV. Se validan además todas las combinaciones posibles de dichas rutas.

A través de este software se puede predecir en qué segmento de la trayectoria se presentarán dificultades en el vuelo y qué imposibilita el cumplimiento de la misión. Además, el software propone cambios en diversos parámetros, como la cantidad de combustible, el punto de lanzamiento del avión, etc., para que la trayectoria sea viable.

También realiza una validación desde el punto de vista de las actuaciones del vehículo, como la potencia necesaria en cada segmento de vuelo, el combustible necesario para la realización de la misión completa, etc. En este caso también se proponen cambios cuando se detectan condiciones inalcanzables o peligrosas, como distintas velocidades o distinta altura en los puntos de ruta.

Igualmente, sería posible incluir variables nuevas a verificar introduciendo algunos cambios oportunos.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

Entre las principales ventajas de este software se encuentra la de disponer de un modelo de validación que contempla un modelo de la aeronave, proporcionando una elevada seguridad en la operación del vehículo con un coste muy bajo.

Al llevar el avión una serie de rutas alternativas que cubran las posibles incidencias que pudieran aparecer durante el vuelo, junto con esta herramienta que valida todas las posibles combinaciones, permite evitar que el avión tenga que llevar un modelo digital del terreno para poder reprogramar maniobras en vuelo. Esto implica que no es necesario llevar un ordenador tan potente a bordo, lo cual conlleva una reducción de costes además de una reducción de peso y por tanto de tamaño del avión.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo de licencia.

point of the trajectory the problem arises, but also will suggest possible variations, thus making the flight possible.

It is particularly useful, as it not only validates the main route which the plane follows as reference; but also validates all possible existing alternative routes and the transitions between them, in the case that something unforeseen arises, thus forcing the plane to leave the main route. This is the case when, for example, the plane suffers incidents impeding the fulfillment of the mission objectives covered by the main route. In addition, if the plane detects a region which it wishes to observe in closer detail, as for example in the case of a fire, a route may be programmed from the ground control station directing the vehicle to the zone of interest, and can be validated by its library before being sent to the plane.

| INNOVATIVE ASPECTS |

This model enables missions to be validated containing information concerning different trajectories that the UAV may follow. In addition it validates all possible combinations of the aforementioned routes.

Due to the software, it is possible to predict in which segment of the trajectory flight difficulties may arise, and which make it impossible to fulfill the mission. The software also proposes changes and several parameters, such as the quantity of fuel, the launching point of the plane, etc, so that the trajectory will be viable.

It also carries out validation from the point of view of the performance of the vehicle, such as the power required in each flight segment, fuel needed to carry out the complete mission, etc. In this case, the software proposes changes as well when unreachable or dangerous conditions are detected, for instance, different speeds or different heights in the route points.

Likewise new variables may be included to be verified introducing the corresponding changes.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

Among the main advantages of the software is the availability of the validation model which contemplates a model of the aircraft, providing a high degree of safety in the operation of the vehicle with very low cost.

For the plane brings a series of alternative routes covering possible incidences that might arise during the flight, together with this tool that validates all possible combinations, it enables users to avoid the need for the plane to carry the digital model of the terrain in order to be able to reprogram flight maneuvers. This implies that is not necessary to carry such a powerful computer onboard, which in turn implies a reduction of costs, apart from a reduction in weight and therefore of the size of the aircraft.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- License agreement.



Comentarios

Este producto podría ser interesante para cualquier empresa relacionada con el sector de los UAV y que precise del desarrollo de herramientas de planificación de misión. El coste de equipamiento y personal sería reducido.

El INTA busca transferir la tecnología a través de la realización de acuerdos licencia.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

- Software registrado.

Comentarios

La tecnología ha sido inscrita en el Registro Territorial de la Propiedad Intelectual de Madrid.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

Comments

This product could be of interest to any company related to the UAV sector, and which requires the development of mission planning tools. Equipment and personnel costs would be reduced.

INTA seeks to transfer the technology through entering into license agreements.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Copyright protected.

Comments

The technology has been entered in the territorial register of intellectual property of Madrid.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Mercedes Sánchez Álvarez

ORGANIZATION: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PHONE: +34 91 520 65 45 **FAX:** +34 91 520 16 32 **E-MAIL:** sanchezam@inta.es



Método para el control de los parámetros de entrada a un sistema de control de un vehículo aéreo

Method of controlling input parameters of a control system of an aerial vehicle

RESEARCHER/S María Jesús Morales de la Rica
ORGANIZATION Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
DEPARTMENT Flight Mechanics Laboratory

35

RESUMEN

El Laboratorio de Mecánica de Vuelo del INTA ha desarrollado un sistema de control para vehículos aéreos no tripulados (UAVs) que incluye un método que evita que los parámetros que entran al controlador, tanto en el caso de que se sigan trayectorias (control automático), como en un pilotaje semiautomático o manual, estén fuera de unos rangos operacionales predefinidos. El Instituto busca realizar acuerdos de cooperación técnica.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El Laboratorio de Mecánica de vuelo del INTA ha desarrollado un método que permite mantener los parámetros de entrada al controlador de un vehículo no tripulado dentro de unos rangos predefinidos, que tengan en cuenta las capacidades del vehículo, de forma que la respuesta del mismo sea lo más segura posible.

Cuando un vehículo aéreo no tripulado se encuentra en volando en modo automático, trata de seguir unas determinadas trayectorias, fijas a ejes tierra, a una velocidad determinada, esta puede ser respecto del aire o respecto a tierra. Generalmente las trayectorias se planifican con antelación considerando determinadas condiciones, que durante el vuelo pueden verse alteradas. Entre estas consideraciones pueden estar las condiciones atmosféricas, las actuaciones del motor, etc., lo que puede dar lugar a condiciones de vuelo imposibles de seguir de forma segura. Para evitar esto se dispone de un modelo inverso del vehículo que comprueba que las entradas al controlador correspondientes al seguimiento de la trayectoria se encuentran dentro de los rangos predefinidos y en caso de que estén fuera de las mismas se modifican por otras que si lo estén de forma que se aleje lo menos posible de la trayectoria deseada.

ABSTRACT

The Flight Mechanics Laboratory of INTA has developed a system of control for unmanned aerial vehicles (UAVs) which includes a method that prevents the input parameters of the controller from being outside of predefined operational boundaries, both in the case where trajectories are followed (automatic control) and where the vehicle is piloted in semiautomatic or manual mode. The Institute is looking for technical cooperation agreements.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The Laboratory of Flight Mechanics of INTA has developed a method which enables us to maintain input parameters to the controller of an unmanned aerial vehicle within predefined boundaries, that take into consideration the capabilities of the vehicle in such a way that the vehicle's response will be the safest possible.

When an unmanned aerial vehicle is flying in automatic mode, it follows specific trajectories, fixed to ground axis, at a determined velocity which may be with respect to air, or respect to the ground. Generally the trajectories are planned beforehand, taking into consideration specific conditions which may alter during the flight. Among these considerations there can be atmospheric conditions, engine performance, etc., which may give rise to flight conditions impossible to follow in a safe manner. In order to avoid this an inverse model of the vehicle is available which checks that the input to the controller corresponding to the tracking of the trajectory falls within the predefined boundaries, and in the case where they are outside the boundaries they are modified by other inputs which are within, so that the vehicle stays as close as possible to the desired trajectory.

Cuando se pilota de forma semiautomática o manual (con comandos de alto nivel) también se comprueba que las entradas no estén fuera de estos rangos.

| ASPECTOS INNOVADORES |

Un vehículo aéreo no tripulado se controla desde una estación en tierra o mediante un sistema de control autónomo. En el primer caso los comandos los genera un operario desde la estación y en el segundo se generan a bordo a partir de unas trayectorias predefinidas. Dependiendo de la condición de vuelo estos comandos pueden resultar imposibles o peligrosos para la aeronave. Cuando esto ocurre los sistemas actuales recalculan las trayectorias, cuando el vehículo vuela de forma autónoma. Cuando está siendo controlado desde tierra, o bien se presentan avisos al operario o bien tienen limitaciones fijas para algunos parámetros. En este caso se mantiene la trayectoria original y cuando el seguimiento de la misma es arriesgado se modifica por otra lo más próxima posible que se pueda seguir de forma segura.

Las ventajas de la tecnología es que permite que la aeronave intente el seguimiento de todo tipo de trayectorias sin que ello suponga un peligro para el vuelo, permitiendo un aumento de los errores a la trayectoria deseada cuando el seguimiento de la misma es inviable por distintas causas. Al mismo tiempo se permiten todo tipo de entradas al sistema (en lo referente a actitud y velocidad), cuando es operada directamente por un operador o piloto de forma que se asegura que no se mandarán condiciones que estén fuera de las permitidas, lo cual permite que el piloto u operador pueda ser una persona sin mucha experiencia. Por otro lado, todo esto se lleva a cabo con un coste computacional bajo y sin modificar las trayectorias comandadas al sistema de guiado.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

Entre las principales ventajas de este método es el grado de protección que se obtiene con un coste computacional muy bajo. Esto implica que no es necesario llevar un ordenador tan potente a bordo, lo cual conlleva una reducción de costes además de una reducción de peso y por tanto de tamaño del avión.

Otra de las ventajas es que el piloto o el operador que planifica las misiones, pueda ser una persona sin mucha experiencia ya que en ningún caso se mandaran condiciones de vuelo fuera de la envolvente predefinida y por tanto peligrosas para la aeronave.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo de licencia.

Comentarios

Este producto podría ser interesante para empresas relacionadas con el sector de los UAV que precise del desarrollo de sus sistemas de control. El coste de equipamiento y personal sería reducido. El Instituto busca transferir la tecnología a través de la realización de acuerdos licencia.

When the vehicle is piloted in semiautomatic or manual mode (with high-level commands) it is also verified that the inputs are not out of these boundaries.

| INNOVATIVE ASPECTS |

An unmanned aerial vehicle is controlled from a ground station or through a system of autonomous control. In the first case the commands or generated by an operator from the station, and in the second they are generated on board from predefined trajectories. Depending on the flight conditions these commands may result impossible or dangerous for the aircraft. When this happens present-day systems recalculate the trajectories, when the vehicle flies on autonomous mode. When it is being controlled from the ground, either warnings are given to the operator or it has fixed limitations for some parameters. In this case it maintains the original trajectory, and when it is dangerous to follow, it's modified by another trajectory as close as possible to the original which can be followed safely.

The advantages of the technology is that it allows the aircraft to follow all types of trajectories without this supposing danger for the flight, allowing an increase in errors to the trajectory desired when following it is unviable due to different causes.

At the same time all types of inputs to the system are allowed (referring to attitude and velocity) when the vehicle is operated directly by an operator or pilot, thus ensuring that conditions outside the permitted ones will not be sent, which in turn allows the pilot or operator to be a person without much experience. On the other hand all this is carried out with a low computational cost and without modifying the trajectories sent to the guidance system.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

Among the main advantages of this method is the degree of protection obtained with very low computational cost. This implies that it is not necessary to have such a powerful computer on board, which leads to a reduction in costs as well as a reduction of weight and therefore of the size of the aircraft.

Another advantage is that the pilot or the operator who do the mission planning can be a person without much experience, because in no case flight conditions outside the predefined envelope and therefore dangerous for the airplane, will be sent.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- License agreement.

Comments

This product could be interesting for any company related to the UAV sector and which requires development of its control systems. Equipment and personnel costs would be reduced.

The institute seeks to transfer the technology through entering into license agreements.



| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- En fase de desarrollo.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

- Patente solicitada.

Comentarios

Se ha presentado solicitud de patente.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- En fase de desarrollo.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent applied.

Comments

A patent has been applied.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Mercedes Sánchez Álvarez

ORGANIZATION: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PHONE: +34 91 520 65 45 **FAX:** +34 91 520 16 32 **E-MAIL:** sanchezam@inta.es



Aparato portátil robotizado para la detección de sustancias o analitos

Robotized portable device for the detection of analytes

RESEARCHER/S Javier Gómez-Elvira
ORGANIZATION Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
DEPARTMENT Astrobiology Center (CAB)

RESUMEN

El INTA ha desarrollado un sistema portátil que permite el análisis de múltiples muestras y la detección simultánea de hasta miles de analitos diferentes en un solo ensayo. Es un sistema robotizado y susceptible de manejo por control remoto. Se aplica principalmente en los sectores medioambiental y biomédico, para la detección de sustancias contaminantes, tóxicas o no, y microorganismos en un medio (agua, suelo, aire). El Instituto busca realizar acuerdos de licencia.

ABSTRACT

INTA has developed a portable system to analyze multiple samples that allows the simultaneous detection of up to thousands different analytes in a single test. It's a robotized system liable to remote control handling. Mainly, it can be applied to environmental and biomedical sectors, for the detection of contaminants, toxic or not, and microorganisms in the environment (water, ground or air). The Institute is looking for license deals.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El INTA ha desarrollado un sistema portátil que permite el análisis de múltiples muestras así como la detección y caracterización simultánea desde decenas hasta miles de analitos diferentes en un solo ensayo. Se trata de un sistema susceptible de manejo por control remoto. Dicho sistema se beneficia del desarrollo reciente de la tecnología de microarrays de DNA y proteínas, que ha aumentado enormemente la capacidad de análisis y la sensibilidad de detección permitiendo el estudio de problemas biológicos, biomédicos y biosanitarios. A diferencia de las tecnologías basadas en microarrays, en la tecnología que se presenta el tratamiento de la muestra a analizar se reduce considerablemente y todo el proceso se realiza de forma robotizada.

El aparato comprende una serie de módulos operativos, en los cuales se manipulan, tratan y analizan las muestras, y una serie de módulos de control de los anteriores.

Las muestras a analizar pueden estar en estado líquido, sólido o en suspensión. Para su homogenización se forma una mezcla entre dicha muestra y una solución salina o tampón, con el fin de disgregar al máximo la materia sólida y disolver los analitos presentes. Posteriormente, la muestra, ya homogenizada, es sometida a diferentes procesos: modificación química, bioquímica o biológica (que interaccione con una célula viva), o modificación física como filtrado, concentración, etc. El resultado del procesamiento puede ser el etiquetado molecular

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

INTA has developed a portable system that allows the analysis of multiple samples and the detection and simultaneous characterisation from tens to thousands different analytes in a single test. This system is liable to remote control handling. It takes advantage of the recent technology of DNA and proteins microarrays, that has increased the analysis capability and the detection sensitivity enormously, providing studies of biological, biomedical and biosanitary problems. Far from the technologies based on microarrays, in the current technology the sample treatment for the analysis is substantially reduced, and the whole process is robotized.

The apparatus comprises a series of operating modules, in which the samples are manipulated, treated and analyzed, and a series of controlling modules that control the operating ones. Samples to be analyzed can be at liquid or solid state, or even in suspension. For its homogenization an homogeneous mixture is formed between the sample and a salt solution or buffer, in order to disgregate the particulates extremely and to solve the analytes. Laterly, the homogenized sample is subjected to different processes: chemical, biochemical and biological change, or physical modifications like filtration, concentration, etc. The result of the processing can be the molecular marking of the analytes in the sample. This molecular



de los analitos presentes en la muestra. Dicho etiquetado está formado por una sustancia fluorescente o cualquier otra sustancia que permita la identificación posterior del analito modificado.

Una vez que la muestra se ha procesado, entra en contacto con un dispositivo sensor que está constituido por una o más sustancias capaces de interactuar con los analitos presentes en la muestra. El objetivo final es la detección de analitos retenidos en el sensor. Para ello se dispone una serie de dispositivos que detectan los analitos etiquetados. Si dichos analitos han sido modificados con una sustancia fluorescente (fluorocromo), se dispone de una fuente de radiación para excitar dicho fluorocromo y un detector de fluorescencia.

Los datos detectados son procesados por un software adecuado para una presentación final del resultado en forma de mapa de "bits" que origine una imagen susceptible de ser tratada informáticamente, bien por el software del módulo de lectura de datos, bien por una estación remota.

El proyecto bajo el que se ha desarrollado esta tecnología sigue vigente. Se ha desarrollado una nueva versión de esta tecnología consistente en un equipo portátil, testado en varias campañas de campo, y que incorpora las siguientes mejoras:

1. Se ha aumentado el número de análisis (hasta 18).
2. Se ha aumentado la sensibilidad.
3. El módulo de análisis es más robusto y compacto.
4. Optimizado para detección mediante inmunoensayo en sándwich.
5. Capacidad para detectar más de 2.000 analitos.
6. Rango de temperatura de trabajo de 0 a 37°C.
7. Completamente autónomo: sólo hay que añadir la muestra y el resultado final es una imagen con puntos brillantes que indican la presencia de un determinado compuesto o un microorganismo.

Existe una nueva versión nueva versión en desarrollo y pesará menos de 1 kg.

| ASPECTOS INNOVADORES |

- Esta tecnología permite detectar determinadas sustancias e inferir sus posibles características de toxicidad o patogenicidad mediante sistemas basados en las propiedades moleculares de los seres vivos.
- Capacidad para detectar de una sola vez desde unos cuantos hasta miles de sustancias, preferentemente compuestos de origen biológico.
- Gran autonomía.
- Posibilidad de analizar múltiples muestras.
- Este aparato es capaz de procesar volúmenes que pueden ir desde microlitros hasta mililitros de una muestra líquida (fluidos corporales, agua), o una suspensión (de suelo, sedimento o roca previamente triturada).

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

- Potencial de automatización del sistema completo, desde la toma de muestras, procesamiento y análisis hasta el envío de datos.
- Simplificación considerable del número de etapas necesarias para el procesamiento de las muestras.

marking consists in a fluorescent substance or any other agent that enables the posterior identification of the modified analyte.

Once the sample has been processed, it gets in contact to a sensor constituted by one or more substances able to interact with analytes in the sample. The final object is the detection of the analytes which are bounded into the sensor. To do so, a series of devices for the marked analytes detection is provided. If these analytes have been modified by a fluorescent substance (fluorochrome), a radiation source to excite the fluorochrome and a fluorescence detector are provided.

Detected data are processed by a software that is prepared to provide a final submission of results by means of a "bits" map which originates an image susceptible to be computerized, either by the data reading module software or by a remote station.

This project is still going on. It has been developed a new version of this technology consisting of portable equipment fully tested on several field campaigns. It includes the next improvements:

1. It has been increased the number of the analysis (up to 18).
2. It has been increased the sensitivity.
3. The analysis module is more robust and compact.
4. The detection system is optimized for sandwich immunoassay.
5. Capacity for the detection of more than 2000 analytes.
6. Working temperature range from 0 to 37°C.
7. Completely autonomous: it is only required to add the sample and the final output is an image with bright spots indicating the presence of a specific compound or a microorganism.

A new version is under construction and it will weight less than 1 kg.

| INNOVATIVE ASPECTS |

- This technology allows to detect certain substances and to infer its possible toxicity or pathogenicity properties by means of systems based on molecular properties of animals.
- It's able to detect from several substances up to thousands of them by a single test, mainly components with biological origin.
- It's a widely autonomous system.
- It's able to analyze multiple samples.
- It's capable to process liquid samples (body fluids or water) or suspensions (of ground, sediments or crushed rocks) which volume ranges from micro to milliliters.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

- There's potential for the automation of the complete system, from the sampling, processing and analysis to the data sending.
- Substantial minimization of the number of necessary steps for the sample processing.



40



Figura 1. SOLID2 en el campo.

Figure 1. SOLID2 in the field.

- Potencial de miniaturización.
- Requerimientos energéticos bajos.
- Posibilidad de control remoto.
- Posibilidad de aplicación a la exploración planetaria (por ejemplo Marte).

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo de licencia.

Comentarios

El INTA busca transferir la tecnología a través de la realización de acuerdos de licencia del sector biotecnológico, dentro del campo de aplicación de los biosensores, y en particular en el desarrollo de instrumentos y protocolos de detección. Otros sectores atractivos para la aplicación de esta tecnología son los sectores medioambiental y médico, ya que permite el estudio de problemas biológicos, biomédicos y sanitarios. En Defensa esta tecnología puede ser aplicada al estudio de la contaminación química y bacteriológica.

Esta tecnología interesará a compañías cuya actividad este relacionada con explotaciones marinas, cultivos marinos, evaluación de contaminaciones en los ríos, etc.

El INTA busca un acuerdo de licencia de la tecnología. Se dispone de un demostrador tecnológico en funcionamiento. Dependiendo del sector de aplicación de la tecnología puede ser necesaria una transformación del prototipo, que bien podría realizar la propia empresa dependiendo de su capacidad tecnológica o bien, el grupo de investigación del INTA en el caso de que la empresa lo requiera.



Figura 2. Portabilidad de SOLID2.

Figure 2. SOLID2 Portability.

- Potential of miniaturization.
- Low energy requirements.
- Possibility of remote control.
- Possibility to be applied to planetary exploration (for example, Mars).

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Acuerdo de licencia / License agreement.

Comments

INTA looks for transferring technology through the performance of license deals in the biotechnology sector, within the field of biosensors application, and in particular in the development of instruments and detection protocols. Other attractive sectors, for the application of this technology, are the environmental and medical sectors, providing studies of biological, biomedical and biosanitary problems. In Defense this technology can be applied to the study of chemical and bacteriological contamination. This technology can be interested to companies whose activity is related to marine operations, marine culture, evaluation of river pollution, etc.

INTA is looking for license deals of the technology. It is prepared a technological exhibit available for demonstration. Depending on the application sector of the technology a transformation of the prototype can be necessary. It could be performed by the own company if it has enough technological capacity, as well as the research group of the INTA could perform it in case the company requires it.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

- Patente concedida.

Comentarios

Patente concedida con fecha 19/01/2006 nº 200301292.
Presentada solicitud internacional de patente PCT.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent granted.

Comments

Patent granted on the 19/01/2006 number 200301292.
PCT applied.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

41

CONTACT PERSON: Mercedes Sánchez Álvarez

ORGANIZATION: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PHONE: +34 91 520 65 45 **FAX:** +34 91 520 16 32 **E-MAIL:** sanchezam@inta.es

Antenas planas de microondas para aplicaciones terrenas y espaciales

Microwave flat antennas for ground and space applications

RESEARCHER/S Antonio Pedreira Ríos
ORGANIZATION Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
DEPARTMENT Radiofrequency and Electronic Technologies

RESUMEN

El departamento de Radiofrecuencia y Tecnologías Electrónicas del INTA ha desarrollado una tecnología para el diseño y fabricación de antenas planas de microondas, de alta, media o baja ganancia, con aplicaciones espaciales y terrenas. Estos reflectores planos presentan ventajas como la de menor impacto visual, y de posible plegado en aparatos portátiles. Se han diseñado y fabricado prototipos demostradores que han superado todos los ensayos eléctricos y mecánicos a los que han sido sometidos. El grupo busca realizar acuerdos comerciales.

ABSTRACT

The Radiofrequency and Electronic Technologies Department of INTA has developed a technology suitable for the design and manufacturing process of microwave flat antennas of high, medium or low gain, with application in the space and ground fields. These flat reflectors present advantages such as a lower visual impact and a better packaging on the case of portable units. Several demonstrator prototypes that have passed electric and mechanic tests have been designed and manufactured. The Institute is looking for commercial agreements.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

Las antenas planas están formadas por un agrupamiento plano de radiadores microstrip y un circuito que distribuye la señal entre los radiadores. Ambos, radiadores y circuito, se fabrican utilizando técnicas de fotograbado sobre un sustrato dieléctrico laminado en cobre por ambas superficies. Son muchas las aplicaciones de este tipo de antenas, pero las principales están en el área de las telecomunicaciones, como antenas de alta, media y baja ganancia, generalmente en las bandas L y S. Se utilizan tanto para la estación base, como para los terminales de usuario.

Además, en el caso de aplicaciones espaciales en las bandas L, S, C y X, el diseño eléctrico de estas antenas comprende el análisis y discusión de los parámetros que definen el comportamiento electromagnético de antenas planas, tanto desde el punto de vista de radiación, como del sistema de alimentación y de distribución de la señal sobre la superficie radiante.

La tecnología basada en la difracción de las placas zonales de Fresnel, permite diseñar y fabricar reflectores planos con similares resultados eléctricos a los obtenidos con reflectores parabólicos, pero con las ventajas propias de un ser un reflector plano. Permite, por otra parte, el diseño de reflectores planos que proporcionan un doble apuntamiento desde un único alimentador, por ejemplo para establecer un enlace simultáneo con los satélites, ASTRA e HISPASAT, que están sepa-

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

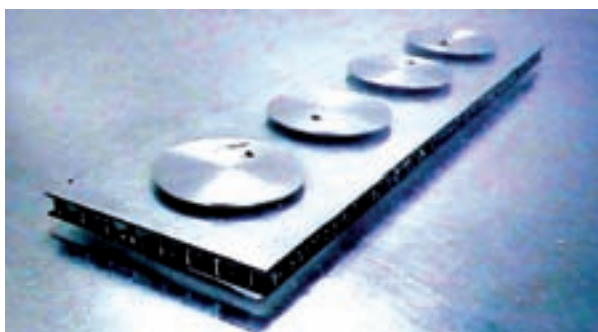
Flat antennas are made of a flat array of microstrip radiators and its feeding circuit. Both, radiators and circuit, can be manufactured by means of a photoetching process using a sheet of dielectric substrate covered at both faces by a film of copper.

The main applications of this type of antennas are in the telecommunications area, as high, medium and low gain antennas, generally in the L and S bands. They are used as for the base station, or as for the user's stations.

Furthermore, in the space application within the L, S, C and X bands, the electrical design of these antennas includes analysis and discussion of the parameters which define the electromagnetic behaviour of plane antennas, from radiation to power system and signal distribution over the radiant surface.

This technology, based on the Fresnel zone diffraction, allows the design and the manufacturing of flat reflectors with similar electrical performance than parabolic reflectors, but having the advantages of its planar surface. On the other hand, this technology allows the design of planar reflectors having several beams with only one feeder. It allows for example, to have simultaneous links with two satellites, ASTRA and HISPASAT, 50 degrees separated. The canal of separation is made by means of frequency and polarisation.





Antena plana.
Flat antenna.

rados 50 grados. La discriminación de canales se hace por frecuencia y polarización. Esta tecnología puede aplicarse también para utilizar la misma superficie reflectora plana para recibir señales de distintos satélites con distintos alimentadores (uno por satélite).

This technology can also be applied to use the same flat reflector surface to the reception of several satellite signals with different feeders (one per satellite).

43

| ASPECTOS INNOVADORES |

Los aspectos innovadores de las antenas planas son los siguientes: El uso de técnicas de fotograbado permite la fabricación en serie, reduciendo costes y, al ser una tecnología plana facilita su integración con el resto del sistema, favoreciendo la reducción del tamaño y peso global.

Para las antenas de ambiente espacial: su diseño en fibra de carbono metalizada, lo que reduce peso y aumenta la estabilidad estructural en grandes antenas y que se reduce al mínimo el uso de materiales dieléctricos, lo que además de evitar pérdidas, facilita la dispersión del calor generado en el caso de antenas activas.

Para las antenas de placas zonales, el aspecto más innovador de esta tecnología es su característica de recepción simultánea de señales procedentes de 2 satélites, pudiendo aplicarse a satélites con una separación entre ellos del orden de 50 grados. Otro aspecto innovador es el ser un reflector plano, lo que conlleva ciertas ventajas de menor impacto visual, y de posible plegado en aparatos portátiles, frente a los clásicos reflectores parabólicos.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

En su aplicación espacial, las antenas presentan las siguientes ventajas:

- Reducida masa.
- Bajo perfil derivado del diseño de los radiadores.
- Máxima eficiencia superficial con mínimas pérdidas de inserción y bajo nivel de polarización cruzada.
- Puede realizarse tanto en polarización lineal, como en circular, admitiendo entradas para polarizaciones ortogonales.
- Libre de efecto multipactor.
- Bajo nivel de PIMP (producto de intermodulación pasivo) en antenas transmisoras y receptoras.
- Posibilidad de realizar un diseño modular, simplificando el proceso de fabricación, montaje y sustitución de módulos en grandes antenas.

| INNOVATIVE ASPECTS |

The innovative aspects of this kind of antennas are the following:

- The use of photoetching technique allows the mass production, with a reduction of the final price.
- The flat technology allows the integration in the system, providing a size and weight reduction of the final unit.
- The design on carbon fibre to reduce the weight, and to improve the structural stability on large antennas.
- The use of dielectric materials is avoided, it allows to reduce losses and to have a good dispersion of the hot energy generated at the T/R modules in the case of active antennas.
- In the simultaneous signal reception from two satellites, and it can be applied to satellites being 50 degrees separated.
- The characteristic of flat reflector, that allows a lower visual impact, and also a better packaging on the case of portable units.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

In the space application the main advantages are the following:

- Low mass.
- Low profile derived from the radiators design.
- Maximum surface efficiency with minimum insertion losses and low level of cross polarisation.
- It can be made in lineal polarization or in circular, admitting inputs for ortogonal polarizations.
- Free from multipactor effect.
- Low PIMP (passive intermodulation product) level in transmitter and receiver antennas.
- Possibility of making a modular design, simplifying the manufacturing, mounting and substitution process in large antennas.

En la aplicación de tierra:

- los reflectores basados en placas zonales consiguen una separación de haces mayor de 10 grados, cosa imposible con un reflector parabólico. Por otra parte, una superficie plana se adapta mejor que una parábola a una pared, y es mucho más fácil obtener una superficie plana después de un despliegue, que una superficie parabólica, por lo que se obtiene un mejor resultado al utilizar reflectores planos desplegables, que utilizando paraboloides desplegables en equipos portátiles.
- En este tipo de reflectores no existe un gran deterioro de la señal cuando el alimentador se sitúa fuera de la posición del foco, como sucede en el caso de una superficie parabólica. Esto permite usar la misma superficie reflectora para establecer varios enlaces con satélites desde diferente alimentador.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Cooperación técnica.
- Acuerdo de fabricación.
- Acuerdo comercial con asistencia técnica.

Comentarios

Esta tecnología podría ser interesante para cualquier empresa fabricantes de antenas:

- Antenas de telefonía, comunicaciones móviles, SAR, etc.
- Antenas de televisión vía satélite.
- Antenas para espacio.

La empresa se encargaría de la fabricación del producto. Esta fabricación sólo requiere las técnicas habituales de fotograbado. El equipo está dispuesto a ofrecer asistencia técnica.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

- Secreto industrial.

Comentarios

La tecnología está bajo secreto industrial.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

In the ground application:

- With a parabolic reflector it is not possible to have two beams with a separation greater than 10 degrees. On the other hand, a flat surface can be adapted to the walls or to the roofs of buildings, better than a parabolic reflector, and it is also easier to obtain a flat surface after a deployment than a parabolic surface, and consequently it can be expected better performance with flat reflectors than parabolic reflectors at portable units.
- This kind of planar reflectors does not present the high signal reduction when the feeder is placed out of the focal point, as it happens by using parabolic reflectors. It allows to use the same flat reflector surface to have several satellite links from different feeder.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Technical cooperation.
- Manufacturing agreement.
- Commercial agreement with technical assistance.

Comments

This technology could be interesting for any company related to antennas manufacture:

- Telecommunications antennas, mobile communication antennas, SAR, etc.
- Satellite television antennas.
- Space antennas.

The partner would manufacture the product. This manufacture would only require the common photoetching techniques, so the cost would be reduced. The group offers technical assistance.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Secret know how.

Comments

The technology is under secret know-how.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Mercedes Sánchez Álvarez

ORGANIZATION: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PHONE: +34 91 520 65 45 **FAX:** +34 91 520 16 32 **E-MAIL:** sanchezam@inta.es



Radar de Apertura Sintética (SAR)

Synthetic aperture radar (SAR)

RESEARCHER/S Juan Ramón Larrañaga Sudupe
ORGANIZATION Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
DEPARTMENT Synthetic aperture radar

RESUMEN

El departamento de Radar de Apertura Sintética ha desarrollado un sistema SAR completo desde su concepción hasta las herramientas de software necesarias para el tratamiento de señal. La tecnología tiene aplicación en áreas como observación del terreno, detección de barcos, seguimiento de catástrofes, observación de zonas en conflicto, etc. y puede ser utilizada independientemente de las condiciones meteorológicas, tanto de día como de noche. El grupo busca realizar acuerdos comerciales con asistencia técnica.

ABSTRACT

The Synthetic Aperture Radar Department has developed a complete SAR system from its definition stage to the software applications necessary for the signal processing. The technology has applications in remote sensing areas such as ground observation, ship detection, catastrophe follow-up, conflict area observation, etc. and can be used regardless of the weather conditions, night or day. The group is looking for commercial agreements with technical assistance.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El departamento de Radar de Apertura Sintética ha desarrollado un sistema SAR completo, desde la concepción del sistema hasta el diseño y la implementación de los segmentos de terreno y de vuelo, así como cada herramienta y aplicación software para el control o procesamiento de señal en el sistema. Además se ha construido un prototipo de radar en banda X (RIX) embarcado en un avión CASA 212.

Un Radar de Apertura Sintética (SAR) es un sensor activo que permite generar imágenes en la zona que ilumina. Por ser activo no necesita otras fuentes de iluminación como es el caso de los sensores ópticos, tratándose por lo tanto de un sensor que opera día y noche. Por otro lado, las señales que utilizan estos radares se encuentran en la banda del espectro electromagnético de las microondas, las señales a estas frecuencias no se ven afectadas por las condiciones de humedad y cobertura nubosa de la atmósfera, por lo tanto nubes y lluvia son transparentes.

Se dispone de software para la obtención de imagen bidimensional con compensación de movimiento de primer orden, así como funciones de calibración para la corrección del patrón de antena y funciones para la georreferenciación directa de la imagen.

Además se han desarrollado las herramientas necesarias para el tratamiento de los datos provenientes del sensor que nos permitan obtener:

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The Synthetic Aperture Radar Department has developed a complete SAR system from its definition stage through the design and implementation of the flight and ground segments, as well as the software applications and tools for control or the signal processing in the system. The X band radar prototype (RIX) is integrated on board a CASA 212 turboprop.

A synthetic aperture radar (SAR) is an active sensor that makes possible the generation of images of the illuminated area. Being an active sensor, it doesn't need external illumination sources as is the case of passive optical sensors, being therefore capable of day and night operation. Furthermore, the frequency of the signals used by these radars are in the band of microwaves, not being much affected by humidity and cloud conditions, therefore clouds and rain are transparent to this radiation, obtaining an all-weather sensor. Software for the bi-dimensional image with first order movement compensation is available, as well as calibration functions for the antenna pattern correction and functions for direct georeferentiation of the image.

Furthermore, all the tools for the treatment of data coming from the sensor have been developed, obtaining:

- Raw data obtained by the sensor.





Figura 1. Prototipo RIX.

Figure 1. RIX prototype



Figura 2. Prototipo RIX embarcado en un avión CASA 212.

Figure 2. X band radar prototype (RIX) integrated on board a CASA 212 turboprop.

46



- Datos brutos obtenidos por el sensor.
- Imágenes complejas de utilidad en detección, reconocimiento y clasificación de blancos e interferometría.
- Imágenes reales con reducción de ruido de utilidad en detección de bordes, clasificación de blancos extendidos, detección de cambios, etc.
- Imágenes georreferenciadas que se pueden incluir en sistemas de información geográfica y programas comerciales utilizados en teledetección (ERDAS, Matlab, etc).

La tecnología puede ser adaptada a medida a otras aplicaciones según necesidades.

| ASPECTOS INNOVADORES |

Frente a los métodos ópticos para obtener imagen en medios aerotransportados, la tecnología SAR tiene las siguientes ventajas:

- Operación independiente de las condiciones meteorológicas (niebla, nubes...).
- Operación día y noche.
- Empleo de distintas bandas sobre una misma escena.
- Detección de blancos móviles.
- Interferometría.
- Polarimetría.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

Desarrollo propio de un sistema SAR completo, desde la concepción del sistema hasta el diseño y la implementación de los segmentos terreno y de vuelo, así como cada herramienta y aplicación software para el control o procesamiento de señal en el sistema.

- Complex images useful in detection, classification and detection of targets and interferometry.
- Real images with noise reduction useful in edge detection, classification of extended targets, change detection, etc.
- Geo-referenced images that can be included in geographic information systems and commercial programs used in remote sensing (ERDAS, Matlab, etc).

The technology can be tailored to other applications following the clients' necessities.

| INNOVATIVE ASPECTS |

Compared to optical techniques to obtain airborne images, SAR technology has the following advantages:

- All weather operation (clouds, smog).
- Operation by night and day.
- Use of different bands on a same scene.
- Moving target detection.
- Interferometry.
- Polarimetry.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

Development of a complete SAR system from the radar definition to the design and implementation of the flight and ground segments as well as each software application tool for control or signal processing in the system.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo comercial con asistencia técnica.

Comentarios

Esta tecnología podría ser interesante para cualquier empresa relacionada con la teledetección y la observación. Tiene multitud de aplicaciones dentro del mundo civil y militar tales como cartografía, agricultura, seguimiento de zonas costeras y de fronteras, observación de zonas en conflicto, etc.

El grupo busca realizar acuerdos comerciales con asistencia técnica.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

- Derechos exclusivos.

Comentarios

La tecnología está preparada para demostración. El grupo busca realizar acuerdos comerciales con asistencia técnica.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Commercial agreement with technical assistance.

Comments

This technology would be interesting for any company related to the remote sensing and observation sectors. It has numerous applications within the civil and military sectors such as, cartography, agriculture, monitoring of coasts and borders, observation of conflict areas, etc.

Equipment and personnel costs would be reduced.

The group is looking for commercial agreements with technical assistance.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Exclusive rights.

Comments

The technology is ready for demonstration. The group is looking for commercial agreements with technical assistance.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Mercedes Sánchez Álvarez

ORGANIZATION: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PHONE: +34 91 520 65 45 **FAX:** +34 91 520 16 32 **E-MAIL:** sanchezam@inta.es



CIRCE: Software de diseño de alas

CIRCE: Software for wing design

RESEARCHER/S José Jiménez Varona
ORGANIZATION Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
DEPARTMENT Fluid Dynamics

RESUMEN

El departamento de Dinámica de Fluidos del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial ha desarrollado un software para el diseño de alas por medio de técnicas de optimización numérica con restricciones que pueden ser aerodinámicas o geométricas. Permite diseño multi-punto, esto es, generar una función objetivo basada en varias condiciones de vuelo. El grupo busca realizar acuerdos de licencia.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El programa CIRCE es un programa de diseño de alas basado en técnicas de optimización numérica con restricciones. Dispone básicamente de dos módulos: el módulo de diseño y el módulo de análisis. También un módulo de acoplamiento.

El módulo de diseño incorpora la posibilidad de diseño con o sin restricciones. Si se incluyen restricciones se utiliza el método de las direcciones factibles. En caso de no emplear restricciones se utilizan tres tipos de métodos de búsqueda de la dirección: máxima pendiente, gradientes conjugados y el método quasi-Newton BFGS.

En cuanto al módulo de análisis, éste es un programa de análisis del flujo alrededor de alas que implementa la solución de las ecuaciones de Euler no estacionarias.

El diseño del ala se realiza permitiendo la deformación tanto de las secciones que la forman como de la forma en planta de ésta. Para ello se introducen funciones de perturbación de la solución inicial. El optimizador evalúa los gradientes de una función objetivo elegida, y determina la dirección de búsqueda para minimizar el valor de ésta. El proceso es iterativo y termina bien al finalizar las iteraciones definidas o al llegar a la convergencia.

Se introducen diferentes restricciones de tipo aerodinámico (como el coeficiente de sustentación, el coeficiente de momento de cabeceo, etc.) o geométricas. Estas pueden ser globales o locales; es decir, restricciones que afectan solamente a una sección del ala o a una determinada posición en ésta.

ABSTRACT

The Fluid Dynamics Department of the National Institute of Aerospace Technology has developed software for the design of wings by means of techniques of numerical optimisation with either aerodynamic or geometrical restrictions. It allows multi-point design; that is, the generation of an objective function based on various flight conditions. The group is looking for license agreements.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

CIRCE program is a wing design program based upon techniques of numerical optimisation with constraints. It is basically composed of two modules: a design module and an analysis module. Also, there is a connection module.

The design module incorporates the possibility of the design with or without constraints. If constraints are included, the feasible directions method is used. In case those constraints are not included, three types of modules for the search of direction are used: steepest descent, conjugated gradient and the quasi-Newton BFGS method.

Regarding the analysis module, this is a program for the analysis of the flow around the wings that implements the solution of unsteady Euler equations.

The wing design is carried out allowing the deformation of both the sections composing it and its planform. For this purpose, the functions of perturbation of the final solution are introduced. The optimiser evaluates the gradients of a chosen objective function and determines the search direction to minimise its value. The process is iterative and ends when the defined iterations are finished or when it reaches convergence.

Different constraints are introduced: geometric or aerodynamic (such as the lift coefficient, the pitching moment coefficient, etc.). These can be global or local; that is to say, constraints that only affect to a wing section or a determined position on it.



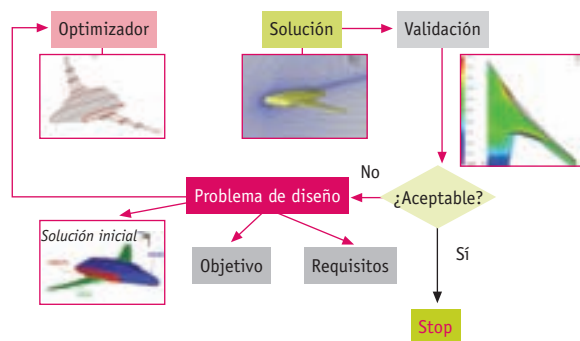


Figura 1. El diseño aerodinámico. Optimización.

Figure 1. Aerodynamic design. Optimisation.

| ASPECTOS INNOVADORES |

En este programa se pueden tratar muchas restricciones de tipo geométrico o aerodinámico, y se puede hacer diseño multi-punto. El método de optimización se ha demostrado robusto, lo cual es importante en este tipo de programas. CIRCE es sencillo de usar; no requiere ficheros de datos complejos, y permite generar mallas internamente para el caso de alas o alas volantes. Incluso, se puede generar una malla alafuselaje mono-bloque, siempre que se de una geometría precisa de la configuración en los datos.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

El programa CIRCE está concebido como herramienta del diseño preliminar, que permite al diseñador evaluar en un tiempo relativamente corto, múltiples opciones. Los resultados que se obtengan ayudarán a conservar algunas de las opciones posibles y a descartar otras. En ambos casos, esto puede suponer finalmente un gran ahorro en estudios de diseño. También permite visualizar problemas no esperados o no previamente sopesados.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo de licencia.

Comentarios

Esta tecnología es de interés para cualquier empresa del sector aeronáutico y principalmente para países europeos y de Sudamérica. Esta empresa debería dedicarse dentro de sus actividades al diseño de las alas de los aviones.

El coste de la tecnología no sería elevado.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- En fase de desarrollo.
- Desarrollada, lista para demostración.

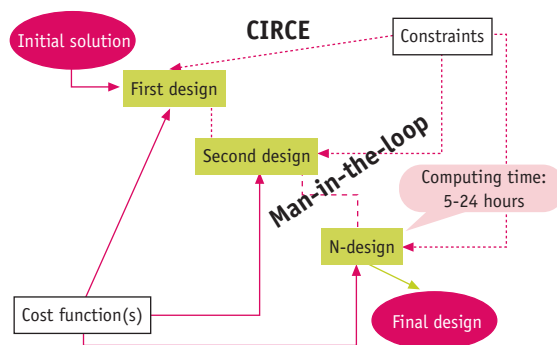


Figura 2. Metodología de diseño.

Figure 2. Design methodology.

| INNOVATIVE ASPECTS |

This program is able to deal with many aerodynamic or geometric constraints and allows a multipoint design. The optimisation method is proven to be robust, which is important in this kind of programs. CIRCE is easy to use, does not require complex data files and allows to generate grids internally for the case of wings or flying wings. In the case that an accurate geometry of the data configuration is given, a wing-fuselage monoblock grid can be generated.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

The CIRCE program is conceived as a preliminary design tool that allows the designer to evaluate multiple options in a relatively short time. The results obtained will help to keep some of the possible options and reject others. In both cases, this can finally lead to great savings in design studies. It also allows to visualize non expected or non considered problems.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- License agreement.

Comments

This technology is interesting for any company within the aeronautical sector but and mainly for European countries and for South America. Such companies should include in their activities the design of airplanes wings.

The cost of the technology would be low.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Development phase.
- Developed, available for demonstration.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

- Software registrado.

Comentarios

El software ha sido registrado en mayo de 2008.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Copyright protected.

Comments

The copyright was protected in May 2008.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Mercedes Sánchez Álvarez

ORGANIZATION: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PHONE: +34 91 520 65 45 **FAX:** +34 91 520 16 32 **E-MAIL:** sanchezam@inta.es



DIANA: Blanco Aéreo UAV de Alta Velocidad

DIANA: High Speed Target Drone

RESEARCHER/S Juan Manuel de las Heras
ORGANIZATION Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
DEPARTMENT Aeronautic Programmes

RESUMEN

El Departamento de Programas Aeronáuticos del INTA ha desarrollado un blanco aéreo de alta velocidad. Se trata de un simulador de amenaza real para muchas armas actuales y futuras y supone una plataforma de I+D para tecnologías de UAVs de alta velocidad. Permite una alta capacidad de maniobra y la integración de gran variedad de Cargas útiles. El grupo busca realizar acuerdos comerciales.

ABSTRACT

The Department of Aeronautics Programmes of INTA has developed a high speed target drone. It simulates real threat of actual and future weapons and besides, this system is a platform for research and development of high speed UAVs technologies. This allows a high manoeuvre capacity and the integration of a great variety of pay loads. The group looks for commercial agreements.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El blanco Aéreo UAV de Alta Velocidad desarrollado es un Sistema de Blanco Aéreo Versátil, un simulador de amenaza real para gran cantidad de armas actuales y futuras. Además, supone una plataforma de I+D para tecnologías de UAVs de alta velocidad.

Los segmentos de vuelo y tierra tienen las siguientes características:

- Segmento de Vuelo: Se compone del vehículo aéreo: célula equipada con los subsistemas necesarios para su lanzamiento, vuelo automático según la misión programada, recuperación y cargas útiles necesarias para la operación.
- Segmento de Tierra: Se compone de la Estación para el Control y Monitorización del Segmento de Vuelo, el Sistema de Lanzamiento por catapulta y los Equipos de Apoyo de la operación en fases prevuelo para la verificación y puesta en marcha del sistema. En función del tamaño y accesibilidad del área de lanzamiento, el sistema podrá ser lanzado mediante catapulta o mediante boosters.

Los datos técnicos de este vehículo se resumen en:

- Peso máx.: 160 Kg.
- Peso máx. en vacío: 90 Kg.
- Autonomía: superior a 1 hora.
- Techo: 6000 m.
- Fabricación: carbono-epoxi.
- Alcance: 100 Km.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The High Speed Target Drone is a versatile Aerial Target System to simulate real threat of actual and future weapons. Besides this, this system is a platform for research and developments of high speed UAVs technologies.

The air and ground segments have the following characteristics:

- Air Segment: Composed mainly by airframe with all the necessary equipment for launching, autonomous flight following a programmed mission, recovery and mission payloads.
- Ground Segment: is composed by Ground Control Station to monitoring and control the air vehicle, the Launching System and all the logistics for pre-flight operation.

The technical data of this vehicle are the following:

- MTOW: 160 Kg.
- MEW: 90 Kg.
- Autonomy: more than 1 hour.
- Ceiling: 6000 m.
- Structure: carbon fibber and epoxi.
- Range: 90 Km.





Figura 1. Maqueta de DIANA.

Figure 1. DIANA Scale Model.



Figura 2. Lanzamiento del blanco.

Figure 2. Target launching.

52

| ASPECTOS INNOVADORES |

- La misión se realiza de forma automática pero el modo manual está disponible durante todas las fases del vuelo para su uso en caso de emergencia o por elección del controlador de la misión.
- Durante la ejecución de la misión se puede pasar al modo de control semi-automático para comandar maniobras o trayectorias pre-programadas y comandos para la activación de carga útiles.
- Para definir la misión se pueden emplear tanto trayectorias como maniobras programadas.
- El sistema DIANA ha sido diseñado para permitir su utilización con gran variedad de sistemas de armas tanto actuales como futuros.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

Las ventajas competitivas están relacionadas con los objetivos de diseño y prestaciones del sistema:

- Capacidad de realizar tramos rectos a gran velocidad.
- Alta capacidad de maniobra: vuelo a baja cota o maniobras de escape.
- Integración de gran variedad de cargas útiles: hasta 25 Kg. con alta versatilidad en cuanto al peso, volumen y distribución de las cargas útiles que se utilizan actualmente tanto en el interior del vehículo como de las que requieren de éste como plataforma.
- Coste moderado del sistema y de su operación.
- Modularidad en el diseño del vehículo aéreo de forma que se adapte adecuadamente a requisitos adicionales como sistema operacional y como plataforma de desarrollo.
- Simplificación de los procesos de fabricación, integración y mantenimiento.

| INNOVATIVE ASPECTS |

- The mission is carried out in an automatic way but the manual mode is available during all the flight phases. It can be used by choice of the mission controller or in case of emergency.
- During the mission the control mode can be also changed to semi-automatic to command manoeuvres or pre-programmed trajectories and commands for the activation of payloads.
- For the definition of the mission, trajectories and programmed manoeuvres can be used.
- The DIANA system has been developed to allow its use with a great variety of actual and future weapon systems.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

The competitive advantages are related to the performances and the design objectives:

- Capability of high speed straight flight.
- High manoeuvre capacity: sea skimming or evasion.
- Capacity for great variety of payloads (up to 25Kg), easy to distribute inside or outside the air vehicle.
- Moderated cost of system and operation.
- Modular design to meet additional system or development equipments.
- Simplicity in the manufacturing, integration and maintenance processes.



Figura 3. Ensayos en el banco de motores.

Figure 3. Jet engine tests

53

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Cooperación técnica.

Comentarios

El Instituto busca realizar acuerdos de cooperación técnica, especialmente para el diseño, desarrollo y fabricación de los boosters y de sus interfaces. Las empresas serían fabricantes de pirotécnico y motores cohete.

Esta tecnología puede ser de interés para aquellos usuarios finales de la tecnología que desarrollen actividades de vigilancia en tiempo real, como organismos oficiales de protección civil o militar de cualquier país.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- En fase de desarrollo.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

- Patente solicitada.

Comentarios

Se han presentado solicitudes de patente para los subsistemas de esta tecnología.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Technical cooperation.

Comments

The Institute is looking for technical cooperation agreements, specially for the design, development and manufacturing of the boosters and their interfaces. Companies would be manufacturers of pyrotechnics and rocket engine.

This technology is interesting for final users in the field of real time vigilance, like civil or military protection official organisms within any country.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Development phase.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent applied.

Comments

Several patents have been applied for the different subsystems of this technology.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Mercedes Sánchez Álvarez

ORGANIZATION: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PHONE: +34 91 520 65 45 **FAX:** +34 91 520 16 32 **E-MAIL:** sanchezam@inta.es

HADA: Helicóptero Adaptativo Avión

HADA: Adaptive Aircraft Helicopter

RESEARCHER/S Manuel Mulero Valenzuela
ORGANIZATION Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
DEPARTMENT Scientific and Technological Cooperation

RESUMEN

En el INTA, en el marco de un proyecto del Plan Nacional, un nuevo concepto de aeronave que actúa como helicóptero en las fases de despegue, aterrizaje y vuelo a punto fijo y como avión convencional en la fase de vuelo en crucero para lo cual cambia su configuración de forma automática, desplegando unas alas que lleva adosadas bajo el fuselaje y transfiriendo la potencia del motor a una hélice propulsora. El Instituto busca realizar acuerdos de cooperación técnica.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El HADA persigue el desarrollo de un nuevo tipo de aeronave, de las llamadas históricamente “convertibles”, que pretende aunar las ventajas de operación de las aeronaves de ala fija con las de ala rotatoria (simplificando: “avión” y “helicóptero”).

El principal objetivo que se persigue con este nuevo diseño consiste en optimizar la realización de misiones que requieran (ó que así optimicen la misión) despegue y aterrizaje vertical (VTOL: Vertical Take-Off and Landing), vuelo en crucero a eficiencia comparable a la de un avión de ala fija y capacidad de vuelo a punto fijo (Hovering) en cualquier punto de la trayectoria de vuelo y tantas veces como sea preciso para el desarrollo de la misión.

La solución que se aborda consiste en una configuración de la aeronave basada en la típica de un helicóptero al que se le añaden dos semialas móviles alojadas bajo la parte inferior del fuselaje y que se despliegan cuando la aeronave, en su configuración de helicóptero, comienza a no ser eficiente para vuelo en crucero (condición próxima a la velocidad de relación máxima de Sustentación dividida por Resistencia: L/D máximo). Incorpora también unos mecanismos de transferencia de la potencia del motor de la aeronave desde la acometida al rotor principal y el antipar a una hélice propulsora, que actúa cuando la aeronave cambia de configuración.

Estos procesos se revierten cuando la aeronave debe efectuar vuelo a punto fijo ó en fase de aterrizaje vertical.

ABSTRACT

In INTA, in the frame of a National Project, a new concept in aircraft is being developed. It acts like a helicopter in the phases of take off, landing and fixed point flight, and like a conventional airplane in the cruise flight phase, where it changes its flight configuration automatically, unfolding wings under its carriage and transferring the engine power to a propeller. The Institute is looking for technical cooperation.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The HADA concept pursues the development of a new type of aircraft, those called traditionally “convertible”, combining the operation advantages of the classical helicopter layout and the conventional fixed wing configuration for cruise flight.

The aim of this new design is to optimize the performance or missions requiring Vertical Take-Off and Landing (VTOL), cruise flight at a comparable efficiency to a fixed wing aircraft and hover flight at any point of the flight trajectory and as many times as necessary for the mission performance.

The configuration of the aircraft is based on the typical one of a helicopter adding two moveable semiwings placed under the inferior part of the fuselage. These semiwings are spread out when the aircraft, under its helicopter configuration, starts to be inefficient for the cruise flight. It incorporates certain mechanisms to transfer the aircraft engine power from the gears to the main rotor and the antitorque to the propeller, which is engaged when the aircraft changes its configuration.

These processes are reversed in the vertical landing or in the hover flight of the aircraft.

This design allows the cruise flight at efficiency comparable to the one of a fixed wing aircraft, which is the most efficient aerodynamic configuration, maintaining the VTOL capacity necessary in many applications and the capability of hover flight.





Figura 1. Ensayos aerodinámicos.

Figure 1. Aerodynamic tests.

Esta solución permite el vuelo en crucero a una eficiencia comparable a la de una aeronave de ala fija, que es la configuración aerodinámica más eficiente, conservando la capacidad VTOL necesaria en muchas aplicaciones y la capacidad de vuelo a punto fijo.

Tiene dos fases de desarrollo:

- Fase Colibrí: Demostrador de concepto y producto operacional a pequeña escala.
- Fase Libélula: Sistema de aplicación operacional por la Armada y otros Organismos.

| ASPECTOS INNOVADORES |

La aeronave cambia automáticamente durante la fase de vuelo de crucero de modo helicóptero a avión convencional desplegando unas alas que se encuentran bajo el fuselaje.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

- Mejora las limitaciones que presentan los desarrollos VTOL en cuanto a la velocidad de crucero y resistencia, baja eficiencia y altas vibraciones y ruido durante el crucero.
- Permite una mayor posibilidad de misiones, sin estar sujeta a las limitaciones de los helicópteros o aviones convencionales (mayor mercado).
- Tanto el despegue como el aterrizaje se llevan a cabo en configuración de helicóptero.

The concept is developed in two phases:

- Hummingbird/colibrí phase: concept demonstrator and operational product at reduced scale.
- Dragonfly/libélula phase: System of operational application for the Navy and other Organisms.

| INNOVATIVE ASPECTS |

The aircraft changes automatically its configuration during the cruise flight from helicopter to conventional airplane unfolding wings under its carriage.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

- It improves the limitations shown by the current VTOL developments on cruise speed and endurance, low efficiency and high vibration and noise during cruise flight.
- It allows enhanced mission possibilities without being restricted to the limitations of conventional helicopters and aircrafts.
- Both the take-off and landing are carried out in the helicopter configuration.



Figura 2. HADA como helicóptero.
Figure 2. HADA as helicopter.



Figura 3. Transición helicóptero - avión.
Figure 3. Helicopter - airplane transition.

56

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Cooperación técnica.

Comentarios

Esta tecnología es de interés para cualquier empresa del sector aeronáutico y electrónico que pueda contribuir al desarrollo del concepto y prototipos operacionales.

En la actualidad, existen 25 empresas colaborando en el proyecto.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- En fase de desarrollo.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

- Patente solicitada.

Comentarios

Se ha presentado solicitud de patente.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Technical cooperation.

Comments

This technology is interesting for any company working on the aeronautic and electronic areas. The companies could contribute to the concept development and the operational prototypes.

Nowadays, there are 25 companies collaborating in the project.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Development phase.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent applied.

Comments

A patent has been applied.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Mercedes Sánchez Álvarez

ORGANIZATION: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PHONE: +34 91 520 65 45 **FAX:** +34 91 520 16 32 **E-MAIL:** sanchezam@inta.es

OFERTA TECNOLÓGICA

TECHNOLOGY PORTFOLIO



Universidad de Alcalá (UAH)

UAH_01 Herramientas de desarrollo y verificación de sistemas en chip | 58 |

UAH_01 System on Chip (SoC) development and verification tools | 58 |

Herramientas de desarrollo y verificación de sistemas en chip

System on Chip (SoC) development and verification tools

RESEARCHER/S Raúl Mateos Gil
ORGANIZATION Universidad de Alcalá (UAH)
DEPARTMENT Electronics

RESUMEN

Un grupo de investigación del Dpto. de Electrónica de la UAH ha desarrollado una tecnología para el diseño y verificación de System on Chip (SoC). Las herramientas permiten simular a gran velocidad el comportamiento del SoC en su doble vertiente HW/SW, proporcionando al diseñador información rápida y precisa sobre las prestaciones del diseño evaluado. Esto permite reducir el tiempo de desarrollo y el consiguiente "time-to-market". El grupo busca empresas del sector aeroespacio y TICs para firmar acuerdos comerciales con asistencia técnica.

ABSTRACT

A research group from the Electronics Department of UAH has developed a technology for design and verification of System on Chip (SoC). These tools allow to simulate at high speed, the SoC behaviour in its double aspect HW/SW, providing to the designer a rapid and precise information about the performance of the evaluated design. This allows to reduce the development time and the consequently the time-to-market. The group looks for companies from aerospace and ICT sector to sign commercial agreements with technical assistance.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

Las tecnologías de System on Chip son especialmente útiles en aplicaciones aeroespaciales como sistemas de aviónica, misiles, vehículos no tripulados y munición inteligente, donde se precisan sistemas de procesamiento de elevadas prestaciones y bajo consumo siendo la limitación espacio una restricción común.

Las herramientas desarrolladas por el grupo permiten: verificar de forma conjunta el hardware y software del sistema SoC, iniciar el desarrollo del software empotrado sin necesidad de disponer de la plataforma real, detectar de forma rápida y precisa los errores funcionales del diseño y/o cuellos de botella de éste, evaluar distintas alternativas arquitecturales y realizar un análisis cuantitativo de cada una de ellas de cara a determinar la arquitectura óptima del SoC, etc. Se dispone de un entorno integrado que dispone de las herramientas necesarias para cubrir las distintas fases del desarrollo y verificación del SoC:

- *Simulador de procesador basado en técnicas de traducción binaria* para desarrollo y depuración del software empotrado.
- *Entorno de co-simulación HW/SW basado en modelos TLM* para exploración del espacio de diseño.
- *Herramientas de análisis.* Permiten obtener datos cuantitativos sobre las prestaciones del procesador (perfilado clásico, diagra-

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

System On Chip technologies are especially useful in aerospace applications like avionics systems, missiles, unmanned vehicles and smart munitions, where high performance processing systems with high power efficiency are required and limited space for electronic systems is a common constraint.

The tools developed by the group allow:

- Joint verification of both hardware and software of the SoC.
- Starting the development of the embedded software without needing to have the real platform.
- Detecting in a rapid and precise way functional errors and/or design bottlenecks.
- Evaluating different architectural alternatives.
- Carrying out a quantitative analysis of each alternative in order to determine the optimum architecture of the SoC, etc.

An integrated environment is arranged that has the necessary tools to cover the different phases of the SoC development and verification flow:

- A processor simulator based on binary translation techniques for embedded software development and debugging.



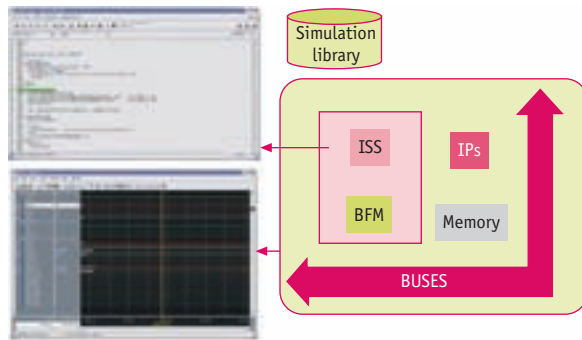


Figura 1. Capacidades de verificación conjunta hardware/software.

Figure 1. Jointly HW/SW verification feature.

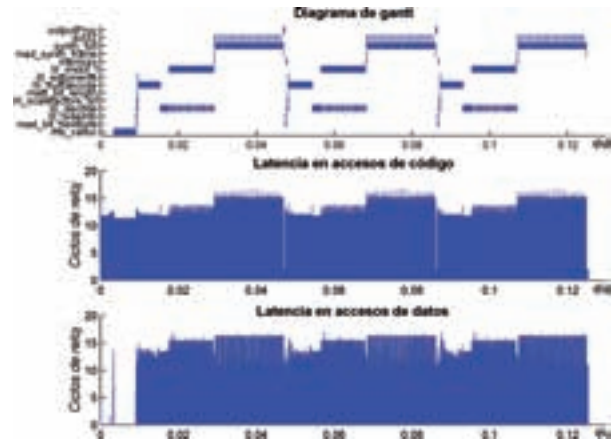


Figura 2. Ejemplo de las capacidades de análisis conjunto de prestaciones hardware-software.

Figure 2. Example of jointly hardware-software performance analysis.

59

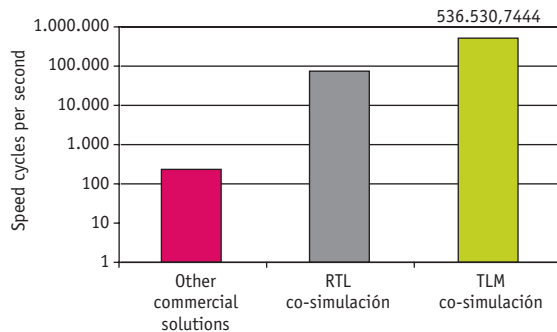


Figura 3. Comparativa de velocidad de nuestra solución frente a otras soluciones comerciales.

Figure 3. Speed comparative of our solution vs. other commercial solutions.

ma de gantt), subsistema de memoria (tasa de aciertos de caché, latencia media de accesos, trazas de accesos) y arquitectura de buses (tasa de ocupación, ancho de banda efectivo, tiempo de arbitración), etc.

- Entorno de cosimulación HW/SW RTL para verificación de la implementación final del diseño.

- HW/SW co-simulation environment based on models TLM for design space exploration.
- Analysis tools. They allow to obtain quantitative performance information about the processor (classic profiling, gantt charts), memory subsystem memory (cache hit rate, average access latency, data access traces) and bus architecture (occupation level, effective bus bandwidth, average arbitration time), etc.
- RTL HW/SW co-simulation environment for the verification of the final design implementation.

ASPECTOS INNOVADORES

Una de las alternativas de implementación de SoCs que presenta mayor crecimiento son las FPGAs, especialmente los basados en cores SW de procesador, para la que no existe actualmente ninguna herra-

INNOVATIVE ASPECTS

FPGA are one of the most cost efficient alternatives for SoC implementation, specially those that are based in SW cores processors, but it doesn't exist nowadays any tool with features

Task to carry on	Tool to use	Considered Factor	Available Tools	Developed Tools
Embedded SW verification	ISS	Speed	> 5 minutes	1-30 seconds
		Flexibility	Low	High
Design Space Exploration	ISS and/or TLM models	Speed	15 minutes per trial (trial & error approach in real platform)	2 min per test
		Flexibility	Very low (only SW analysis)	HW/SW jointly analysis
RTL design verification	Co-simulation Environment or RTL simulation	Speed	3 hours (RTL simulation)	2-10 minutes (depending on applied optimizations)
		Flexibility	Very low	High

Figura 4. Comparativa de prestaciones de nuestra solución frente a otras soluciones comerciales.

Figure 4. Performance comparative of our solution vs. other commercial solutions.

60



mienta con prestaciones similares a la nuestra. Nuestra solución ofrece una velocidad de simulación más de $2 \cdot 10^3$ superior a la de las opciones comerciales existentes. Además estas últimas sólo permiten evaluar las prestaciones del diseño mediante ensayo y error, siendo una alternativa sumamente ineficiente.

similar to ours. Our solution offers a simulation speed more than $2 \cdot 10^3$ higher than the commercial options already in the market. In addition the former only allow to evaluate design performance by means of trial and error approach, being an extremely inefficient alternative.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

El uso de estas herramientas aumenta la productividad del diseñador, disminuye los plazos de desarrollo, reduce los riesgos de re-diseño debido a errores no detectados, etc. Todo ello se traduce en una consiguiente disminución de costes y una ventaja frente a la competencia al reducir el "time-to-market".

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

The use of these tools increases the designer productivity, diminishes the development time, reduces the risks of re-design due to not detected mistakes, etc. All of this is translated in a consequent decrease of costs and an advantage against the competition by reducing the time-to-market.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Cooperación técnica.
- Acuerdo comercial con asistencia técnica.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Technical cooperation.
- Commercial agreement with technical assistance.

Comentarios

El grupo de investigación busca empresas del sector aeroespacio y del sector de las TIC para firmar acuerdos de cooperación técnica o acuerdos comerciales con asistencia técnica.

Comments

The research group looks for companies from the aerospace or ICT sector in order to sign Commercial Agreements with Technical Assistance and Cooperation Agreements.

El grupo adaptará la tecnología de acuerdo a las especificaciones dadas por la empresa que culmine en una exitosa implementación y uso de la misma.

The group will adapt the technology due to the specifications given by the company that culminates in a successful implementation and use of the technology.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

- Secreto industrial.

Comentarios

El grupo es propietario del secreto industrial de la tecnología.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Secret know how.

Comments

The research group has the secret know-how of the technology.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: M.^a Eugenia Garcés

ORGANIZATION: Universidad de Alcalá-OTRI

PHONE: +34 91 885 45 68 **FAX:** +34 91 885 45 61 **E-MAIL:** eugenia.garces@uah.es



OFERTA TECNOLÓGICA

TECHNOLOGY PORTFOLIO



Universidad Antonio de Nebrija (UAN)

UAN_01 Electrónica Tolerante a Fallos para
Aplicaciones Espaciales | 63 |

UAN_01 Fault Tolerant Space Electronics | 63 |

Electrónica Tolerante a Fallos para Aplicaciones Espaciales

Fault Tolerant Space Electronics

RESEARCHER/S Juan Antonio Maestro
ORGANIZATION Universidad Antonio de Nebrija (UAN)
DEPARTMENT Computer Science

RESUMEN

El grupo de Electrónica Espacial de la UAN tiene una amplia experiencia en el desarrollo de técnicas de tolerancia a fallos para circuitos espaciales.

La electrónica embarcada en sistemas espaciales está expuesta a numerosas fuentes de radiación que causan errores. Por ello, es habitual el empleo de técnicas de protección frente a fallos. Las técnicas desarrolladas por el grupo permiten minimizar el coste de la electrónica embarcada y garantizar su funcionamiento en el espacio. El grupo busca colaborar en la aplicación de dichas técnicas a circuitos espaciales.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El grupo ofrece servicios de protección frente a radiación para circuitos y aplicaciones del sector Espacio. En concreto, se han desarrollado técnicas específicas para la protección de circuitos de procesamiento de señal y comunicaciones. Entre estos, se puede destacar el know-how adquirido sobre filtros FIR y filtros adaptativos, tales como canceladores de eco y ecualizadores adaptativos, todos ellos ampliamente utilizados en sistemas de comunicaciones. Esta experiencia posibilita el estudio en profundidad de este tipo de aplicaciones y garantiza la consecución de soluciones eficaces y óptimas en coste.

Por otra parte, se han desarrollado técnicas para facilitar la evaluación de la fiabilidad de memorias sometidas a radiación, y de esta manera determinar si una determinada tecnología es capaz de trabajar en un cierto entorno con garantías. Hasta ahora, esta caracterización precisaba de costosos experimentos de radiación en aceleradores de partículas o reactores. Con las técnicas desarrolladas, se ofrece la posibilidad de estimar la fiabilidad de modo que este proceso se pueda realizar más rápida y eficientemente, y por lo tanto reducir el coste y tiempo de los experimentos necesarios.

El grupo también cuenta con la capacidad de evaluar la tolerancia a fallos de circuitos mediante una plataforma de inyección de fallos software desarrollada por la Agencia Espacial Europea y mejorada por

ABSTRACT

The Space Electronics group of UAN has a large experience in the development of fault tolerant techniques for space circuits.

The on-board electronics on space systems are exposed to a large number of radiation sources that cause errors. For that reason, fault tolerant techniques are normally used on space electronics. The protection techniques developed by the group minimize the cost of the on-board electronics while ensuring their functionality. The group is seeking collaboration to apply those techniques to space circuits.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The group offers services to protect circuits against radiation-induced errors for space applications. More precisely, specific protection techniques have been developed for signal processing and communications circuits. Among those, FIR and adaptive filters have been studied (such as echo cancellers and adaptive equalizers), which are widely used in communications systems. This experience gives the group an advantage in developing optimal and efficient protection techniques for these types of circuits.

The group has also developed techniques to facilitate the reliability evaluation of memories exposed to radiation in order to assess if a given technology meets the reliability requirements for a certain environment. Traditionally, this evaluation has required costly radiation tests in particle accelerators or reactors. With the developed techniques, the evaluation can be performed more efficiently, therefore reducing the time and cost required for it. In addition, the group has the capability of evaluating the fault tolerance of circuits using a software-based fault injection platform developed by the European Space Agency and enhanced by the group. This enables the evaluation of the radiation effects on the circuits in the early phases of the design and therefore the correction of design flaws before manufacturing. Using the platform,



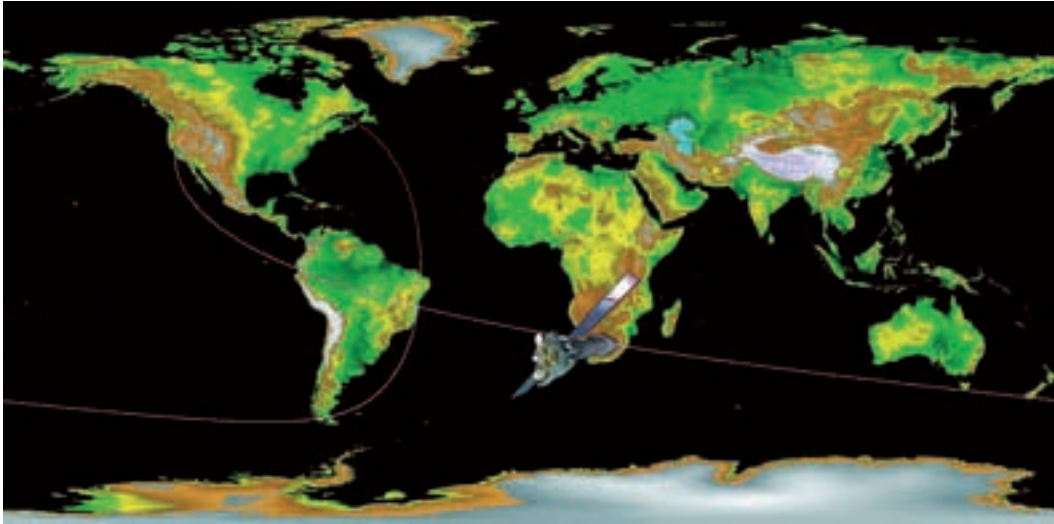


Figura 1. Órbita del XMM-Newton.

Figure 1. XMM-Newton orbit.

64

el grupo de investigación. Esto permite evaluar durante la fase de diseño cómo se comportará el circuito cuando opere en entornos de radiación, y por lo tanto posibilita la corrección de posibles deficiencias antes de su fabricación. De esta manera, el grupo cuenta con la capacidad de realizar un análisis exhaustivo de cualquier circuito propuesto, a dos niveles: por una parte, informar del grado de fiabilidad de dicho circuito, y por otra, generar el estudio de técnicas de diseño más precisas que aumenten esa fiabilidad, en el caso de que no fuera suficiente.

El grupo cuenta con experiencia en el sistema Galileo, habiendo estudiado distintos módulos internos y generando ideas sobre posibles usos del sistema a nivel aplicación.

| ASPECTOS INNOVADORES |

- Se ofrece la capacidad de estimar el comportamiento de los circuitos en una fase temprana de diseño, lo que posibilita su corrección y mejora antes de su fabricación.
- Las técnicas propuestas para la protección frente a radiación (de filtros y otros circuitos) son novedosas y permiten ahorrar área en la aplicación.
- Los modelos desarrollados para la fiabilidad de memorias cubren los errores múltiples (MBUs) y ahorran la realización de costosas pruebas experimentales.
- Se ofrecen ideas novedosas sobre usos del sistema de posicionamiento Galileo.

the group can perform an exhaustive analysis of a given circuits in two ways: first evaluating the fault tolerance of the circuit and second studying more detailed design techniques to improve the reliability if the original design does not meet the requirements. The group has also experience in the Galileo system acquired through the study of different modules and generating ideas about possible applications.

| INNOVATIVE ASPECTS |

- The capability of evaluating the circuit behaviour at early design phases that enables flaws corrections and enhancements before manufacturing.
- The proposed protection techniques against radiation (for filters and other circuits) are new and save area in the application.
- The models developed for memory reliability evaluation cover multiple errors (MBUs) and eliminate the need of costly experiments.
- Innovative ideas are offered for the use of Galileo.

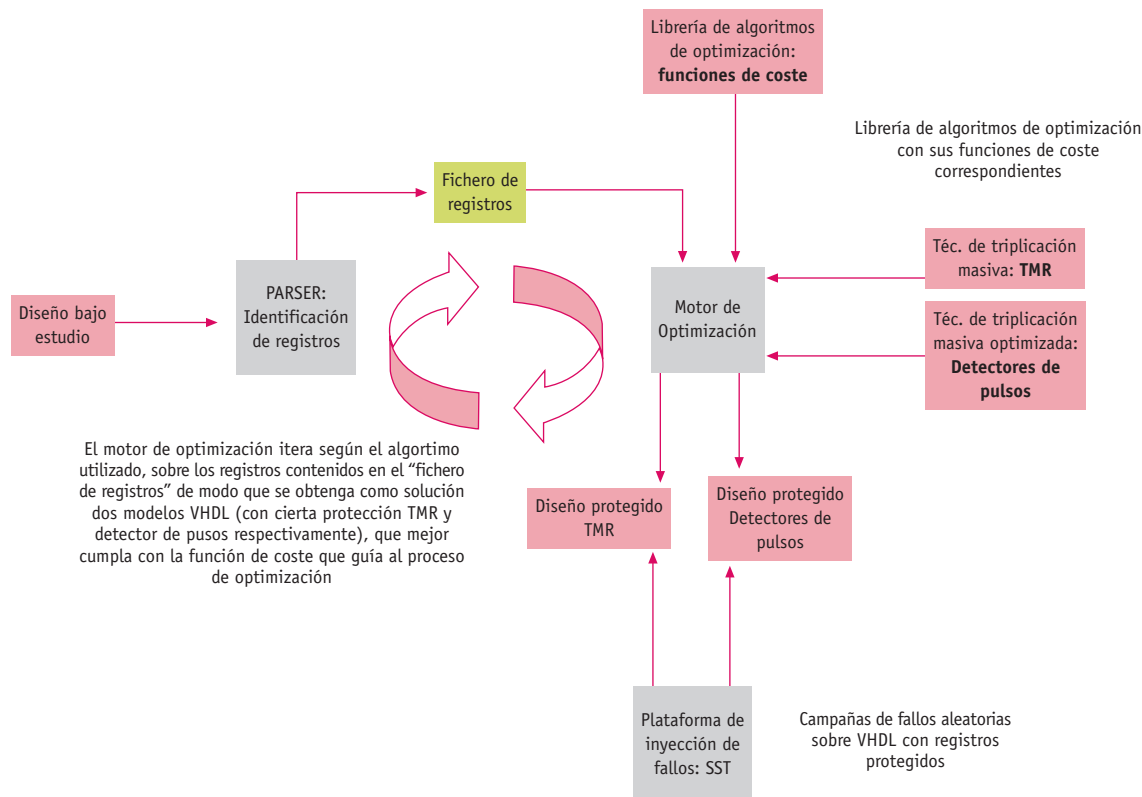


Figura 2. Metodología de trabajo: Protección frente a la radiación.

Figure 2. Work methodology: Protection against radiation.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

Las técnicas de protección para filtros digitales proporcionan un nivel de fiabilidad comparable al de técnicas existentes con un coste menor tanto en tamaño del circuito como en consumo de potencia.

Los modelos de memorias permiten estimar la fiabilidad de las mismas de una forma sencilla para cualquier entorno de radiación, reduciendo el tiempo necesario para su evaluación y simplificando el procedimiento para realizar los experimentos.

La plataforma de inyección de fallos software permite evaluar la fiabilidad de los diseños en las fases iniciales, con lo que es fácil y barato el corregir posibles deficiencias.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Cooperación técnica.

Comentarios

El grupo está interesado en colaborar tanto con empresas como con centros de investigación que desarrollen equipos espaciales en los que se puedan utilizar las tecnologías desarrolladas por el grupo.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

The proposed protection techniques for digital filters provide a protection level comparable with that of existing techniques at a lower cost both in circuit area and power consumption.

The models for memory reliability evaluation provide an easy way to estimate memory reliability in any radiation environment, reducing the time needed for its assessment and simplifying the procedure to perform experiments.

The fault injection platform allows reliability evaluation in the early design phases minimizing the cost of correcting possible flaws.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Technical cooperation.

Comments

The group is seeking collaboration with companies and research centres involved in the development of space equipment in which the technologies developed by the group could be used.

Las actividades a desarrollar serían:

- Evaluación de fiabilidad de circuitos existentes con la plataforma de inyección software.
- Aplicación de técnicas de protección específicas a circuitos de comunicaciones.
- Evaluación de fiabilidad de memorias.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

- Patente solicitada.

Comentarios

El grupo ha solicitado una patente Española (solicitud P200602433) y su extensión a patente europea (solicitud 07380262.1-2215) para proteger las técnicas desarrolladas para proteger filtros FIR.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- National Project.
- Regional project.

The proposed activities are:

- Reliability evaluation of existing circuits using the software fault injection platform.
- Application of specific protection techniques to communication circuits.
- Memory reliability evaluation.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent applied.

Comments

The group has a patent application (number P200602433) and has also applied for its extension to European patent (number 07380262.1-2215) to protect the techniques developed for fault tolerant FIR filters.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National Project.
- Regional project.

CONTACT PERSON: Juan Antonio Maestro

ORGANIZATION: Universidad Antonio de Nebrija

DEPARTMENT: Ingeniería Informática

PHONE: +34 91 452 11 00 **FAX:** +34 91 452 11 10 **E-MAIL:** jmaestro@nebrija.es



OFERTA TECNOLÓGICA

TECHNOLOGY PORTFOLIO



Universidad
Carlos III de Madrid

Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)

UC3M_01	Método eficiente para la detección y corrección de errores producidos por los efectos de la radiación en filtros digitales 68	UC3M_01	Efficient method to detect and correct errors caused by radiation on digital filters 68
UC3M_02	Software de simulación de un enlace óptico de comunicaciones por láser 71	UC3M_02	Free-space laser optical link simulation software 71
UC3M_03	Sensor óptico para la medida de velocidad de proyectiles 75	UC3M_03	Optical sensor to measure the projectile velocity 75
UC3M_04	Desarrollo de metodologías específicas para el estudio de la tolerancia al daño frente a distintas condiciones de carga de estructuras aeronáuticas y aeroespaciales fabricadas con materiales compuestos 78	UC3M_04	Development of methodologies to study the damage tolerance of aeronautical and aerospace composite structures 78
UC3M_05	Tecnologías de fabricación de componentes para la industria aeronáutica 81	UC3M_05	Manufacturing technologies of components for the aeronautical industry 81
UC3M_06	Análisis del comportamiento frente a impacto de elementos de estructuras aeronáuticas y aeroespaciales 84	UC3M_06	Analysis of the behaviour of aircraft and aerospace structural elements under impact 84

Método eficiente para la detección y corrección de errores producidos por los efectos de la radiación en filtros digitales

Efficient method to detect and correct errors caused by radiation on digital filters

RESEARCHER/S Arturo Azcorra Saloña
ORGANIZATION Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)
DEPARTMENT Telematic Engineering

68

RESUMEN

La UC3M y la Universidad Antonio de Nebrija han desarrollado una técnica para proteger implementaciones de filtros digitales, utilizadas en sistemas de comunicaciones y procesamiento de señal, frente a los errores causados por la radiación. Combina una protección eficaz con un coste competitivo en términos de área y potencia lo que permite implementar los filtros con una importante reducción de costes respecto a otras técnicas tradicionales como, Triple Modular Redundancy (TMR), etc.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

Las técnicas propuestas en esta oferta permiten implementar filtros de media móvil tolerantes a los efectos de la radiación utilizando estructuras recursivas que son más eficientes pero sin necesidad de triplicar todos los registros como en TMR.

Para ello, en una de las técnicas se utilizan unos bits de paridad bi-dimensionales que permiten localizar el registro en el que se ha producido el error causado por la radiación y corregirlo.

Esta técnica es aplicable también a filtros de respuesta finita al impulso (FIR) genéricos y en ambos casos implica un menor incremento en el número de puertas lógicas equivalentes que el requerido por TMR.

En otra de las técnicas propuestas, se utiliza una versión diezmada del filtro de media móvil para detectar y corregir errores en la estructura recursiva. Aunque esta técnica proporciona un nivel de protección menor que la anterior puede ser interesante en aplicaciones en las que errores aislados a la salida sean aceptables y el coste de implementación sea un factor crítico.

ABSTRACT

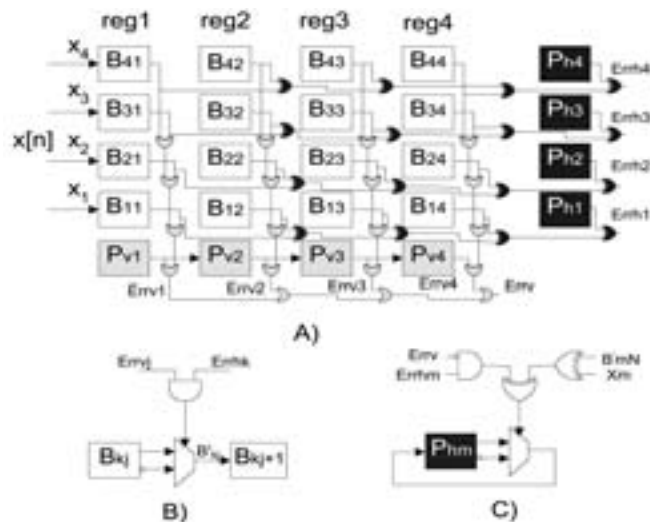
UC3M in collaboration with University Antonio de Nebrija has developed a technique to protect digital filter implementations, frequently used in communications and signal processing against the errors caused by radiation. This solution provides both an effective protection against radiation and a competitive implementation cost in terms of area and power, those results in substantial cost savings when compared with traditional techniques such as Triple Modular Redundancy (TMR).

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The techniques proposed in this offer enable the use of recursive structures to implement moving average filters that are tolerant to radiation effects. The recursive structure is by nature more efficient than the non recursive one with our proposed techniques can be used without tripling the registers as it would be the case in TMR. To provide protection one of the proposed techniques uses a two dimensional set of parity bits that enable the detection and correction of an error caused by radiation.

This technique can also be used to protect generic finite impulse response (FIR) filters and in both cases it results in a lower increment in the number of logic gates needed to implement the filter than for TMR.

Another of the proposed techniques uses a decimated version of the moving average filter to detect and correct errors in the recursive structure. Although this technique provides a lower protection than the first one it can be of interest in applications in which isolated errors are acceptable and the cost is a critical factor.



Filtro de media móvil con estructura FIR.
Moving average filter with FIR implementation.

| ASPECTOS INNOVADORES |

Permite una protección eficiente de filtros digitales que en muchos casos es mejor que la de técnicas existentes.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

Reduce el área y el consumo de las implementaciones lo que redundará en un menor coste. Combina una protección eficaz con un coste competitivo en términos de área y potencia lo que permite implementar los filtros con una importante reducción de costes respecto a otras técnicas tradicionales como, Triple Modular Redundancy (TMR), etc.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Cooperación técnica.
- Acuerdo de joint venture.
- Acuerdo comercial con asistencia técnica.
- Acuerdo de licencia.

Comentarios

- Nos interesan empresas interesadas en utilizar la tecnología desarrollada.
- Empresas que diseñen/utilicen circuitos para uso espacial.
- El coste sería muy bajo pues las técnicas propuestas se integran fácilmente en el flujo de desarrollo.

| INNOVATIVE ASPECTS |

Enables an efficient protection of digital filter that in many situations will outperform existing techniques.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

Reduces implementation area and power consumption that in turn reduces costs. This solution provides both an effective protection against radiation and a competitive implementation cost in terms of area and power, those result in substantial cost savings when compared with traditional techniques such as Triple Modular Redundancy (TMR).

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Technical cooperation.
- Joint venture agreement.
- Commercial agreement with technical assistance.
- License agreement.

Comments

- We are seeking industrial partner willing to use the technology that has been developed.
- Design/Use circuits for space applications
- The cost of using our techniques should be low as they are easily integrated in the development flow.

- Posibles empresas: EADS-Astrium en aplicaciones espaciales, Atmel y Actel como fabricantes de circuitos para Espacio.

- Examples of companies: EADS-Astrium for space applications, Atmel and Actel as device manufacturers.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

- Patente solicitada.

Comentarios

Solicitud de patente española número P200602433.

Fecha solicitud: 26-09-2006.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent applied.

Comments

Spanish application number P200602433.

Date: 26-09-2006

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

70



CONTACT PERSON: M.^a Dolores García-Plaza

ORGANIZATION: Universidad Carlos III de Madrid. Parque Científico

PHONE: +34 91 624 90 16 / 9030 **FAX:** +34 91 624 90 10 **E-MAIL:** comercializacion@pcf.uc3m.es

Software de simulación de un enlace óptico de comunicaciones por láser

Free-space laser optical link simulation software

RESEARCHER/S Ricardo Vergaz Benito
ORGANIZATION Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)
DEPARTMENT Electronic Technology

RESUMEN

El Grupo de Displays y Aplicaciones Fotónicas (GDAF) del Departamento de Tecnología Electrónica de la UC3M desarrolla una aplicación software - hardware para un enlace óptico de comunicaciones en espacio profundo, en un Proyecto con la empresa INSA (Ingeniería y Servicios Aeroespaciales S.A.).

Pretende sustituir a los tradicionales enlaces por radiofrecuencia, pues aumenta el ancho de banda y garantiza la privacidad. Se busca colaboración en óptica y electrónica.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El Grupo de Displays y Aplicaciones Fotónicas (GDAF) del Departamento de Tecnología Electrónica de la UC3M está desarrollando una aplicación software y un diseño hardware sobre un enlace óptico de comunicaciones en espacio profundo, en un Proyecto con la empresa INSA (Ingeniería y Servicios Aeroespaciales S.A.).

El enlace óptico que se establece por láser entre una Estación Óptica Terrena y un satélite equipado con retromodulador pretende sustituir a los tradicionales enlaces por radiofrecuencia, pues aumenta el ancho de banda y garantiza absolutamente la privacidad.

GDAF ha desarrollado:

- Un software de simulación que permite establecer el balance de enlace según las condiciones del canal, desde las condiciones de salida y recepción hasta el estado de la atmósfera intermedia.

Para el cálculo interactivo de las pérdidas y la occlusión o bloqueo (fading) producido por la atmósfera se ha desarrollado una aplicación software denominada "ALCOLINK v1.1 (Atmospheric Losses Computation in an Optical Link)". En dicha aplicación se pueden simular un rango muy amplio de situaciones, seleccionando en cada caso diferentes criterios de análisis, como por ejemplo una determinada longitud del enlace, un tipo de aerosoles, una longitud de onda, un tipo de nubes presentes en la atmósfera, un ángulo cenital, un radio de la lente del

ABSTRACT

GDAF (Displays and Photonics Applications Group) in Electronics Technology Department at UC3M develops a hardware-software application for a communications free-space optical link, in a Project with INSA corp.

It aims to substitute the usual radio frequencies link, because of the increasing of bandwidth and the guarantee of privacy. Optics and electronics collaboration is searched.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

GDAF (Displays and Photonics Applications Group) in Electronics Technology Department at UC3M develops a software application and a hardware design for a communications free-space optical link, in a Project with INSA corp.

The link is established between an Optical Ground Station (OGS) using a laser, and a satellite equipped with a retromodulator. It pretends the substitution of traditional radio links, because of both its bandwidth increment and the privacy absolute guarantee.

GDAF has developed:

- A simulation software that computes the power balance of the link, according the atmospheric channel conditions, output in the OGS and reception.

The interactive computation of atmospheric losses and fading has been developed in a software Matlab-based application called ALCOLINK v1.1 (Atmospheric Losses Computation in an Optical Link). A wide range of scenarios are able to be simulated in this software, choosing in each case different analysis criteria, such as a link length, aerosol type, selected wavelength, cloud kind in the atmosphere, zenith angle, transmitter lens radius... The software computes the losses involved mainly in the atmospheric channel.



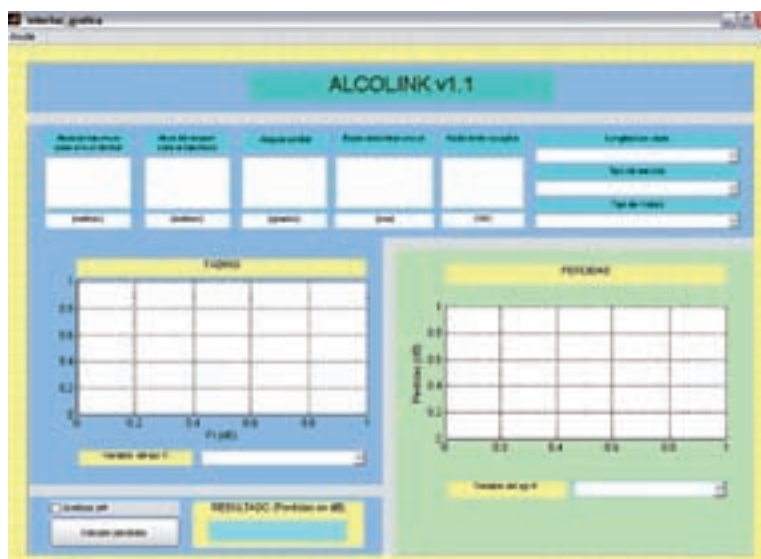


Figura 1. Vista del panel frontal de la aplicación software desarrollada.

Figure 1. A first view of the developed software application.

72

transmisor, etc. El software calcula las pérdidas debidas al canal atmosférico.

- Un hardware y software de apuntamiento y seguimiento del segmento de vuelo.

El sistema de apuntamiento y seguimiento terreno, básicamente se divide en tres grandes bloques:

- Bloque software.
- Bloque hardware: electrónica de control.
- Bloque de sistema mecánico.

El sistema general de seguimiento diseñado utiliza un PC, que ejecuta la programación realizada en el programa LabVIEW, y un sistema electromecánico que ejecuta el movimiento físico (según las indicaciones del programa). En el demostrador desarrollado, se utiliza un doble sistema:

- Una montura altacimutal motorizada que soporta al espejo que dirige el haz láser,
- Una montura altacimutal motorizada que soporta una cámara para captar las imágenes de la plataforma de vuelo.

Las imágenes de la cámara son procesadas en el PC mediante algoritmos desarrollados enteramente en el GDAF usando LabVIEW en su versión 8.5. Gracias a dicho procesado, los movimientos de cámara y espejo son gobernados por el programa, mediante el envío de las órdenes del PC a través de un sistema de control electrónico totalmente diseñado e implementado en el GDAF, a partir de un microcontrolador y diferentes drivers para direccionar las señales adecuadas a cada sistema de movimiento.

Se buscan empresas interesadas en desarrollar componentes para la Estación Óptica Terrena que se diseña.

- A pointing and tracking hardware and software of the budget.

Pointing and tracking is divided in three main blocks:

- Software.
- Hardware: control electronics.
- Mechanical system.

It uses a PC running routines programmed in LabVIEW, and it also implements an electromechanical system that executes the physical movements, according the orders from the program. A laboratory demonstrator has been developed, using a double system:

- A motorized altazimuth mount that carries the mirror that redirects the laser beam towards the beacon.
- A motorized altazimuth mount that carries the webcam that allows the tracking by means of image acquisition.

Camera images are processed by the PC by algorithms absolutely made by GDAF in LabVIEW 8.5. This processing governs the camera and mirror movements, from the PC and through an electronic system fully designed and developed by GDAF, using a microcontroller and different custom made drivers for the movement signals generation.

Companies interested in developing optical components of the OGS are searched.

This Project is a part of FACTOTEM, a Project with eight partners at the Comunidad de Madrid, Spain, S-0505/ESP-417. It is coordinated by Prof. José Manuel Otón Sánchez, from the Universidad Politécnica de Madrid.



Figura 2. Fotografía de un sistema terreno basado en espejos, prototipo a nivel de laboratorio, y el haz retromodulado obtenido.
 Figure 2. Photograph of the laboratory demonstrator optical ground station, based on mirror. The retromodulated beam is also visible.

73

Este proyecto se adscribe al Proyecto FACTOTEM (Fotónica Aplicada para la Creación de Tecnologías Ópticas y su Transferencia a Empresas Madrileñas), de la Comunidad de Madrid, S-0505/ESP-417, coordinado por José Manuel Otón Sánchez, de la Universidad Politécnica de Madrid.

| ASPECTOS INNOVADORES |

No existe comercialmente un programa capaz de recopilar tantos parámetros en un enlace de comunicaciones ópticas en espacio libre. Este software ofrece la posibilidad de modificarlos para observar el efecto de los mismos en el enlace. Asimismo, permite introducir una serie de medidas reales sobre los diferentes componentes de los segmentos de tierra y vuelo, para proporcionar una estimación de las posibilidades de los mismos a la hora de usarlos en un enlace real en el espacio.

Los componentes ópticos de los sistemas de vuelo y terreno pueden ser testados previamente a su inserción en un enlace, simulando su comportamiento mediante el programa.

El balance de enlace que permite obtener el software proporciona un medio de verificar la bondad de un enlace de comunicaciones en espacio libre. Las posibilidades del mismo implican la construcción de sistemas de vuelo basados en satélites de órbitas terrestres o planetarias.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

Para una empresa, participar en la elaboración de un enlace de comunicaciones ópticas por satélite le pondría en la punta de lanza de la investigación en el sector aeroespacial y de las comunicaciones, pues se comienzan a explorar ahora como alternativa a los tradicionales de radiofrecuencia, por sus posibilidades en ancho de banda. Introducir los parámetros de los componentes que desarrolle, a fin de establecer sus posibilidades en dicho enlace, le permitirá mejorar sus características y le resultará un valor añadido a ofertar con ellos.

| INNOVATIVE ASPECTS |

No commercial programs exist having such parameter variability in a free-space optical link. The software allows their modification to check their effect in the link. It is also possible to introduce real data of OGS and spacecrafts links or components, to check their possibilities of use in a real space link.

The optical components of flight and area systems can be tested before their insertion in a link, simulating their behaviour by means of the program.

The balance of link this software allows to obtain provides a way of checking the kindness of a communications free-space link. The possibilities of this involve the construction of flight systems based in satellites of terrestrial or planetary orbits.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

The interest for any company taking part of a optical communications satellite link is the fact that it will be a part of leading technology in aero space communications, a technology that gives the possibility of having full privacy and increased bandwidth. The introduction of the parameters involved in the company optical or electronic components acts as an added value for their characterization and applications.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Cooperación técnica.

Comentarios

Empresas del sector aeroespacial y de las comunicaciones pueden estar interesadas. Las desarrolladoras de componentes ópticos también pueden obtener rentabilidad del programa. Introduciendo las características de los componentes y los propios parámetros del enlace, se puede conseguir una simulación realista de su comportamiento en un enlace de comunicaciones en espacio libre. Decisiones sobre fabricación y variación de características se pueden deducir de ello.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- En fase de desarrollo.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

- Secreto industrial.

Comentarios

Al estar relacionado con un Proyecto de Investigación de la empresa INSA, este software es pertenencia de la misma. No obstante, su realización y uso pueden extenderse para otras posibilidades de enlace.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Technical cooperation.

Comments

Industry or academy corporations in the aerospace area can be interested. Optical components manufacturers can obtain yield from the program, because it can test the performance of the components introducing their characteristics as inputs, and checking their influence in a simulated link. Manufacturing and characteristics changes and decisions may be derived from the use of the program.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Development phase.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Secret know how.

Comments

This Project is related with INSA corp. The software belongs to it. Nevertheless, the use and development can be extended for other link possibilities.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: M.^a Dolores García-Plaza

ORGANIZATION: Universidad Carlos III de Madrid. Parque Científico

PHONE: +34 91 624 90 16 / 9030 **FAX:** +34 91 624 90 10 **E-MAIL:** comercializacion@pcf.uc3m.es



Sensor óptico para la medida de velocidad de proyectiles

Optical sensor to measure the projectile velocity

RESEARCHER/S José Manuel Sánchez Pena
ORGANIZATION Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)
DEPARTMENT Electronic Technology

RESUMEN

El Grupo de Displays y Aplicaciones Fotónicas (GDAF), perteneciente al Departamento de Tecnología Electrónica de la UC3M (España), ha diseñado y desarrollado un sistema optoelectrónico robusto, eficaz y de bajo coste, el cual es capaz de medir la velocidad de proyectiles en un rango comprendido entre velocidades subsónicas a supersónicas (entre 100 m/s y 1200 m/s). Potenciales aplicaciones de este sistema abarcan desde su utilización en pruebas de impacto de proyectiles sobre estructuras aeronáuticas con el fin de evaluar los posibles efectos de mecánicos y daños estructurales de dichos impactos, determinación de la velocidad de disparo de proyectiles en armas, etc. Se busca colaboración con centros de investigación de referencia internacionales y nacionales, así como empresas, para extender el rango de posibles aplicaciones para el sistema.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El sistema optoelectrónico de medida de velocidad de proyectiles, desarrollado dentro del Grupo de Displays y Aplicaciones Fotónicas de la UC3M, mide y visualiza velocidades de proyectiles tanto subsónicas como supersónicas en metros por segundo (m/s), con un rango de funcionamiento comprendido entre los 100 m/s y los 1200 m/s y un error de medida inferior al 1%. La velocidad medida se visualiza en un display LCD integrado en el mismo dispositivo, y mediante protocolo de comunicación serie en un ordenador remoto.

El sistema óptico basa su funcionamiento en tres barreras ópticas equidistantes. Cada barrera está formada por un haz láser enfrenteado a un fotodiodo. El sistema completo está compuesto por tres fuentes láser y por tres fotodiodos que forman tres barreras ópticas paralelas entre ellas. Cada barrera óptica está unida a un circuito gestionado por un único microcontrolador. Los tres haces láser, separados una misma distancia, se encuentran a un mismo nivel formando un plano. Para que la velocidad de un proyectil pueda ser medida correctamente

ABSTRACT

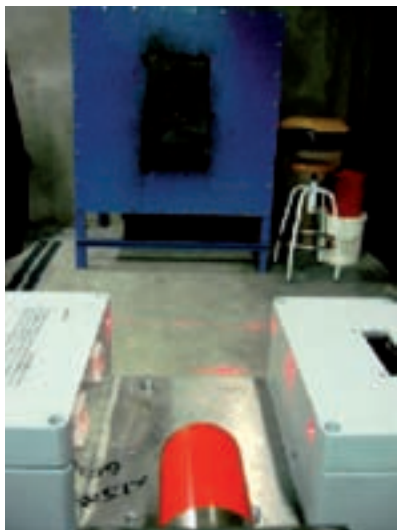
Displays & Photonics Applications Group (GDAF), belonging to Electronics Technology Department of UC3M (Spain), has designed and implemented a simple, cost-effective, and robust optoelectronic system to measure online the average velocity of a projectile. This system is able to measure velocities ranged between 100m/s and 1200m/s). Potential applications are focused on experimental impact tests on aircraft and spacecraft structures. We are seeking potential collaborations with international/national research centres and enterprises to extent the range of potential applications.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

Optoelectronic system to measure projectile velocity online, designed and implemented by Displays & Photonics Applications Group (GDAF) of UC3M, is able to measure projectile velocity covering a wide velocity range from subsonic to supersonic from 100m/s to 1200m/s, with velocity measure accuracy less than 1%. Displaying the velocity measure on an LCD mounted in the system or on a remote computer using a serial communication.

The optical system is based on three equidistant optical barriers. Each barrier consists of a beam laser and a photosensor. The whole system uses three laser sources and three photodiodes to form three light lines. Each light line is combined with its own signal-processing circuit, which is managed by a microcontroller. The three optical barriers are on the same level forming a plane. A projectile can be measured only when travelling through this flight plane, therefore the railgun must be positioned perpendicular to the laser barriers.





76

Fotografía del sensor óptico mostrando los tres barreras ópticas que debe atravesar el proyectil.

Photography of the optical sensor showing the three optical barriers that the missile must cross.

te su trayectoria debe atravesar este plano de forma perpendicular a los haces, por tanto, el eje del cañón de disparo debe situarse perpendicular a los haces láser y en el mismo plano.

La velocidad del proyectil se mide procesando las señales generadas por los circuitos conectados a las tres barreras ópticas cuando el proyectil, siguiendo su trayectoria, las corta.

La detección de la interrupción de los haces láser, por parte de los fotodiodos, y su procesamiento por el microcontrolador permite al sistema evaluar la velocidad media del proyectil. El principio de funcionamiento es muy sencillo; los fotodiodos captan el instante en el que los haces láser son cortados por el proyectil, permitiendo al microcontrolador que gobierna el sistema de medida, registrar los tiempos transcurridos entre los cortes de las barreras ópticas.

Por tanto, la velocidad del proyectil se calcula como una media, utilizando las tres distancias que separan las barreras ópticas y los tres tiempos de vuelo registrados por el microcontrolador. Este método tan simple es robusto ante posibles fallos, tanto en los detectores como en las fuentes de láser, permitiendo hacer medidas de velocidad cuando alguna de las barreras ópticas no funcione correctamente.

Cada vez que se va a realizar una nueva medida de velocidad, el sistema realiza una secuencia de auto configuración, comprobando y notificando el funcionamiento de las barreras ópticas. Haciendo los ajustes necesarios en las barreras ópticas para su correcto funcionamiento, independientemente de la iluminación ambiental de la sala en la que se encuentre el sistema o de que una de las tres barreras no funcione adecuadamente.

The projectile velocity is measured through the acquisition of three different signals coming from the crossing of the optical barriers by the projectile during its flight. The detection of these signals by the photosensors and their processing by the microcontroller enables the system to evaluate the average velocity of the projectile. The working principle is as follows. The photodiodes sense when lasers are blocked by the projectile trajectory that is supposed to be perpendicularly incident to the sequential laser barriers. When the projectile crosses the first optical barrier, the laser beam is blocked and a microcontroller time counter is triggered. Flight times are registered when second and third laser beams are also crossed by the projectile, and then three flight times between laser barriers are determined. Therefore, projectile velocity is calculated as an average, using three distances between barriers and three flight times. This simple method is robust against potential failures. It is able to measure projectile velocity even when an optical barrier is missed by failure in either the optical transmitter or the receptor. Each time a new measure it is going to be done, the system is auto set up by software, checking and informing the operation status of the optical barriers. The necessary actions are taken by the microcontroller to do the influence of background light in the measured velocity negligible and to keep the system operative in case of barrier failure.

| ASPECTOS INNOVADORES |

El sistema de medida de velocidad diseñado y desarrollado es sencillo, de bajo coste, robusto contra potenciales fallos en la óptica o cambios de iluminación, cubre un gran rango de velocidades, abarcando desde las subsónicas a las supersónicas (desde 100 m/s a 1200 m/s) y tiene una precisión en las medidas inferior al 1%.

El sistema permite visualizar las medidas de velocidad en el propio display LCD del sistema o en un ordenador remoto mediante comunicación serie.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

Sistema barato, robusto, flexible, amplio rango de medida y de elevada precisión.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo de fabricación.
- Acuerdo comercial con asistencia técnica.

Comentarios

- El sistema podría ser de interés inmediato para: empresa fabricante de instrumentos para tests de impactos; centro de investigación dedicado a la ingeniería mecánica y de materiales, fabricante de naves aeroespaciales.
- La adaptación de la tecnología sería barata ya que el la transferencia tecnológica resulta sencilla debido al grado de desarrollo alcanzado en el prototipo construido.
- Empresas potenciales que podrían tener interés: EADS CASA, BOEING, INSA, INDRA, SANDIA LAB (USA), etc.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

Comentarios

Desarrollo ya publicado en revista internacional de Óptica.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto regional.

| INNOVATIVE ASPECTS |

The implemented optoelectronic system to measure projectile velocity online is simple, cost-effective, and robust against potential failures of the optical elements and environmental light. It covers a wide velocity range from subsonic to supersonic, from 100 m/s to 1200 m/s, with velocity measure accuracy less than 1%. Velocity measure is displayed on an LCD display mounted in the system or on a remote computer using a serial communication to ensure safety in the experimental impact tests.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

Low-cost, robust, wide measurement range and high accuracy system.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Manufacturing agreement.
- Commercial agreement with technical assistance.

Comments

- The system could be interesting for: manufacturers of testing equipments, research centres focused on mechanical engineering or new materials, aerospace enterprises, etc.
- Easy technology transfer due to the degree of development of the prototype.
- Possible interested companies could be: EADS CASA, BOEING, INSA, INDRA, SANDIA LAB (USA), etc.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

Comments

Work published in an international journal of Optics.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- Regional project.

CONTACT PERSON: M.^a Dolores García-Plaza

ORGANIZATION: Universidad Carlos III de Madrid. Parque Científico

PHONE: +34 91 624 90 16 / 9030 **FAX:** +34 91 624 90 10 **E-MAIL:** comercializacion@pcf.uc3m.es



Desarrollo de metodologías específicas para el estudio de la tolerancia al daño frente a distintas condiciones de carga de estructuras aeronáuticas y aeroespaciales fabricadas con materiales compuestos

Development of methodologies to study the damage tolerance of aeronautical and aerospace composite structures

RESEARCHER/S Enrique Barbero Pozuelo / Sonia Sánchez Sáez
ORGANIZATION Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)
DEPARTMENT Continuum Mechanics and Structural Analysis

78



RESUMEN

El grupo de investigación en Mecánica de Materiales Avanzados del Departamento de Mecánica de Medios Continuos de la UC3M ofrece su experiencia en el análisis y modelización del comportamiento frente a impacto de alta y baja velocidad, y en el estudio de la tolerancia al daño de elementos estructurales fabricados con materiales compuestos.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El grupo de investigación ofrece:

- Análisis y modelización de estructuras de tipo laminado y sándwich sometidas a cargas impulsivas de alta y baja velocidad.
- Análisis y modelización de estructuras de absorción de energía de materiales compuestos.
- Estudio de la tolerancia al daño de elementos estructurales de materiales compuestos sometidos a diferentes condiciones de carga.
- Innovación y desarrollo de metodologías de ensayo de elementos estructurales sometidos a cargas de impacto, con especial énfasis en la evaluación de la tolerancia al daño.
- Modelización y análisis experimental del comportamiento mecánico de materiales compuestos en condiciones dinámicas.

El grupo de investigación dispone de un laboratorio con diversos equipos en los que se pueden realizar ensayos de impacto y de tolerancia al daño con los que es posible validar los modelos teóricos. Entre estos equipos se encuentran:

ABSTRACT

Mechanics of Advanced Materials research group (Department of Continuum Mechanics and Structural Analysis) of the UC3M offers their experience in the analysis and modelization of high and low velocity impact behaviour and damage tolerance of composite structures.

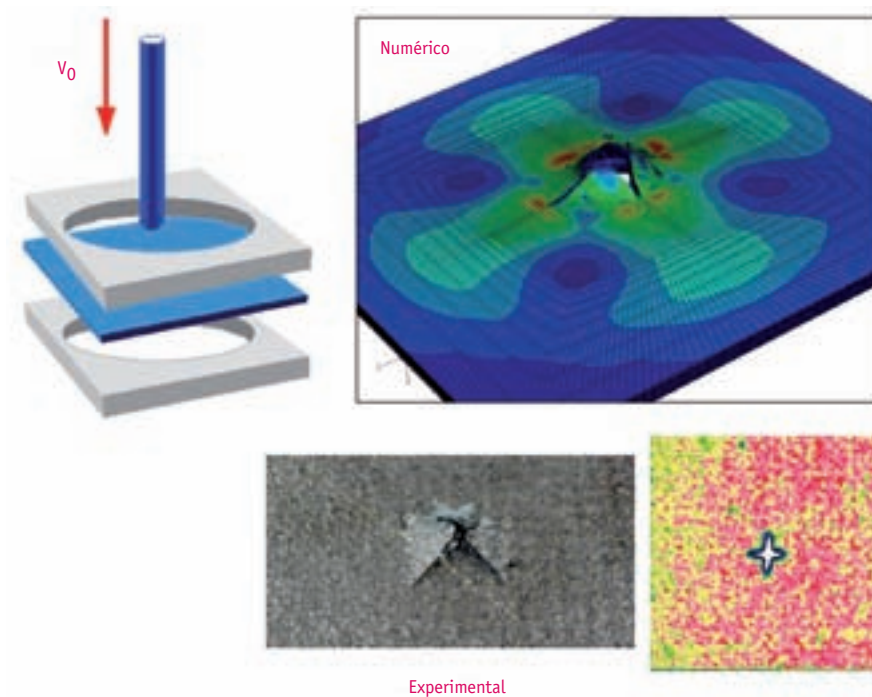
| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The research group offers:

- Analysis and modelization of laminated and sandwich structures to high and low velocity impulsive loads.
- Analysis and modelization of energy absorption structures.
- Damage tolerance studies of composite structures to different types of loads.
- Innovation and development of experimental methodologies to test structures to impact loads, with special emphasis on the evaluation of the damage tolerance.
- Modelization and experimental analysis of the mechanical behaviour of composite materials in dynamic conditions.

The research group has a laboratory with several test devices where it is possible to do impact and damage tolerance tests to validate the theoretical models. Among these devices there are:

- 2 Split Hopkinson bars to do tensile, compression, bending and shear dynamic tests.



Análisis experimental y numérico del comportamiento frente a impacto de baja velocidad de paneles de tipo laminado y pequeño espesor
 Experimental and numerical analysis of the behaviour of low velocity impact of thin and laminate panels.

- 2 Barras Hopkinson para ensayos dinámicos de tracción, compresión, flexión y cortadura.
- 3 Cañones de gas con energías de impacto máxima de entre 2 kJ y 20 kJ.
- 1 máquina universal de ensayos de alta velocidad de hasta 20 m/s.
- 2 Péndulos Charpy instrumentados de 50J y 300J de energía de impacto máxima.
- 1 Torre de caída de peso de 1000 J de energía de impacto máxima (con cámara climática que permite ensayos entre -150°C y 200°C).
- 1 lanzador neumático de 1800J de energía máxima y 16 m/s de velocidad máxima.
- 2 equipos de inspección no destructiva por ultrasonidos (1 de A-scan y 1 de C-scan).
- 1 cámara de alta velocidad capaz de adquirir hasta 250000 imágenes por segundo.
- 3 gas guns with maximum impact energies of 2 kJ to 20 kJ.
- 1 high velocity universal testing machine of up to 20 m/s.
- 2 instrumented Charpy pendulums with maximum impact energies of 50J and 300J.
- 1 drop weight tower with 1000J of maximum energy (with a climatic chamber to do tests between -150°C and 200°C).
- 1 pneumatic launcher of 1800J and a maximum velocity of 16 m/s.
- 2 non-destructive ultrasound evaluation testing devices (1 A-scan and 1 C-scan).
- 1 high velocity camera of 250000 frames per second.

The group has a computer laboratory with high performance computers to perform numerical simulation using numerical codes (ABAQUS; LS-DYNA, Autodyn, MARC).

El grupo dispone de un laboratorio informático con equipos de altas prestaciones para la realización de simulaciones empleando diferentes códigos numéricos (ABAQUS; LS-DYNA, Autodyn).

| ASPECTOS INNOVADORES |

Desarrollo de metodologías específicas para el ensayo frente a impacto de elementos estructurales fabricados con laminados de pequeño espesor, evaluando su tolerancia al daño frente a distintas condiciones de carga.

| INNOVATIVE ASPECTS |

Development of specific methodologies for impact tests of thin composite structural elements, evaluating their damage tolerance to different load conditions.

Utilización de modelos numéricos implementados en códigos comerciales para analizar el fallo de elementos estructurales de materiales compuestos y sándwich, teniendo en cuenta las especiales características de este tipo de materiales.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

La tecnología ofertada permitiría a una empresa abordar el estudio mediante modelos detallados de elementos estructurales de materiales compuestos cuando se encuentra sometido a cargas impulsivas de alta y baja velocidad.

Para ello dispondría de las capacidades de un laboratorio experimental ampliamente equipado que permite ensayar elementos estructurales en un amplio rango de velocidades y temperaturas de ensayo.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Cooperación técnica.

Comentarios

Las técnicas empleadas por el grupo de investigación pueden ser de interés tanto para empresas como para centros de investigación cuyas actividades incluyan el análisis de elementos estructurales fabricados con materiales compuestos y que requieran conocer el comportamiento frente a cargas impulsivas de alta o baja velocidad y evaluar su tolerancia al daño.

El grupo ha colaborado previamente con empresas y centros de investigación del sector aeroespacial, tales como EADS-CASA, Airbus e INTA.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

- Secreto industrial.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.
- Regional project.

Use of numerical models implemented in commercial codes to analyze the failure of composite and sandwich structural elements, considering the special characteristics of this type of materials.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

This technology would let a company the composite structural elements study through high and low velocity impulsive loads by means of numerical models.

Laboratory has a well-equipped experimental laboratory capacities permitting testing of structural elements in a wide range of test velocities and temperatures.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Technical cooperation.

Comments

The methods used by the research group can be of interest to both companies and research centres whose activities include the analysis of composite structural elements and which require knowledge of high or low velocity impact behaviour and have to evaluate its damage tolerance.

The group has collaborated with companies and research centres in the aerospace sector, such as EADS-CASA, Airbus and INTA.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Secret know how.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.
- Regional project.



CONTACT PERSON: M.^a Dolores García-Plaza

ORGANIZATION: Universidad Carlos III de Madrid. Parque Científico

PHONE: +34 91 624 90 16 **FAX:** +34 91 624 90 10 **E-MAIL:** comercializacion@pcf.uc3m.es

Tecnologías de fabricación de componentes para la industria aeronáutica

Manufacturing technologies of components for the aeronautical industry

RESEARCHER/S Henar Miguélez
ORGANIZATION Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)
DEPARTMENT Mechanical Engineering

81

RESUMEN

El grupo "Tecnologías de Fabricación" ofrece su experiencia en la investigación sobre procesos de fabricación para su aplicación al sector aeronáutico. En concreto se tiene experiencia en mecanizado de aleaciones aeronáuticas, estudios de daño en el material debido al proceso de transformación y predicción de parámetros indicativos de integridad superficial mediante simulación. La actividad desarrollada radica en la aproximación multidisciplinar a un posible problema planteado en el marco de la fabricación de componentes para la industria aeronáutica, planteando soluciones en donde prima la seguridad de los componentes pero compatibles con la productividad y coste razonable que ha de tener el proceso. El proceso de fabricación se desarrolla desde una perspectiva global que incluye el comportamiento mecánico del material y los aspectos tecnológicos del proceso.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El Grupo de Investigación en Tecnologías de Fabricación está compuesto por ingenieros industriales y aeronáuticos, con actividades de investigación en procesos de fabricación de interés para el sector aeronáutico. En el grupo se manejan tanto equipamientos experimentales como herramientas de simulación.

Las líneas de investigación que se desarrollan en el grupo son las siguientes:

- Mecanizado de materiales de baja maquinabilidad.
- Integridad superficial en el mecanizado de componentes de elevada responsabilidad.
- Conformado de chapa.

ABSTRACT

The team "Manufacturing Technologies" offers his experience in the research on manufacturing processes for applications in the aeronautical industry. Moreover, The team have developed works on light alloys machining, material damage related with manufacturing process and prediction of surface integrity parameters using numerical simulation. The developments are achieved in a multidisciplinary approach to a problem in the manufacturing of components for the aeronautical industry. Solutions are developed guaranteeing the safety of components. However it is not the unique objective in the aeronautical industry, and it is also focused on cost and productivity. The manufacturing process is developed from a global perspective which includes the mechanical behaviour of the material and technological aspects of the process.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The team "Manufacturing Technologies" is based on the work of engineers from different fields (aeronautical and mechanical mainly), with research activity in:

- Machining of low machinability alloys.
- Surface integrity in machining of high responsibility components.
- Forming.
- Numerical modelling of machining processes.
- Numerical modelling of forming processes.
- Wear.

The lab of the team is equipped with several experimental devices:



Equipos experimentales y de simulación para los procesos de fabricación avanzada.

Experimental devices and simulation equipments for advanced manufacturing processes.

82

- Modelización numérica de procesos de mecanizado.
- Modelización numérica de procesos de conformado.
- Desgaste.

Para desarrollar estas líneas, el Grupo dispone de equipos experimentales y herramientas numéricas:

Los equipos de los que dispone el grupo para la realización de ensayos experimentales son:

- Torno de control numérico.
- Centro de mecanizado.
- Dispositivo de medida de esfuerzos en mecanizado.
- Equipos de extensometría.
- Sistemas de adquisición de datos.
- Equipos para análisis de superficies.

Así mismo, el Grupo dispone de códigos comerciales de cálculo por Elemento Finitos (ABAQUS, DEFORM) instalados en ordenadores de altas prestaciones.

| ASPECTOS INNOVADORES |

Normalmente las empresas dedicadas a la fabricación centran su atención en la productividad y el coste. Sin embargo estos parámetros, sin dejar de ser importantes, no son los únicos a tener en cuenta cuando se fabrican componentes de elevada responsabilidad. En el caso del sector aeronáutico prima la seguridad por encima de los aspectos mencionados. Por otra parte en el ámbito de la fabricación en la industria, es difícil disponer del tiempo, medios y conocimientos necesarios para abordar el proceso de fabricación desde una perspectiva global que englobe el comportamiento mecánico del material, sus características microestructurales y los aspectos tecnológicos del proceso.

El principal interés de la actividad desarrollada radica en la aproximación multidisciplinar a un posible problema planteado en el marco de la fabricación de componentes para la industria aeronáutica, planteando soluciones compatibles con la productividad y coste razonable que ha de tener el proceso.

- CNC lathe.
- Machining centre.
- Measurement of forces during machining.
- Extensometers.
- Data acquisition systems.
- Wear analysis systems.

FEM Commercial codes are available (ABAQUS, DEFORM) for forming and machining simulations in high performance PCs.

| INNOVATIVE ASPECTS |

Manufacturing industry is usually focused on cost and productivity. However this is not the unique objective in the aeronautical industry. Manufacturing process of high responsibility components should guarantee the safety of the component during its service life. On the other hand it is not possible to solve common problems in manufacturing industry with a multidisciplinary approach, taking into account technological aspects of the process, mechanical behaviour of the material and microstructure. Main goal of the team is solving problems in manufacturing industries with this global approach, giving competitive solutions with direct application in the industrial process.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

La experiencia del grupo podría ser de ayuda en la resolución de problemas que surgen durante la fabricación de componentes para el sector aeronáutico (conformado de nuevos materiales, estudios de daño, vida de herramienta).

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Cooperación técnica.

Comentarios

- Empresas dedicadas a la fabricación de componentes para el sector aeroespacial.
- Actividad concreta que debe realizar la empresa: fabricación o diseño orientado a fabricación.
- Coste, tanto de equipamiento como de personal, que le supondría a la empresa incorporar la tecnología: por determinar.
- Cita alguna empresa en la que encajaría claramente la tecnología: EADS.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

- Secreto industrial.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

The experience of the team could be interesting to solve problems during manufacturing of aeronautical components (forming new materials, damage, tool life, ...).

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Technical cooperation.

Comments

- Type of partner sought (such as: industry, academy, research organization, size, nationality...): aerospace company.
- Specific area of activity of the partner: design or manufacture.
- Tasks to be performed.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Secret know how.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: M.^a Dolores García-Plaza

ORGANIZATION: Universidad Carlos III de Madrid. Parque Científico

PHONE: +34 91 624 90 16 / 90 30 **FAX:** +34 91 624 90 10 **E-MAIL:** comercializacion@pcf.uc3m.es



Análisis del comportamiento frente a impacto de elementos de estructuras aeronáuticas y aeroespaciales

Analysis of the behaviour of aircraft and aerospace structural elements under impact

RESEARCHER/S José Fernández Sáez y Ramón Zaera Polo
ORGANIZATION Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)
DEPARTMENT Continuum Mechanics and Structural Analysis

84

RESUMEN

El grupo de “Dinámica y Fractura de Elementos Estructurales” ofrece su experiencia en el análisis de problemas de mecánica de sólidos para estudiar el comportamiento de elementos estructurales sometidos a cargas de impacto. Para ello el grupo dispone de herramientas de simulación y equipamiento experimental específico para sus actividades de investigación. Sus actividades pueden resultar atractivas a empresas aeronáuticas que precisen de técnicas de análisis no convencionales.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El Grupo de Investigación en Dinámica y Fractura de Elementos Estructurales está compuesto por ingenieros de diferentes especialidades y tiene amplia experiencia en el análisis del comportamiento mecánico, frente a impacto y en fractura de elementos mecánicos y estructurales, dominando metodologías tanto experimentales como de simulación numérica. El grupo desarrolla su actividad mediante la realización de proyectos de I+D con financiación pública y contratos financiados por empresas relacionadas con el sector aeronáutico y aeroespacial, entre otras.

El Grupo orienta su actividad a la generación de conocimiento científico y tecnológico en las líneas de investigación en las que trabaja, que concuerdan con líneas prioritarias y estratégicas recogidas en Planes de Investigación tanto nacionales como internacionales. Se abordan problemas atendiendo a su impacto, novedad e interés científico y tecnológico, así como otros problemas relevantes planteados por el sector industrial, de carácter más aplicado.

Las líneas de trabajo que se desarrollan en el grupo son las siguientes:

- Comportamiento dinámico de elementos estructurales: simulación y análisis experimental.
- Estructuras para absorción de energía.

ABSTRACT

The Group “Dynamics and Fracture of Structural Elements” offers its experience in Solid Mechanics analysis for the study of the behaviour of structural elements subjected to impact loads. The Group activities have a strong research component, in which numerical simulation tools as well as sophisticated experimental techniques are employed. These activities could be of interest to aeronautical companies that require non standard analysis.

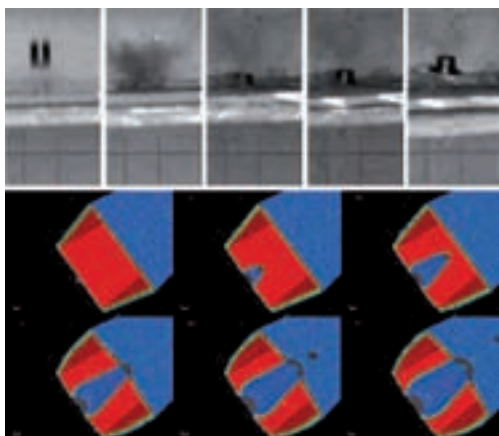
| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The Research Group “Dynamics and Fracture of Structural Elements” is formed by engineers of different specialities. They have a large experience in the analysis of the mechanical, impact and fracture behaviour of mechanical and structural elements. The members handle both experimental and numerical simulation methodologies. The activities of the group are developed in connection with research and development projects financed by public institutions, and with projects financed by aircraft and aerospace companies, among others.

The Group points its activities to the generation of scientific and technological knowledge in the research topics matching the strategies and priorities of the national and international Research and Development Programmes. The topics are carefully selected according to their impact, novelty, and scientific and technological interest. Topics proposed by companies, with a direct application to the industry, are also approached.

The activities developed by the Group are:

- Dynamic behaviour of structural elements: simulation and experimental analysis.
- Structures for energy absorption.



Arriba: secuencia fotográfica del impacto a alta velocidad de un cilindro contra una chapa de aluminio. Abajo: secuencia simulada del impacto a alta velocidad de una esfera contra un tanque de aluminio lleno de combustible.

On the top: Picture of the high velocity impact of a cylinder against an aluminium sheet. Below: Simulated sequence of the high velocity impact of a sphere against a full fuel aluminium tank.

85



- Estructuras de protección contra impacto.
- Modelos constitutivos de materiales a alta velocidad de deformación.
- Mecánica de la Fractura.
- Mecánica del Daño.
- Ensayos de fractura en condiciones dinámicas.
- Comportamiento termomecánico de materiales.
- Materiales compuestos de matriz metálica.

Para desarrollar estas líneas, el Grupo dispone de equipos experimentales, alguno de ellos único en España, que permite realizar muy diversos tipos de ensayos de caracterización mecánica de materiales (tracción, compresión, flexión, fractura, impacto), en un amplio intervalo de velocidades de deformación y temperaturas. Así mismo, dispone de numerosas herramientas numéricas, comerciales y de desarrollo propio, que permiten simular y predecir el comportamiento de los elementos ensayados.

Los equipos de los que dispone el grupo para la realización de ensayos experimentales son:

- Máquinas universales de ensayos (100, 250, 1.000 kN).
- Máquina universal de ensayos de alta velocidad (100 kN).
- Sistemas neumáticos de impulsión para impactos a alta velocidad (hasta 10.000 J y 1.000 m/s).
- Cámaras de fotografía ultrarrápida (hasta 250.000 imágenes por segundo).
- Barras Hopkinson (tracción, compresión, flexión).
- Torres de caída de peso instrumentadas (hasta 2000 J).
- Péndulos Charpy instrumentados.
- Cámaras climáticas para ensayos a alta y baja temperatura.
- Equipos de extensometría.
- Sistemas de adquisición de datos de alta velocidad de muestreo.

Así mismo, el Grupo dispone de códigos comerciales de cálculo por Elemento Finitos (ABAQUS/Standard, ABAQUS/Explicit, LS-Dyna, AUTODYN-3D) instalados en ordenadores de altas prestaciones.

- Structures for impact protection.
- Constitutive models for materials at high strain rates.
- Fracture mechanics.
- Damage mechanics.
- Dynamic Fracture testing.
- Thermomechanical behavior of materials.
- Metal matrix composites.

To develop these topics, the Group has experimental facilities, some of them unique in Spain, which allow performing different types of mechanical testing (tension, compression, bending, fracture, impact) within a wide range of strain rates and temperatures. The Group also has commercial and self-made simulation tools, which allow predicting the behavior of solids and structural elements.

The facilities to perform experimental testing are:

- Dynamic universal testing machines (100, 250, 1.000 kN).
- High velocity universal testing machine (100 kN).
- Pneumatic launchers to perform high speed impact (up to 10,000 J and 1,000 m/s).
- Hopkinson bars (tension, compression, bending).
- Instrumented drop weight towers (up to 2,000 J).
- Instrumented Charpy pendulum.
- Climatic chambers and furnaces for low and high temperature testing.
- Extensometry systems.
- High sampling rate data acquisition systems.

The Group also has commercial Finite Element codes (ABAQUS/Standard, ABAQUS/Explicit, LS-Dyna, AUTODYN-3D) installed in high-performance computers.

| ASPECTOS INNOVADORES |

Utilización de herramientas de simulación avanzadas aplicadas a los problemas que analiza, en combinación con la realización de ensayos experimentales singulares con equipamiento no convencional.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

El grupo dispone de herramientas de simulación y equipamiento experimental que le permite realizar análisis complejos sobre el comportamiento de elementos estructurales sometidos a cargas impulsivas.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Cooperación técnica.

Comentarios

El Grupo ofrece colaboración a empresas aeronáuticas que requieran la utilización de técnicas de simulación numérica y ensayos experimentales para el estudio de la integridad de componentes estructurales sometidos a cargas de impacto.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

- Secreto industrial.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Financiación privada.

| INNOVATIVE ASPECTS |

Application of advanced numerical tools to the analysis of structural problems, in conjunction with the performance of singular experiments carried out in unconventional test machines.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

The group has simulation tools and experimental facilities to accomplish complex analyses of the behavior of structural elements subjected to impulsive loads.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Technical cooperation.

Comments

The Group offers technical support to aeronautical companies that require both numerical and experimental facilities to analyze the behaviour of structural elements subjected to impact loads.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Secret know how.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- Private funding.

CONTACT PERSON: M.^a Dolores García-Plaza

ORGANIZATION: Universidad Carlos III de Madrid. Parque Científico

PHONE: +34 91 624 90 16 / 90 30 **FAX:** +34 91 624 90 10 **E-MAIL:** comercializacion@pcf.uc3m.es



OFERTA TECNOLÓGICA

TECHNOLOGY PORTFOLIO



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
MADRID

Universidad Complutense de Madrid (UCM)

UCM_01 Aplicaciones de las técnicas
de posicionamiento GPS en yacimientos
arqueológicos | 88 |

UCM_01 Applications of GPS positioning techniques in
archaeological sites | 88 |

Aplicaciones de las técnicas de posicionamiento GPS en yacimientos arqueológicos

Applications of GPS positioning techniques in archaeological sites

RESEARCHER/S Gracia Rodríguez Caderot
ORGANIZATION Universidad Complutense de Madrid (UCM)
DEPARTMENT Faculty of Mathematics. Department of Astronomy and Geodesy

RESUMEN

Oferta realizada por el grupo de investigación de la UCM “Grupo de estudios ionosféricos y técnicas de posicionamiento global por satélite (GNSS)”, que lleva varios años trabajando en aplicar las técnicas de posicionamiento por satélites (GNSS: GPS y GLONASS) al campo de la Arqueología, con el fin de obtener una metodología de trabajo que le permita al arqueólogo realizar la georreferencia rápida y precisa de los yacimientos que están en estudio.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

Para la aplicación de las técnicas de posicionamiento GPS en yacimientos arqueológicos, se utiliza el método de posicionamiento cinemático en tiempo real (conocido por sus siglas en inglés, RTK), pero en su alternativa de redes RTK basada en la disposición de estaciones de carácter permanente en una red de carácter regional, lo que aumenta la precisión del posicionamiento y abarata los costes del trabajo.

Esta oferta se basa en una línea de investigación derivada de un proyecto de investigación del Programa Nacional del Espacio (ESP2006-10113), que con título “Servicios de Posicionamiento y Navegación basados en Redes de Estaciones Permanentes GNSS con aplicaciones en tiempo real (RTK)” fue concedido en la convocatoria del año 2005.

Los objetivos de trabajo son dos; en el primero se aplican las técnicas de posicionamiento cinemático GPS en tiempo real con el fin de obtener una metodología de trabajo que le permita al arqueólogo realizar la georreferencia rápida y precisa de los yacimientos que están en estudio.

El otro objetivo consiste en el desarrollo de una herramienta gráfica sencilla y con una interfaz lo más amigable posible que permita a estos profesionales elaborar sus propios planos georreferenciados de yacimientos sencillos que incluyan la topografía del lugar y la georreferenciación de hitos no topográficos.

ABSTRACT

Offer made by the UCM research group “Group of ionospheric studies and global positioning satellite systems (GNSS)”, with several years working on applying the techniques of positioning satellite systems (GNSS: GPS and GLONASS) to the Archaeology, in order to obtain a working methodology that allows the archaeologist performing a quick and accurate geo-reference of deposits under studies.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

For the application of GPS positioning techniques in archaeological sites, the method of real-time kinematic positioning (known by its acronym in English, RTK) is used, but in its alternative of RTK networks based on the provision of permanent stations in a network of regional character, which increases the accuracy of positioning and lowers the cost of labour.

This offer is based in a research line derived from a research project of the National Space Program (ESP2006-10113), titled “Positioning and Navigation Services based on GNSS Permanent Stations Networks with real time applications (RTK)” and approved in the 2005 call.

The working objectives are two: in the first one, the real-time kinematic positioning GPS techniques are applied with the aim of obtaining a working methodology that allows the archaeologist performing a quick and accurate geo-reference of the sites under study.

The other objective consist on the development of an easy graphic tool with the most friendly interface to allow the professionals making their own plans of geo-referenced sites including the topography of the location and the geo-reference of non-topographic milestones.





89

Intervención realizada en una excavación arqueológica en la cueva de El Reguerillo (Patones, Madrid). Se ha llevado a cabo una microtopografía externa (curva amarilla) para relacionar el trazado de la primera galería de dicha cueva (curva azul) con características geológicas del exterior.

Intervention made on an archaeological excavation of the El Reguerillo cave (Patones, Madrid). An external microtopography has been made to link the route of the first gallery of that cave (blue curve) with geological features from abroad.

| ASPECTOS INNOVADORES |

El empleo del GPS permite obtener posiciones en tiempo real con alta precisión. El método comúnmente empleado es el cinemático en tiempo real (RTK, Real Time Kinematic). Los mayores inconvenientes de este método radican en el hecho de disponer de una estación de referencia en un punto de la red geodésica local durante la observación.

Una alternativa al RTK clásico son las redes RTK basadas en la disposición de estaciones de carácter permanente constituyendo una red de carácter regional, lo que supone toda una serie de ventajas: se aumenta la distancia o longitud de las líneas de base, el usuario convierte su receptor de referencia en un receptor móvil, lo que abarata los costes en equipamiento.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

La Arqueología se ha convertido en los últimos años en una ciencia multidisciplinar que necesita la información proporcionada por especialistas en otras disciplinas para elaborar una sólida base empírica sobre la que sustentar sus hipótesis de trabajo.

La recuperación y estudio los restos materiales ha llevado a la “tecnificación” de la Arqueología, buscando nuevos métodos para obtener la mayor información posible, que siempre resulta escasa.

Una parte muy importante del trabajo arqueológico se desarrolla en el campo, durante la localización, excavación y registro de los

| INNOVATIVE ASPECTS |

The GPS allows obtaining real time positions with high accuracy. The commonly used method is the real time kinematic (RTK). The main inconvenience of this method is the use of a reference station in the local geodesic network during the observation.

An alternative to the classic RTK are the RTK networks based on the provision of stations of permanent character, making a network with regional character that implies several advantages such as: the increment on the distance or the length of the base lines, the user converts its reference receptor in a mobile receptor, which makes the equipments costs cheaper.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

During last years, Archaeology has become in a multidisciplinary science that needs the information provided by specialists in other disciplines to develop a solid empirical basis to sustain their working hypothesis.

The recuperation and study of material rests has led to the technification of the archaeology, looking for new methodologies to obtain the more possible information, which often is very few.

An important part of the archaeological work is developed in the field, during the localization, excavation and registry of the

yacimientos arqueológicos. De la idoneidad con que se realice la toma de datos en el campo, depende en gran medida la exactitud de las posteriores interpretaciones.

En el trabajo de campo es indispensable contar con los métodos de posicionamiento comentados anteriormente, que son herramientas muy útiles, ya que van a permitir una rápida y precisa georreferenciación de los yacimientos con una técnica fácil de usar y que contribuirán a un mejor estudio territorial.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Cooperación técnica.

Comentarios

Se buscan empresas del sector de la Arqueología y Organismos Públicos dedicados a catalogación y conservación del Patrimonio Cultural con capacidad para realizar actividades de intervención rápida de documentación de yacimientos arqueológicos. Los costes son relativamente bajos, tendría que disponer de equipos GPS cuyo precio puede oscilar en torno a los 20.000 euros.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- En fase de desarrollo.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

Comentarios

No se necesita patente de uso ya que las técnicas GPS son de uso libre. Lo que el grupo de trabajo está desarrollando es una herramienta que combina estas técnicas con un sistema de diseño gráfico que le permita al arqueólogo elaborar sus propios planos georreferenciados de los yacimientos, que incluyan la topografía del lugar y la georreferenciación de hitos no topográficos.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

archaeological sites. The accuracy of the final interpretations largely depends on the suitability during the data acquisition in the field. In the field work is absolutely indispensable having the above mentioned positioning methods, which are very useful tools because they would allow a quick and accurate geo-reference of the sites with an easy-use technique and they would help to a better territorial study.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Technical cooperation.

Comments

Enterprises of the Archaeology sector and Public Institutions dedicated to the cataloguing and conservation of the Cultural Heritage, with capacity to make activities of rapid documentation of archaeological sites. The costs are relatively low, they should have GPS equipments with a price oscillating around 20,000 €.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Development phase.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

Comments

It is unnecessary any patent since GPS techniques are of free use. Our research group is developing a tool that combines these techniques with a graphic design system to allow the archaeologist making their own geo-referenced plans of the sites including the topography of the place and the geo-reference of the topographic milestones.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Javier Hernández

ORGANIZATION: OTRI-Universidad Complutense de Madrid

PHONE: +34 394 64 48 **FAX:** +34 91 394 63 82 **E-MAIL:** jhernandez@rect.ucm.es



OFERTA TECNOLÓGICA

TECHNOLOGY PORTFOLIO



Universidad Pontificia Comillas (UPCO)

UPCO_01 Distribución óptima de objetos 3-D sometida a múltiples restricciones y criterios de optimización | 92 |

UPCO_01 Optimal allocation of 3-D objects under multiple constraints and optimization criteria | 92 |

Distribución óptima de objetos 3-D sometida a múltiples restricciones y criterios de optimización

Optimal allocation of 3-D objects under multiple constraints and optimization criteria

RESEARCHER/S Fernando de Cuadra García
ORGANIZATION School of Engineering ICAI. Universidad Pontificia Comillas (UPCO)
DEPARTMENT Department of Computer Systems

92

RESUMEN

La ETSI ICAI (UPCO) ofrece una técnica general para resolver la distribución óptima de objetos 3-D sometida a múltiples restricciones y criterios de optimización (aplicable también a 2-D o 4-D, con factor tiempo). Ya ha sido aplicada a dos problemas reales de empaquetado y diseño, para la Agencia Espacial Europea, y su principal ventaja es la eficacia en problemas de gran dimensión y complejidad (más competitiva cuanto más complejo y “especial” sea el problema). Se busca una aplicación comercial concreta que permita continuar la línea de investigación.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

La técnica empleada resuelve un problema de optimización combinatorial que se plantea en forma de juego. Se puede considerar también como una aplicación de la técnica de propagación de restricciones y de búsqueda heurística. Las distintas jugadas posibles consisten en seleccionar un objeto, una orientación y una posición factible. La explosión combinatorial se controla mediante heurísticos de prioridad y corte de opciones, basados en evaluación multiatributo. También se emplean técnicas de reparto proporcional de tiempo de búsqueda por cada rama del árbol de opciones, y la descomposición del problema tanto en secuencias (fases) como en problemas anidados. El modelo geométrico empleado, basado en la distribución de huecos en 3D, permite simplificar la evaluación de soluciones incompletas y la definición de jugadas factibles. Los objetos se modelan como combinaciones de formas geométricas sencillas, lo que permite acelerar al máximo los algoritmos de detección de huecos y de detección de interferencias geométricas. Se pueden modelar muchos tipos de restricciones, incluyendo relaciones entre varios objetos, o relaciones entre los objetos y el entorno físico. Al contrario que en otras

ABSTRACT

The school of engineering ICAI (UPCO) offers a general technique to solve the optimal allocation of 3-D objects under multiple constraints and optimisation criteria, also applicable to 2-D and 4-D (time factor) problems. It has been already applied to two real problems for the European Space Agency (packing and design). Its main feature is the efficiency, especially when solving very complex and atypical problems. A commercial application is needed in order to continue the current line of research.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

This technique solves a combinatorial search problem, being the search conceived as a game. It may be described also a constraint-propagation process, combined with heuristic-guided search. The moves of the game consist of selecting a particular object, with a particular orientation and a particular location. Combinatorial explosion is controlled by means of priority heuristics and pruning strategies, based on multiattribute evaluation and selection. Another interesting feature is the controlled (and recursive) allocation of time resources among different branches of the search tree. The geometric model relies on 3-D “holes” and 3-D simple bodies, so that it is easy to select feasible moves and evaluate incomplete solutions. The objects are modelled as combinations of simple geometric elements, allowing fast algorithms for hole definitions and physical interference detection. Many different types of constraints may be defined and applied, including inter-object and object-environment relations. Unlike other techniques, constraints are welcome, since they reduce the search space. Being a direct-search strategy (systematic trial and error) it is possible to



Figura 1. Vista general de un problema resuelto de carga o empaquetado óptimos: cajón-armario-nave espacial.

Figure 1. General view of a solved problem on optimal packing/allocation: drawer-rack-spacecraft.

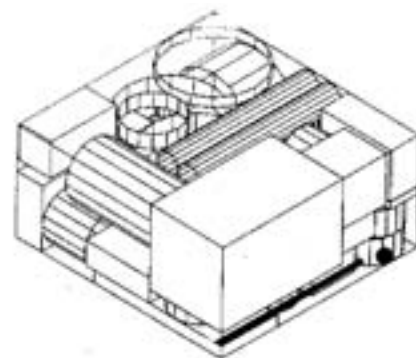


Figura 2. Una solución de empaquetado óptimo para un cajón de la nave espacial.

Figure 2. An optimal packing solution for a drawer of the spacecraft.

93

técnicas, las restricciones complejas son bienvenidas, pues reducen el espacio de búsqueda. Al tratarse de búsqueda directa (prueba y error sistemáticas) se pueden emplear funciones no reversibles de evaluación, búsqueda y corte. La aplicación de la técnica requiere un modelado específico, a medida de cada aplicación, en el que pueden adaptarse los heurísticos, los criterios de corte y selección, las prioridades de búsqueda, etc. Por otro lado, esto permite una aplicación muy natural del conocimiento y habilidades de los expertos, lo cual facilita que las soluciones obtenidas sean realistas, sin limitar la “creatividad” de la herramienta. Otra gran ventaja es que el tiempo de búsqueda se puede limitar a priori, garantizando una solución razonable desde los primeros momentos (búsquedas en profundidad acotadas por tiempo).

| ASPECTOS INNOVADORES |

La principal novedad de esta técnica radica en la combinación integral de otras técnicas más o menos conocidas por separado: descomposición estructurada de problemas de optimización, búsqueda y evaluación multiatributo, búsqueda directa, búsqueda heurística, propagación de restricciones. Como novedades particularmente originales se pueden mencionar la búsqueda limitada por tiempo de forma recursiva, y las características del modelado geométrico aplicado.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

Reducción de costes y tiempos, soluciones óptimas automáticas en problemas de empaquetado o diseño (distribución espacial de componentes) sometidos a múltiples restricciones y criterios de optimización.

use non-reversible and non-analytic (algorithmic) functions for search, evaluation and pruning.

This technique requires specific modelling, tailored for each application in terms of heuristics, pruning and selection criteria, search priorities, etc. However, this allows a straightforward implementation of expert knowledge, making it easy to generate consistent and realistic solutions (without limiting the “creativity” of the systematic search). Another interesting feature is provided by the time-oriented search, which guarantees reasonably good solutions from the early stages of the process (deep-first time-limited search).

| INNOVATIVE ASPECTS |

The main new feature of this technique is the combination of several other techniques that have been already applied in isolation (or at least, partially combined): structured decomposition of optimisation problems, multiattribute search and evaluation, direct search, heuristic search, constraint propagation. Particularly original are the recursive time-limited deep-first search policy, and the geometric modelling here used and defined.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

Cost and time reduction, optimal solutions for packing or design (spatial allocation of components) subject to multiple constraints and optimisation criteria.

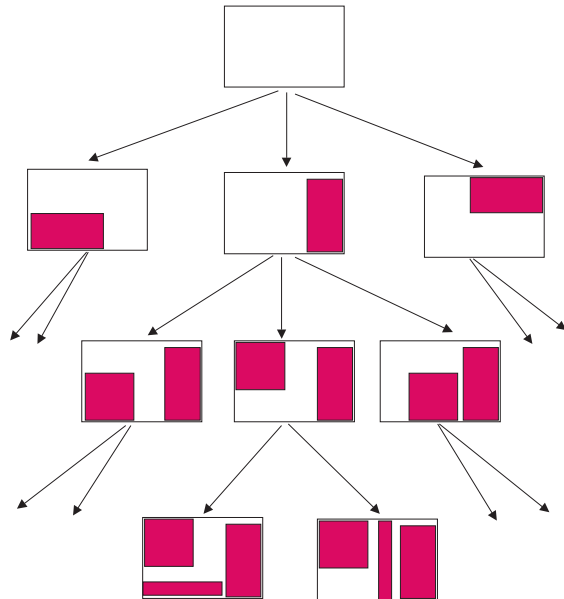


Figura 3. Representación simplificada del árbol de búsqueda heurística: colocación alternativa de objetos en huecos.

Figure 3. Simplified representation of the heuristic tree-search technique: alternative options for the allocation of objects in holes.

94

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo comercial con asistencia técnica.

Comentarios

Aplicable a casi cualquier empresa del sector industrial o de transportes (logística). También podría aplicarse la técnica en empresas de diseño/montaje de dispositivos, pues permite distribuir componentes de forma óptima dentro de unas dimensiones externas limitadas.

El papel de la empresa sería proporcionar una aplicación comercial de utilidad, y financiar la adaptación específica de la técnica propuesta para resolver su problema concreto e integrar la herramienta en su cadena de diseño/empaquetado/transporte.

El coste de desarrollo externo se estima en 60.000 €, incluyendo adaptación de algoritmos y programación. El coste de integración en la cadena de diseño/empaquetado/transporte de la empresa es difícil de estimar, pues depende de la configuración actual de dicha cadena.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- En fase de desarrollo.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Commercial agreement with technical assistance.

Comments

Almost any industrial partner would be welcome, because the technique is applicable to design, manufacturing, packing, logistics and transportation. The role of the industrial partner should be to provide a practical application for the technique, to pay for the development phase (adaptation to the particular problem and environment) and to integrate the resulting tool in its design/packing/transportation chain.

The cost of the external development is estimated to be 60.000 €, including the algorithms adaptation and programming. The cost of the integration in the design/packing/transportation chain is difficult to estimate because it depends on the current state of said chain.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Development phase.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |*Comentarios*

No hay patentes ni propiedad industrial sobre la técnica empleada. La propiedad intelectual es la propia de una tesis doctoral.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |*Comments*

There is no patent or industrial property on the technique. The intellectual property belongs to the author of a PhD Thesis.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Financiación privada.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- Private funding.

CONTACT PERSON: Enrique Miguelsanz Lozano

ORGANIZATION: Universidad Pontificia Comillas-OTRI

PHONE: +34 91 540 61 55 **FAX:** +34 91 541 58 12 **E-MAIL:** emiguelsanz@upcomillas.es



OFERTA TECNOLÓGICA

TECHNOLOGY PORTFOLIO



POLITÉCNICA

Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

UPM_01	Proceso de fabricación de piezas estructurales de material compuesto mediante moldeo por transferencia de resina 97	UPM_01	Manufacturing process of structural composite parts for moulding resin transfer 97
UPM_02	Sensor para la medida del índice de refracción y la temperatura de un fluido 100	UPM_02	Miniature optical fibre sensor for the temperature and refractive index in fluid reacting mixtures 100
UPM_03	Motor de combustión interna con rotor oscilante 103	UPM_03	Internal combustion engine with oscillating rotor 103
UPM_04	Dispositivo para protección y mejora de la implantación de sensores y actuadores en piezas de materiales compuestos 106	UPM_04	Device for protection and embedding improvement of sensors and actuators in composite material parts 106
UPM_05	Giróscopo electromagnético sin partes móviles 109	UPM_05	Electromagnetic gyroscope without moving parts 109
UPM_06	Sistema de embarque y desembarque de pasajeros para aviones de gran capacidad con dos cabinas de pasaje 112	UPM_06	Boarding and disembarking system for twin deck, high capacity aircraft 112
UPM_07	Método de optimización de sistemas destinados a la caracterización de flujos 115	UPM_07	Optimizing method of systems for flows characterization 115

Proceso de fabricación de piezas estructurales de material compuesto mediante moldeo por transferencia de resina

Manufacturing process of structural composite parts for moulding resin transfer

RESEARCHER/S Pablo Rodríguez de Francisco
ORGANIZATION Higher Technical Engineering School of Aeronautics. Universidad Politécnica de Madrid (UPM)
DEPARTMENT Materials and Aerospace Production

97

RESUMEN

Un grupo de investigación de la UPM ha desarrollado un sistema que permite obtener piezas estructurales de material compuesto mediante moldeo por transferencia de resina, mejorando la productividad de los sistemas tradicionales.

La mejora de la productividad se consigue mediante un Dispositivo Acondicionador de Resina Integrado en el Molde (DARIM) y la separación de las funciones de identificación y verificación del molde, transferencia y curado en equipos diferenciados.

El grupo de investigación desea alcanzar acuerdos comerciales con asistencia técnica.

ABSTRACT

A research group from UPM has developed a system that allows to make structural composite parts using resin transfer moulding, improving the productivity of traditional systems. This improving productivity is achieved through an Integrated Device Conditioner Resin in Mould (DARIM) and the separation of the functions of identification and verification of the mould, transfer and cured step in different equipments.

The research group would like to sign commercial agreements with technical assistance.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

Para la separación de funciones del proceso se dividen los equipos del sistema de producción en tres partes. La primera es el Dispositivo Acondicionador de Resina Integrado en el Molde (DARIM), la segunda es el subequipo de Gestión de Vacío e Identificación (GVI) para verificación de estanqueidad y asistencia en la transferencia y la tercera es el subequipo de Control Térmico y de Flujos (CTF).

El DARIM es un recipiente, o cuerpo principal, de interior troncocónico cuya superficie se encuentra tratada con un agente desmoldeante. La aportación de resina al DARIM se realiza por la parte superior. La salida del DARIM se conecta al molde a través de una tubería de elastómero sobre la que actúa un dispositivo de pinzado a modo de válvula que permite o imposibilita el paso de resina.

El subequipo de Control Térmico y de Flujos (CTF) regula las temperaturas del DARIM y del molde de forma sincronizada e independiente.

El subequipo de Gestión de Vacío e Identificación (GVI) incorpora sensores de vacío con resolución del orden del milibar o mejor y detecto-

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

In order to separate the processes functions the production system equipment is divided in three parts. The first one, is the Integrated in the Mould Resin Conditioning Device (DARIM), the second one, is the Vacuum Management and Identification (GVI) device for sealing verification and transfer assistance and the third one is Thermal and Flow Control device (CTF).

The DARIM is a container, or main body, cone-shaped inside, whose surface is coated with a release agent. The filling with resin is made by the upper part. The outlet of the DARIM is connected to the mould using elastomeric pipes, and a pressing device acts as a valve on them allowing or obstructing the resin flow.

The Thermal and Flow Control device (CTF) regulates simultaneously and independently both the DARIM and mould temperatures.

The Vacuum Management and Identification device (GVI) includes sensors of vacuum level with resolution of at least a milibar or



Figura 1. Ejemplos de componentes de material compuesto mediante el proceso RTM.

Figure 1. Examples of components of composite material through the process RTM.

98

res que permiten identificar los elementos sobre los que desarrolla la actividad a efectos de registro, trazabilidad y aseguramiento de la calidad.

| ASPECTOS INNOVADORES |

Los aspectos innovadores son básicamente la separación en diferentes partes o subequipos de las funciones necesarias para llevar a cabo el proceso y el curado de cualquier resto de resina sobrante. Esto permite, por un lado, que puedan realizarse simultáneamente funciones distintas sobre varios moldes, y por otro la sustitución de la limpieza de los restos sin curar por un desmoldeo de restos curados en el recipiente empleado.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

El sistema permite aumentar cadencias de producción, asegurar la calidad de los resultados, mejorar el empleo de recursos humanos y los aspectos de salud laboral, así como facilitar la implantación del propio sistema.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo comercial con asistencia técnica.

Comentarios

El sistema está dirigido fundamentalmente a la fabricación de piezas de materiales compuestos de matriz polimérica orgánica de elevadas prestaciones, típicas por ejemplo de la industria aeroespacial. El grupo de investigación desea firmar acuerdos comerciales con asistencia técnica con subcontratistas de conjuntos en el sector del transporte.

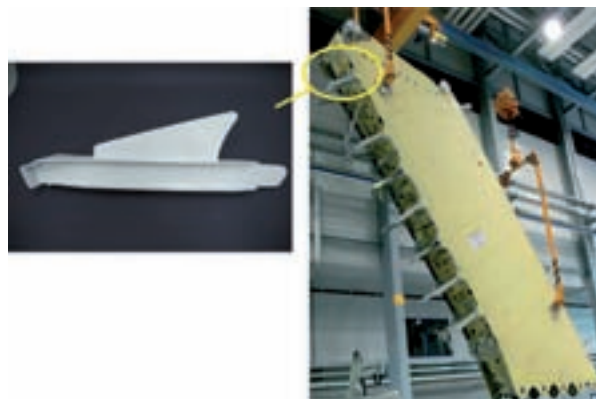


Figura 2. Herrajes del avión A400M.

Figure 2. Component of the plane A400M.

better and detectors that identify the current working elements for record, trazability and product assurance matters.

| INNOVATIVE ASPECTS |

The innovative aspects are basically the separation of the functions in different parts or teams to carry out separately the process and the curing of any remaining surplus resin. This allows, on one hand, to perform simultaneously different functions on several moulds and, on the other hand, to replace uncured resin cleaning with solid remains demoulding from the used container.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

The system allows to increase production rates, ensure quality of results, improve human resources management and some aspects of occupational health and facilitate the implementation of the system itself.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Commercial agreement with technical assistance.

Comments

The system is mainly intended to manufacture high performance composite parts of organic polymer matrix, especially for the aerospace industry. The research group would like to sign commercial agreements with technical assistance with assembly subcontractors for transport sector.



Figura 3. Equipo básico para aplicación de proceso de RTM.

Figure 3. Team basic process for implementation of RTM.

99

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- En el mercado.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

- Patente concedida.

Comentarios

Patente PCT/ES00/00488 extendida internacionalmente.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Proyecto nacional.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Already on the market.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent granted.

Comments

International patent PCT/ES00/00488.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- National project.

CONTACT PERSON: Beatriz Díaz Méndez

ORGANIZATION: OTRI-Universidad Politécnica de Madrid

PHONE: +34 91 336 38 09 **FAX:** +34 91 336 59 74 **E-MAIL:** beatriz.diaz@upm.es

Sensor para la medida del índice de refracción y la temperatura de un fluido

Miniature optical fibre sensor for the temperature and refractive index in fluid reacting mixtures

RESEARCHER/S Jesús Alfredo Güemes Gordo
ORGANIZATION Higher Technical Engineering School of Aeronautics. Universidad Politécnica de Madrid (UPM)
DEPARTMENT Materials and Aerospace Production

100

RESUMEN

Un grupo de investigación de la UPM ha desarrollado un microsensar en fibra óptica para la medida del índice de refracción y la temperatura de un fluido, permitiendo el análisis de su composición. Este sensor está indicado para la monitorización de mezclas reactantes, y en particular para la medida *in situ* del grado de reacción en el curado de los materiales compuestos.

El grupo de investigación busca el licenciamiento de la patente.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

La determinación del índice de refracción es una técnica habitual para el análisis de la composición de un fluido o mezcla reactante, o del estado del proceso a que éste se encuentra sometido.

Aunque existen diversos procedimientos experimentales para la obtención del índice de refracción de un fluido, en ciertos procesos que implican transformaciones químicas es de gran utilidad la determinación de dicho parámetro en el instante en el que dicho proceso está teniendo lugar, a fin de disponer de un registro de la evolución del mismo en condiciones reales. Con este objeto han sido desarrollados algunos procedimientos que permiten esta monitorización *in situ*, pero los sistemas empleados habitualmente son muy sensibles a las condiciones a las que puede verse sometido tanto el medio, cuyo índice de refracción se quiere medir, como el resto del entorno del proceso, pudiendo provocarse perturbaciones que dan como resultado un error en la medida del índice de refracción.

Es necesario, por tanto, contar con una configuración de medida dotada de uno o varios elementos de referencia que permitan discriminar y compensar el efecto de dichas perturbaciones, de manera que el sistema sea capaz de discriminar las variaciones de la señal provo-

ABSTRACT

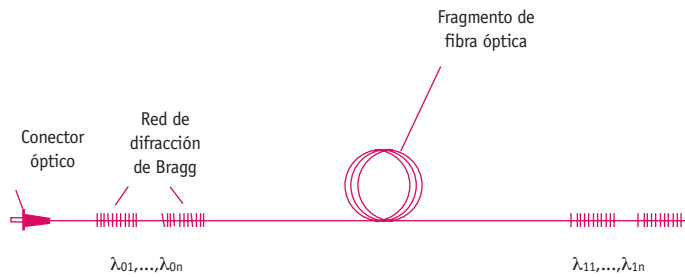
A research group from UPM has developed an optical fiber microsensar for the measurement of temperature and refractive index of fluid reacting mixtures, affording an analysis of their composition. This sensor is particularly suited for the monitoring of reacting mixtures, and particularly, for *in situ* measurement of the degree of cure in composite materials.

The research group is looking for the licensing of the patent.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The determination of the refractive index is a usual technique for the analysis of both, the composition of fluid reacting mixtures and the state of the process to which this fluid is subjected. Although there are several experimental procedures to obtain the refractive index of fluids, for certain processes that include chemical changes, it is very useful the determination of this parameter while the process is taking place, in order to register its evolution under real conditions. For this objective, some procedures that allow *in situ* monitoring have been developed; but these systems are very sensitive to the environmental conditions, causing disturbances that induce errors in the refractive index measurement.

It was therefore necessary a measurement system with one or several reference elements that allow the discrimination and compensation of these disturbances, so the system is able to discriminate the variations of the signal caused by the changes in the environment refractive index, and those caused by disturbances. This is obtained with one or several Bragg diffraction gratings included in the optical fiber. Besides providing the system with an internal element of reference, these gratings will provide the temperature of the liquid



Esquema básico del sensor.

Basic sensor scheme.

101

causas por los cambios en el índice de refracción del medio, y las debidas a dichas perturbaciones. Esto se consigue con una o varias redes de difracción de Bragg inscritas en la fibra óptica. Además de dotar al sistema de un elemento interno de referencia, dichas redes permitirán determinar la temperatura del medio en que se encuentra inmerso el sensor, cuando se sitúa una de ellas en las proximidades del extremo efat de la fibra, en contacto con el medio a analizar. Asimismo, pueden ser empleadas una o varias redes de difracción como referencia para discriminar y compensar las variaciones de la señal provocadas por fluctuaciones de potencia de la fuente de luz en caso de que ésta no contara con un sistema de estabilización interno.

El funcionamiento del sistema es como sigue. La luz emitida por la fuente de luz blanca incide en la fibra que contiene las redes o conjuntos de redes de difracción, y tras atravesar estas últimas incide en el extremo efat inmerso en el medio a analizar. Una gran parte de la luz se pierde a través de esta superficie, pero parte de ella se refleja de nuevo hacia la fibra. La cantidad de luz reflejada es función de la relación entre los índices de refracción del núcleo de la fibra óptica y del medio, a través de la ley de Fresnel, que relaciona la reflectividad de la superficie entre los dos medios con el cociente entre sus respectivos índices de refracción. Conocida la reflectividad de dicha superficie y el índice de refracción del núcleo de la fibra óptica, es posible calcular el índice de refracción del medio a analizar.

En resumen, el sensor mide el índice de refracción o el índice de refracción y la temperatura de un fluido o mezcla reactante, mediante una cabeza sensora de fibra óptica dotada de referencias internas que permiten discriminar y compensar los errores de medida provocado por perturbaciones en el camino óptico y fluctuaciones de la fuente de luz, y que permite el acceso al medio a analizar en procesos que requieren una monitorización *in situ*, minimizando tanto las perturbaciones provocadas en el medio durante la medida como las provocadas por la presencia de la cabeza sensora en el material resultado del proceso, pudiendo además incluir sensores adicionales basados en redes de difracción que permitirían obtener otros parámetros característicos del proceso.

El sensor tiene su campo de aplicación en cualquier sector industrial, tecnológico o científico relacionado con procesos que requieran de la determinación del índice de refracción, o del índice de refracción y la temperatura de un fluido o mezcla fluida. Tiene interés particular para la monitorización *in situ* del curado de materiales compuestos.

in which the sensor is submerged, when it is located near the flat end of the fibre, in contact with the environment. Also, one or several gratings of diffraction can be used as reference to discriminate and compensate the signal variations caused by power supply fluctuations.

The operation of the system is as follows: Light emitted by a white light supply travel through the fibre that contains the gratings, and arrives to the flat end immersed in the environment. A great part of the light is lost through this surface, but a part of it is reflected back towards the fibre. The amount of reflected light is function of the relation between the refractive indexes of the optical fibre nucleus and the environment, by the law of Fresnel, that relates the surface reflectivity between both environments to the quotient between their respective refractive indexes. Once known the reflectivity of this surface and the refractive index of the optical fibre nucleus, it is possible to calculate the refractive index of environment to be analysed.

In summary, the sensor measures the refractive index or the temperature and refractive index in fluid reacting mixtures, by means of a sensorial optical fibre head equipped with internal references that allow to discriminate and compensate the errors of measurement caused by disturbances in the optical way and fluctuations of the light supply, and that allows the access to the environment to be analysed in processes that require a monitoring *in situ*, diminishing both the disturbances caused in the environment during the measurement and those caused by the presence of the sensorial head in the material resulted in the process, being able in addition to include additional sensors based on diffraction gratings that would allow to obtain other parameters characteristic of the process.

The sensor has its field of application in any industrial, technological or scientific sector related to processes that require of the determination of the refractive index, or the temperature and refractive index in fluid reacting mixtures. It has a particular interest for *in situ* monitoring of the curing process of composite materials.

| ASPECTOS INNOVADORES |

La reflectividad no es un parámetro de obtención directa, pero el dispositivo sensor permite determinar la reflectividad del extremo sin el empleo de medios patrón, conocida la reflectividad de una de las redes de la cabeza sensora.

El sistema resulta fácilmente multiplexable. La incorporación de un conmutador óptico permite interrogar varias cabezas de forma secuencial, permitiendo disponer de puntos de monitorización múltiples.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

El sensor permite el acceso al medio a analizar en procesos que requieran una monitorización *in situ*.

Adicionalmente, el dispositivo descrito puede operar como sensor de temperatura, midiendo el desplazamiento de la longitud de onda de Bragg de la red o redes más cercanas al espejo tallado.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo de licencia.

Comentarios

El grupo de investigación estaría interesado en colaborar con empresas de la industria química y centros interesados en adquirir y utilizar esta tecnología.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

- Patente concedida.

Comentarios

Patente concedida en España en 2001 con referencia P9802520.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Financiación privada.

| INNOVATIVE ASPECTS |

Reflectivity cannot be obtained directly, but our sensorial device allows determining the reflectivity of the flat end without the use of calibrated environments, once known the reflectivity of one of the gratings of the sensorial head.

The system is easily multiplexable. The incorporation of an optical switch allows interrogating several heads in a sequential way, allowing having multiple monitoring points.

The system has the ability to incorporate additional sensors based on diffraction gratings in the environment of the sensorial head without disturbing the measurement of refractive index and temperature, which would allow to measure other different parameters from the environment in which they are immersed: strain, resin flow, etc.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

The sensor allows for *in situ* monitoring.

Additionally, the device operates as a temperature sensor, by measuring the displacement of the wavelength of the grating close to the mirror.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- License agreement.

Comments

The research group would be interested in collaborating with chemical industry companies and R&D centers interested for acquiring and using this technology.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent granted.

Comments

Patent granted in Spain in 2001 with number P9802520.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- Private funding.

CONTACT PERSON: Beatriz Díaz Méndez

ORGANIZATION: OTRI-Universidad Politécnica de Madrid

PHONE: +34 91 336 38 09 **FAX:** +34 91 336 59 74 **E-MAIL:** beatriz.diaz@upm.es



Motor de combustión interna con rotor oscilante

Internal combustion engine with oscillating rotor

RESEARCHER/S Félix José Álvaro Fernández
ORGANIZATION Aeronautic Higher Technical Engineering School. Universidad Politécnica de Madrid (UPM)
DEPARTMENT Motor-propulsion and thermo-fluid-dynamics

RESUMEN

Un grupo de investigación de la UPM ha desarrollado un motor constituido por una carcasa resistente en cuyo interior hay un rotor unido al eje de potencia y provisto de aletas y de un mecanismo brazo-biela-manivela, que produce un movimiento angular oscilatorio.

El grupo de investigación busca el licenciamiento de la patente.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

En este motor, la presencia del rotor con sus aletas divide el hueco cilíndrico en cuatro recintos, que serán ocupados por el fluido activo del motor evolucionando térmicamente, de forma equivalente a los cilindros de un motor alternativo clásico. Los volúmenes de dichos recintos variarán con la posición angular del rotor en cada momento. Las caras laterales de las aletas son las únicas superficies susceptibles de desplazarse. El eje del rotor lleva solidario en su extremo trasero un brazo, a final del cual se articula una biela y una manivela.

Las aletas del rotor dividen el hueco que forma la carcasa en recintos cerrados deformables, que se comportan como los cilindros de un motor alternativo convencional, actuando las caras de las aletas igual que las superficies de los émbolos en el motor alternativo.

El trabajo del motor se obtiene por desplazamiento de la fuerza que actúa sobre la cara activa de la aleta del rotor, como resultado de la presión del fluido en cada instante.

| ASPECTOS INNOVADORES |

Se trata de una solución híbrida entre el motor alternativo de cuatro tiempos y el motor tipo Wankel. Presenta menos componentes que el primero y no necesita la corona dentada y el piñón característicos del motor Wankel, ni presenta distorsión térmica en el cárter.

ABSTRACT

A research group from UPM has developed an engine that consists of a hard shell within which there are attached to a rotor shaft power and fitted with fins and a mechanism arm-crank-handle, which produces an oscillating movement angle.

The research group is looking for the licensing of the patent.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

In this engine, the presence of the rotor with their fins divided into four hollow cylindrical enclosures, which will be occupied by the fluid evolving heat engine, so equivalent to the cylinders of an engine alternative classic. The volumes of these sites vary with the position angle of the rotor at any given moment. The lateral sides of the fins are the only areas likely to move. The axis of the rotor leads solidarity at its rear end an arm at the end of which it is articulated a crank and a handle.

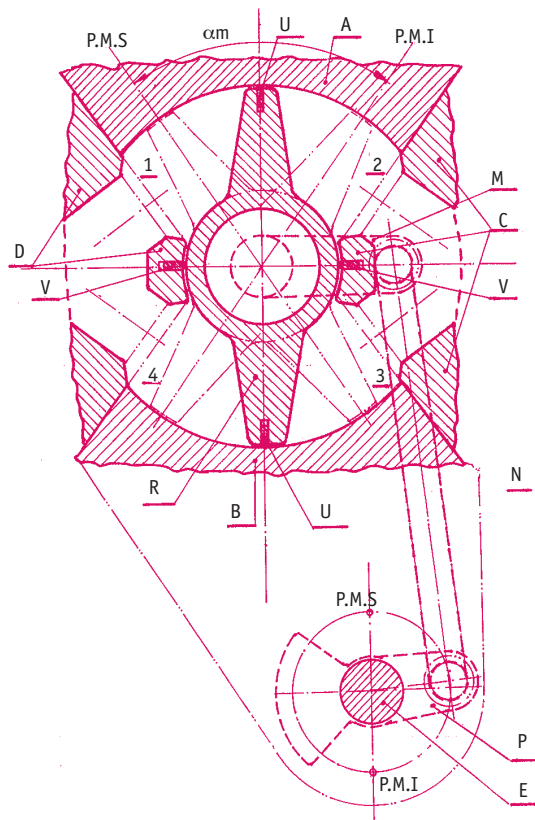
The rotor fins divide the hollow shell that forms the indoors deformable, which behave like the cylinders of an engine alternative conventional, acting the side of fins like the surfaces of the pistons in the engine alternative.

The work is produced by engine displacement of force acting on the active side of the flap rotor, as a result of fluid pressure in every moment.

| INNOVATIVE ASPECTS |

This is a hybrid solution between the alternative four-times engine and the Wankel engine type. It has fewer components than the former and does not need neither the jagged crown nor pinion, characteristics of the Wankel engine, nor the heat distortion of the crankcase.





Esquema general del motor
General outline of the engine.

104



| VENTAJAS COMPETITIVAS |

Sustituye a los motores convencionales de émbolo, ya que a igualdad de prestaciones supone una reducción en peso y en coste. Es aplicable a cualquier motor de número par de cilindros.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo de licencia.

Comentarios

El grupo de investigación busca el licenciamiento de la patente a empresas relacionadas con la producción y desarrollo de motores alternativos o de émbolo.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

It replaces the conventional piston engines, and that equal benefits presupposes a reduction in weight and cost. It applies any engine with any pair number of cylinders.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- License agreement.

Comments

The research group is looking for the licensing of the patent to companies linked to production and development of piston engines.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

- Patente concedida.

Comentarios

Patente española concedida en 2000 con número P9702023.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent granted.

Comments

Spanish patent granted in 2000 with referente P9702023.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Financiación privada.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- Private funding.

CONTACT PERSON: Beatriz Díaz Méndez

ORGANIZATION: OTRI-Universidad Politécnica de Madrid

PHONE: +34 91 336 38 09 **FAX:** +34 91 336 59 74 **E-MAIL:** beatriz.diaz@upm.es



Dispositivo para protección y mejora de la implantación de sensores y actuadores en piezas de materiales compuestos

Device for protection and embedding improvement of sensors and actuators in composite material parts

RESEARCHER/S Pablo Rodríguez de Francisco
ORGANIZATION Higher Technical Engineering School of Aeronautics. Universidad Politécnica de Madrid (UPM)
DEPARTMENT Materials and Aerospace Production

106

RESUMEN

Un grupo de investigación de la UPM ha desarrollado un dispositivo que permite la protección de elementos sensores y actuadores implantados en piezas fabricadas en material compuesto de tipo fibra de refuerzo con matriz polimérica orgánica.

El grupo de investigación busca el licenciamiento de la patente.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

La tecnología es un dispositivo que permite la protección de elementos sensores y actuadores, tales como fibras ópticas o piezoeléctricos, implantados en piezas fabricadas en material compuesto de tipo fibra de refuerzo con matriz polimérica orgánica. Asimismo facilita el proceso de fabricación de este tipo de piezas.

Este dispositivo está dirigido a conseguir tres objetivos fundamentales:

- Asegurar la supervivencia de los elementos sensores/actuadores durante el proceso de fabricación de las piezas de material compuesto.
- Simplificar el propio proceso de fabricación adaptándolo a la implantación de los mencionados sensores/actuadores.
- Proteger a estos elementos sensores/actuadores en su salida de pieza.

Fundamentalmente el elemento básico del dispositivo se compone de dos partes. Una de ellas puede asimilarse a un tubo, en principio metálico, de pequeño diámetro por el que se introduce el elemento sensor/actuador. Este tubo está dotado de un orificio que permite la aplicación de un material sellante, normalmente siliconas, que evita el flujo hacia el exterior del material de la matriz durante las operaciones en las que ésta se encuentra en fase líquida.

ABSTRACT

A research group from UPM has developed a device that allows to protect elements of sensors and actuators implanted into composite parts manufactured with reinforcement fibre and organic polymer matrix type. The research group is looking for the licensing of the patent.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The technology is a device that allows the protection elements of sensors and actuators, such as optical fibres or piezoelectric goods, embedded in composite parts manufactured with reinforcement-fibre into organic polymer matrix. It also facilitates the manufacturing of such parts.

This device is designed to achieve three fundamental objectives:

- Ensuring the survival of the elements sensors / actuators during the manufacturing process of composite material parts.
- Simplify the manufacturing process itself adapting to the implementation of those sensors / actuators.
- Protecting these elements sensors / actuators in its output cut.

Fundamentally, the basic element of the device consists of two parts. One can be likened to a small-diameter tube, metallic in principle, through which the element sensor / actuator is inserted. This tube has a hole that allows applying a sealant, usually silicone, preventing the outward flow of matrix material from the part during operations in which it is in liquid phase.

The other part or terminal body, with parallelepiped geometry, wrapping partially to the previous one, is responsible for facilitating the implementation of proper sealant and allow the anchoring of

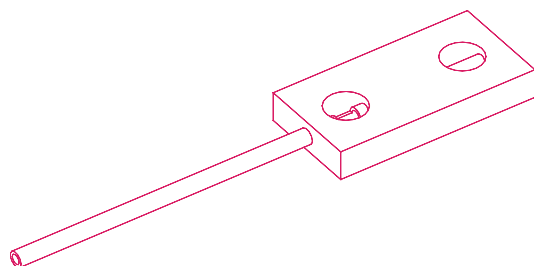


Figura 1. Elemento terminal para cuatro protecciones.

Figure 1. Terminal element for four protections.

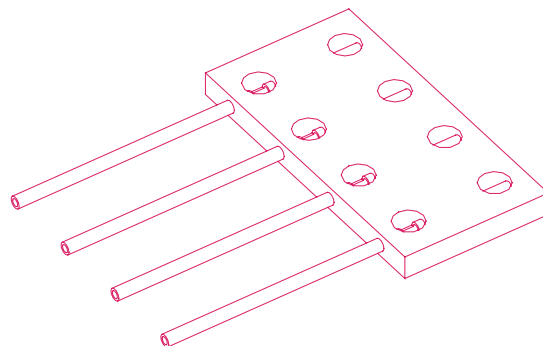


Figura 2. El elemento más simple posible, con una sola protección, seccionado para poder apreciar la configuración interior.

Figure 2. The simplest element possible, with one protection in section to appreciate the inside.

107



La otra parte o cuerpo del terminal, con geometría paralelepípedica, envuelve en parte a la anterior, siendo responsable de facilitar la aplicación adecuada del sellante y de permitir el anclaje tanto de sí misma como del tubo en la pieza o componente final. En el primer cometido actúa recogiendo, dirigiendo y posibilitando la aplicación del sellante mediante orificios ciegos. En el segundo permite la fijación tanto del tubo anterior como de sí misma a la pieza de material compuesto mediante el empleo de orificios pasantes. Esto se produce gracias al flujo de resina a través de dichos orificios durante el proceso de fabricación del componente.

Terminado el proceso de producción del componente de material compuesto, el dispositivo queda embebido en la dimensión de la pieza paralelepípedica envolvente, mientras que los tubos, de mayor longitud que la anterior, sobresalen de la pieza y protegen las conexiones de los sensores/actuadores en el empotramiento con la pieza.

| ASPECTOS INNOVADORES |

La configuración básica descrita puede agruparse en paralelo para la incorporación de varias líneas de sensores simultáneamente. Dicho agrupamiento permite a su vez asegurar la distancia entre las salidas de sensores y actuadores mediante la separación establecida para las zonas de protección en el dispositivo.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

El dispositivo propuesto permite que el porcentaje de piezas defectuosas debido a roturas de los elementos sensores/actuadores en su interfase de conexión fuera de pieza se vean reducidas de forma notable, que los procesos de fabricación no requieran grandes modificaciones y que el diseño de las piezas se vea alterado de forma mínima.

both itself and the tube in the final part or component. The first aim is committed by collecting, directing and enabling the implementation of sealant through blind holes. The second aim is got through the setting of both, the body and tube to the piece of composite material by means of blind holes. This occurs because resin flows through these holes during the component manufacturing process.

After the production process of composite material component, the device is embedded in the size of the piece parallelepiped envelope, while the tubes, longer than the previous one, protrudes from the piece and protect the connections of the sensors / actuators in the part fitting edge.

| INNOVATIVE ASPECTS |

The basic set can be grouped in parallel to incorporate several sensors lines simultaneously. Such grouping allows turn ensure the distance between the exits of sensors and actuators through the separation established for the protection zones on the device.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

The proposed device allows to greatly reduce the percentage of defective parts due to breakage of the elements sensors / actuators in its interface connection outside piece, to use manufacturing processes without major changes and to minimally affect the part design.

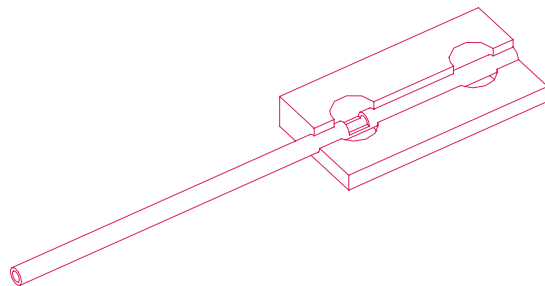


Figura 3. Una sección del dispositivo, para resaltar cada uno de los orificios.
Figure 3. A section of the device, to highlight each of the holes.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo comercial con asistencia técnica.

Comentarios

La aplicación prioritaria de la tecnología puede asociarse a la fabricación de materiales compuestos con sensores embebidos en el sector aeroespacial, en el del transporte y sectores afines.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

- Patente concedida.

Comentarios

Patente española concedida en 2000 con referencia P9701591.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Financiación privada.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Commercial agreement with technical assistance.

Comments

The main application of technology can be associated with the manufacture of composite materials with sensors embedded in the aerospace sector, in transport and related sectors.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent granted.

Comments

Spanish patent granted in 2000 with number P9701591.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- Private funding.

CONTACT PERSON: Beatriz Díaz Méndez

ORGANIZATION: OTRI-Universidad Politécnica de Madrid

PHONE: +34 91 336 38 09 **FAX:** +34 91 336 59 74 **E-MAIL:** beatriz.diaz@upm.es



Giróscopo electromagnético sin partes móviles

Electromagnetic gyroscope without moving parts

RESEARCHER/S Julio González Bernaldo de Quirós
ORGANIZATION Higher Technical Engineering School of Aeronautics. Universidad Politécnica de Madrid (UPM)
DEPARTMENT Infrastructures, aerospace systems and airports

RESUMEN

Un grupo de investigación de la UPM ha desarrollado un giróscopo basado en la medida de un campo magnético generado en su eje por un conjunto de barras conductoras, dispuestas como generatrices de un cilindro y cargadas a un potencial eléctrico respecto del conductor colocado en el eje. Se puede emplear en sistemas de navegación marítima y aérea para estabilización de cualquier dispositivo de ejes de referencia.

El grupo de investigación busca el licenciamiento de la patente.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

Este giróscopo electromagnético es un instrumento para medir velocidades angulares. La medida de la velocidad angular es necesaria para la estabilización de cualquier clase de dispositivo de ejes de referencia, en particular para estabilizar las plataformas inerciales y también en el control automático de actitud de barcos, aviones y misiles. El giróscopo consiste en un conjunto de conductores o semiconductores aislados entre sí, como las generatrices de un cilindro, paralelos y a distancia constante del eje central alrededor del cual va a medirse una componente de la velocidad angular.

El campo magnético, proporcional a la velocidad angular, puede medirse con un elemento Hall o, si el potencial eléctrico aplicado es alterno, por una bobina dispuesta alrededor del eje y perpendicular a él.

La utilización industrial se hará normalmente usando tres giróscopos que miden las tres componentes de la velocidad angular en ejes ligados al vehículo. También pueden integrarse los valores de la velocidad angular para obtener los ángulos girados respecto a una posición inicial.

ABSTRACT

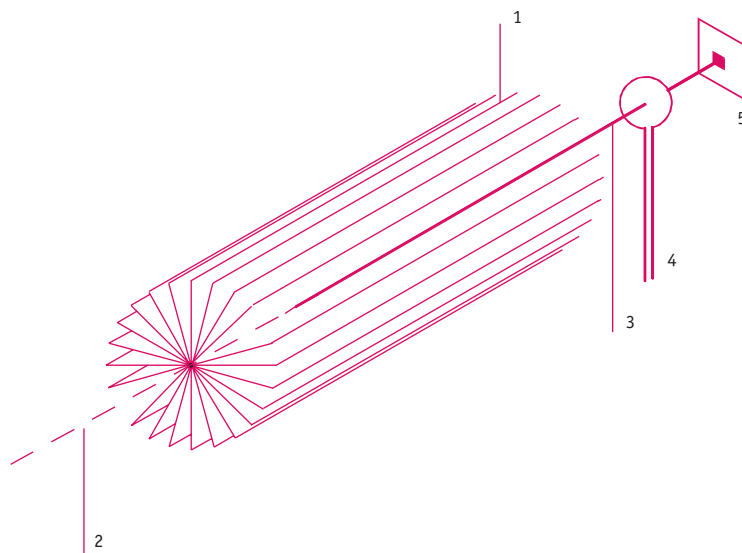
A research group from UPM has developed a gyroscope based on the extent of a magnetic field generated in its axis by a set of conductive rods, arranged as generating a cylinder and loaded on a potential electrical connection placed on the driver axis. It can be used in navigation systems for maritime and air stabilizing device of any reference axe. The research group is looking for the licensing of the patent.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

This electromagnetic gyroscope is a tool to measure angular velocities. The extent of the angular velocity is necessary to stabilize any kind of device reference axes, in particular to stabilize the inertial platforms and also in the attitude of automatic control of ships, aircraft and missiles. The gyroscope is a set of conductors or semiconductors isolated from each other, such as generating a cylinder, parallel and constant distance from central axis around which will measure a component of the angular velocity. The magnetic field proportional to the angular velocity, can be measured with a Hall element or, if the electrical potential is applied alternate, prepared by a coil around the shaft and perpendicular to it.

Normally it is used three gyroscopic for measuring the three components of the angular velocity of the vehicle. They can also integrate the values of angular velocity to get the angles drawn regarding a starting position.





110

Esquema del giróscopo electromagnético.
Outline of the electromagnetic gyroscope.

| ASPECTOS INNOVADORES |

Este giróscopo emplea una técnica nueva, ya que mide la velocidad angular por el movimiento de los electrones o cargas libres de un conductor o semiconductor cargado, es decir, por la medida de un campo magnético generado en el eje del giróscopo, y no necesita tener partes móviles mecánicamente ni ondas luminosas ni de alta frecuencia.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

Sustituye a los giróscopos mecánicos y láser, dando mejores resultados. Permite medir de forma automática las componentes de la velocidad angular de un vehículo sin uso de altas frecuencias ni partes mecánicas, y tampoco es necesario que haya aceleración angular ni generar un campo magnético previo.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo de licencia.

Comentarios

El grupo de investigación desea contactar con fabricantes de los sistemas de navegación marítima y aérea, especialmente en el piloto automático y en el sistema de navegación inercial.

| INNOVATIVE ASPECTS |

This gyroscope uses a new technique, that measures the angular velocity by the movement of electrons or free- charges of a driver or semiconductor loaded, that is to say, by measuring a magnetic field generated in the axis of the gyroscope, and does not need neither mechanically moving parts nor light waves nor high frequency.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

It replaces the mechanical and laser gyroscopes, giving better results. It allows measure automatically the components of the angular velocity of a vehicle without using high frequency or mechanical parts, and it is not necessary to have angular acceleration or to generate a previous magnetic field.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- License agreement.

Comments

The research group wants to get in contact with manufacturers of navigation systems for sea and air, especially in autopilots and inertial navigation systems.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- En fase de desarrollo.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

- Patente concedida.

Comentarios

Patente española P9701591 concedida en 1999.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Financiación privada.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Development phase.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Development phase.

Comments

Spanish patent P9701591 granted in 1999.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- Private funding.

111

CONTACT PERSON: Beatriz Díaz Méndez

ORGANIZATION: OTRI-Universidad Politécnica de Madrid

PHONE: +34 91 336 38 09 **FAX:** +34 91 336 59 74 **E-MAIL:** beatriz.diaz@upm.es

Sistema de embarque y desembarque de pasajeros para aviones de gran capacidad con dos cabinas de pasaje

Boarding and disembarking system for twin deck, high capacity aircraft

RESEARCHER/S	Carmen Vielba Cuerpo / Patricia Fernández Reid
ORGANIZATION	University School of Aeronautics Technical Engineering. Universidad Politécnica de Madrid (UPM)
DEPARTMENT	Infrastructures, aerospace systems and airports

112

RESUMEN

Un grupo de investigación de la UPM ha desarrollado un sistema para el embarque/desembarque de pasajeros de aviones de gran capacidad con dos cabinas de pasaje, como el Airbus A380.

El grupo de investigación desea contactar con los responsables del desarrollo de infraestructuras de aquellos aeropuertos en los que este avión vaya a operar, para el licenciamiento de la patente y, eventualmente, alcanzar un acuerdo de fabricación.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

Los nuevos aviones de gran capacidad como el Airbus A380, constan de dos plantas de pasajeros. La tecnología desarrollada permite el embarque y desembarque de pasajeros, desde la terminal de un aeropuerto, directamente a las dos plantas del avión mediante la construcción, en el exterior de la terminal, de un sistema de puentes y rampas que permiten la conexión con tres pasarelas telescópicas en dos niveles diferentes. El sistema diseñado es eficaz, minimiza el impacto del A380 en las instalaciones del aeropuerto, mejora los rendimientos de los flujos de pasajeros evitando cuellos de botella y aprovecha al máximo la configuración del avión.

El procedimiento de embarque / desembarque es como sigue:

- Salidas: dos rampas conectan dos puertas diferentes del nivel de salidas de la terminal a un puente de dos plantas que conectan a su vez con las pasarelas telescópicas que sirven a los dos niveles del avión.
- Llegadas: a través de las pasarelas telescópicas los pasajeros acceden a los dos niveles del puente que conectan con dos ram-

ABSTRACT

A research group from UPM has developed a system for boarding and disembarking operations of new high capacity, twin deck aircraft. The system optimises time and flow rates during the future turn-round operations of new large aircraft. The research team would be interested in contacting with infrastructure development authorities of airports for the licensing of the patent and, eventually, manufacturing the system.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The new large aircraft, like the Airbus A380, will increase their capacity up to 600 passengers travelling in two different decks. The technology developed facilitates passengers' boarding/disembarking directly from the terminal departure lounge on to both decks of the airplane. The system consists of ramps and fixed bridges, built semidetached to the façade of the terminal building, that communicate boarding gates at the terminal through two boarding bridges with the main deck. Another boarding bridge connects the fixed bridge with to the upper deck. The system designed is space efficient, it minimizes A380 impact in airport existing premises, it improves cabin flow rates avoiding bottlenecks, and it takes advantage of the aircraft geometry using three boarding bridges simultaneously.

The boarding / disembarking procedure is as follows:

- Departures: two ramps connect two different gates in the terminal departure level with two stores of a fixed bridge. From the stores passengers access both decks of the airplane.

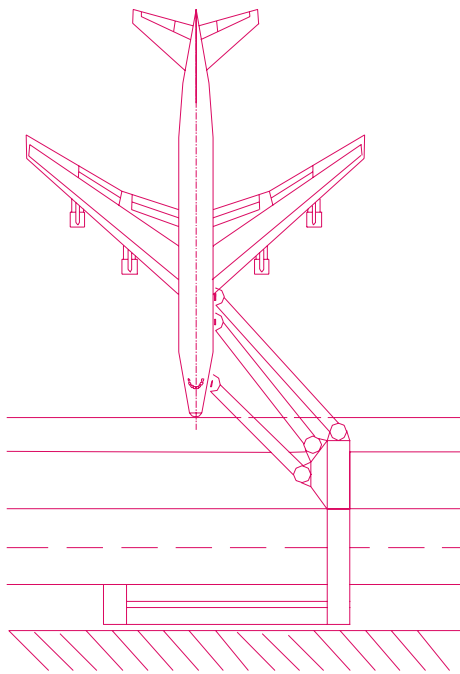


Figura 1. Conexión del avión a la terminal mediante las rampas.

Figure 1. The Aircraft is connected to the terminal by means of the ramps system.

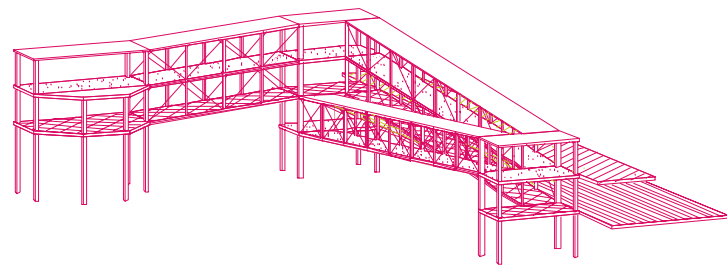


Figura 2. El sistema de rampas.
Figure 2. The ramps system.

pas que terminan en puertas diferentes del nivel de llegadas de la terminal.

Actualmente no existen sistemas de rampas y puentes que puedan resolver el embarque / desembarque de pasajeros de aviones con dos pisos. El sistema propuesto es muy sencillo, pudiendo ser aplicado en cualquier aeropuerto.

- Arrivals: disembarking through the boarding bridges the passengers enter the two levels of the fixed bridge. The bridge connects with two ramps arriving finally in different gates on the terminal arrival lounge.

The optimum flow of passengers represents a reduction in turn-round times, increasing the revenue of airlines and airports with little outlay.

Up to the present moment the problem of boarding / disembarking operations from a twin deck airplane has not been solved. The proposed system is space efficient and very simple, thus it can be easily attached to existing terminal façades as well as new ones, with minimum changes.

| ASPECTOS INNOVADORES |

- Optimiza los tiempos de embarque / desembarque de pasajeros, reduciendo por tanto los tiempos escala del avión.
- Permite separar los flujos de pasajeros de los dos niveles del avión incluso dentro de la terminal, mejorando la organización y la eficiencia del proceso.
- Permite un mayor confort, seguridad y control de las operaciones de embarque y desembarque.
- Aprovecha al máximo la configuración del avión.

| INNOVATIVE ASPECTS |

- Optimum passenger boarding / disembarking times, therefore reduction in turn-round time charts.
- Main and upper deck passenger flows are segregated, even from inside the terminal, thus the passenger circulation is well organised and more efficient.
- Increase of comfort, security and control during the boarding/disembarking process.

- Permite una gran versatilidad en el posicionamiento del avión con respecto a la terminal y el puesto de estacionamiento no es exclusivo de aeronaves de clase F (OACI) sino que puede usarse por otros tipos de aviones (clase E, D, C, OACI).

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

Es un sistema sencillo, que no requiere un gran desembolso económico, fácilmente adaptable a distintos tipos de terminales cuando deban reestructurarse para que puedan operar en ellas los nuevos aviones de gran capacidad.

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Acuerdo de fabricación.
- Acuerdo de licencia.

Comentarios

El grupo de investigación desea contactar con los responsables del desarrollo de infraestructuras de aquellos aeropuertos en los que este avión vaya a operar, para licenciar la patente y, eventualmente, alcanzar un acuerdo de fabricación.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- Desarrollada, lista para demostración.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELLECTUAL |

- Patente concedida.

Comentarios

Patente española P200101422.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Financiación privada.

- The system takes maximum advantage of the airplane configuration, servicing via main and upper deck simultaneously.
- Very versatile, the solution proposed allows different ramp layouts. The stand is not exclusive of large aircraft (ICAO Code F) but of smaller aircraft, ICAO Codes E, D, C.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

A simple system, efficient, not requiring a large investment, easily adapted to terminals preparing their docking facilities for the service entry of high capacity aircraft.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Manufacturing agreement.
- License agreement.

Comments

The research group would be interested in contacting with infrastructure development authorities of airports preparing to adapt their facilities to the operational requirements of new superjumbos, for licensing the patent and, eventually, manufacturing the system.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Developed, available for demonstration.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent granted.

Comments

Spanish patent P200101422.

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- Private funding.

CONTACT PERSON: Norma García Martínez

ORGANIZATION: OTRI-Universidad Politécnica de Madrid

PHONE: +34 91 336 59 71 **FAX:** +34 91 336 59 74 **E-MAIL:** norma.garcia@upm.es



Método de optimización de sistemas destinados a la caracterización de flujos

Optimizing method of systems for flows characterization

RESEARCHER/S	Ángel Sanz Andrés
ORGANIZATION	Aeronautical Higher Technical Engineering School. Universidad Politécnica de Madrid (UPM)
DEPARTMENT	Aerospace Vehicles. "Ignacio da Riva" University Institute

115



RESUMEN

Un grupo de investigación de UPM ha desarrollado un método de diseño, evaluación y optimización de sistemas para la caracterización de flujos mediante señales de ultrasonidos enviadas a través del fluido en movimiento. El método proporciona una función de corrección/caracterización/optimización del comportamiento espectral del sensor que realiza la medida.

El grupo de investigación busca el licenciamiento de la patente.

| DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES |

El método proporciona una función de corrección / caracterización / optimización del comportamiento espectral del sensor que considera los siguientes aspectos: cambio del vector velocidad de viento/flujo durante el tiempo de viaje de los pulsos de ultrasonidos, (se modela la velocidad medida a lo largo de cada senda acústica mediante un promedio no instantáneo, siguiendo el movimiento del pulso) de la proyección del vector velocidad según la senda, cambio del vector velocidad durante el tiempo entre el disparo de dos pulsos consecutivos, orden de envío de los pulsos en la secuencia de medida, geometría del sensor, valores medios estimados, del vector velocidad durante el proceso de medida, temperatura (densidad), composición del fluido y proceso discreto de los datos de velocidad.

El método propuesto comprende, al menos, las siguientes etapas:

- Cálculo de la proyección del vector velocidad. Se parte de las características geométricas del sensor, a saber: ángulos de orientación de las sendas, posición geométrica de los centros de estas sendas y longitud de las mismas. A partir de estos datos, y teniendo en cuenta el ángulo de dirección media del viento, su ángulo de inclinación vertical y su módulo durante el periodo de medida, se calcula la proyección del vector velocidad a lo largo de cada una de las sendas acústicas de medida. A partir de estos valores de velocidad, los elementos geométricos citados y la velocidad del sonido

ABSTRACT

A research group from UPM has developed a method of design, evaluation and optimization of systems for the characterization of flow through ultrasonic signals sent through the fluid in motion. The method provides a correction / characterization / optimization function of the spectral behaviour of the measure sensor.

The research group is looking for the licensing of the patent.

| DESCRIPTION AND SPECIAL FEATURES |

The method provides a correction / characterization / optimization function of the spectral behaviour of the sensor that consider the following issues: change of the velocity vector wind/ flow during the travel time of the ultrasonic pulses (speed measure is modelled along each acoustic way by means of a no-instantaneous average, following the motion pulse) of the projection of the velocity vector as the way, change of the velocity vector during the time between the firing of two consecutive pulses, sending order of the pulse of the measure sequence, sensor geometry, estimated average values, of the velocity vector in the process of measurement, temperature (density), fluid composition and the discrete process of speed data.

The proposed method includes at least the following steps:

- Calculation of the velocity vector projection. It is based on the geometric characteristics of the sensor: ways orientation angles, geometrical position of the centres of these ways and length of the same. From these data, and taking into account the angle of wind average direction, its angle of vertical inclination and its module during the measurement period, it is calculated the projection of the vector speed along each of the acoustic measure ways. From these values of velocity, geometric elements and the speed of sound in the environment, obtained from the temperature and thermodynamic properties of the fluid, as well

en el medio, obtenida a partir de la temperatura y las propiedades termodinámicas del fluido, así como del tiempo de retardo entre pulsos, se obtienen los tiempos de viaje en ambos sentidos de las sendas acústicas que componen el anemómetro sónico mediante la resolución de la ecuación diferencial que describe la cinemática de transmisión del pulso a lo largo de la senda acústica.

- b) Estimación de la velocidad medida. A partir de estos tiempos de viaje de los pulsos se obtiene un modelo o estimación de la velocidad medida a lo largo de cada una de las sendas mediante la aplicación del algoritmo conocido como algoritmo de la inversa de pulsos:

$$u_{ps}^M = \frac{1}{2|u_\infty|} \Delta \left[\frac{1}{t_s^-} - \frac{1}{t_s^+} \right]$$

donde la velocidad medida a lo largo de la senda genérica s , se obtiene como la mitad de la diferencia de las inversas de tiempos que el pulso tarda en recorrer la senda en ambos sentidos, dividida por la velocidad media del flujo.

- c) Determinación de la velocidad final del flujo. Con cada una de estas estimaciones de la velocidad medida a lo largo de cada una de las sendas se calcula la velocidad final del flujo deshaciendo la proyección ya comentada que permitía obtener los componentes de velocidad real a lo largo de la senda a partir del vector velocidad de flujo.
- d) Determinación del espectro de velocidad medido. Una vez conocido el modelo de la velocidad medida se obtiene su espectro. A partir de los valores de la velocidad final de entrega de datos se obtiene la modificación del espectro asociada al proceso discreto, obteniéndose el modelo final del espectro de velocidad medido.
- e) Determinación de la función de corrección. El modelo final del espectro de la velocidad medida se divide por el espectro de la velocidad teórica, dando lugar a la función de corrección.
- f) Determinación del espectro de la velocidad de flujo corregida. Una vez obtenidos los datos de velocidad medidos por el anemómetro sónico se calcula el espectro correspondiente a partir de los datos experimentales. Este espectro se divide por la correspondiente función de corrección obtenida, dando lugar al espectro de la velocidad de flujo corregida.

as the delay time between pulses, are obtained the travel times both senses of acoustic ways that make up the sonic anemometer by means of the resolution of the differential equation that describes the kinematics of transmission of the pulse along the acoustic way.

- b) Estimation of measured velocity. From these travel times of the pulses is obtained a model or estimation of the measured velocity along each of the ways applying the algorithm known as the pulses inverse algorithm:

$$u_{ps}^M = \frac{1}{2|u_\infty|} \Delta \left[\frac{1}{t_s^-} - \frac{1}{t_s^+} \right]$$

where the measured speed along the generic way s is obtained as half of the difference of times inverse that the pulse takes to travel the way in both directions, divided by the flow average velocity.

- c) Identification of the flow final velocity. With each of these estimations of the measured velocity along each of the ways is calculated the terminal velocity of the flow undoing the projection that allowed obtain the components of real velocity along the way from the flow velocity vector.
- d) Determination of the measured velocity spectrum. Once known the measured velocity model is obtained its spectrum. Based on the values of final velocity of data delivery is obtained the spectrum changing associated with the discrete process, obtaining the final model of the measured velocity spectrum.
- e) Determination of correction model. The final model of the measured velocity spectrum is divided by the spectrum of the theoretical velocity, leading to the correction function.
- f) Determination of the spectrum of corrected flow velocity. Once the velocity data are obtained by the sonic anemometer it is calculated the corresponding spectrum from experimental data. This spectrum is divided by the corresponding correction function obtained, giving the spectrum of corrected flow velocity.

116



| ASPECTOS INNOVADORES |

El fundamento de la tecnología tiene en cuenta las ecuaciones físicas del proceso, siendo capaz de describir el efecto de los parámetros fundamentales que presentan gran influencia en el proceso de medida.

El nuevo método tiene en cuenta el hecho de que el campo fluido evoluciona durante el tiempo que dura una secuencia de medida de la velocidad del viento.

Aparecen dos nuevos parámetros, no considerados hasta la fecha, como son el número de Mach y el tiempo de retardo entre disparo de pulsos.

| VENTAJAS COMPETITIVAS |

Mejora los modelos actuales de anemómetros en el mercado.

| INNOVATIVE ASPECTS |

The basis of the technology takes into account the physical equations of the process, being able to describe the effect of the basic parameters which have great influence on the measurement process.

The new method takes into account the fact that the fluid field develops during the duration of a measurement sequence of the wind speed.

Two new parameters appear, not seen so far, such as the Mach number and the delay time between pulses shot.

| COMPETITIVE ADVANTAGES |

The technology improves the anemometers currently in the market.

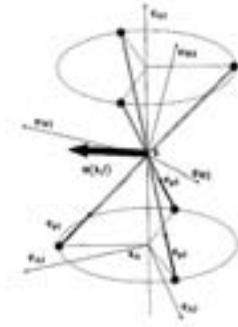


Figura 1. Se muestra la geometría simplificada del anemómetro sónico Gill Wind Research.

Figure 1. It shows the simplified geometry of the sonic anemometer Gill Wind Research.

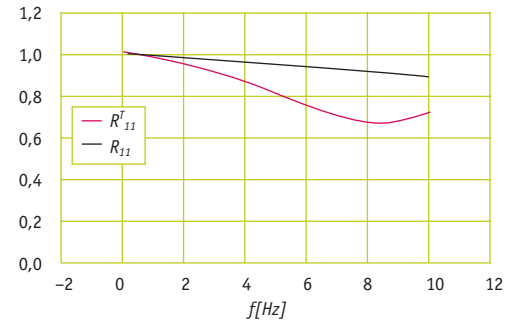


Figura 2. Se representa el comportamiento del anemómetro a la hora de caracterizar el espectro longitudinal de la turbulencia.

Figure 2. It represents the behaviour of the anemometer at the time to characterize the longitudinal spectrum of the turbulence.

117

| TIPO DE COLABORACIÓN SOLICITADA |

- Cooperación técnica.
- Acuerdo de licencia.

Comentarios

Empresas de anemometría: Gill Instruments, Kaijo Denji.

Empresas de energía eólica: ENRON, Gamesa Eólica.

Empresas de meteorología y predicción del viento: NCAR, Meteorológica.

El grupo de investigación tiene interés en licenciar la patente.

| GRADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA |

- En fase de desarrollo.

| ESTADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL |

- Patente concedida.

Comentarios

Patente española P200300725 concedida en 2007.

Patente en copropiedad con el CIEMAT.

| FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA |

- Financiación privada.

| TYPE OF COLLABORATION SOUGHT |

- Technical cooperation.
- License agreement.

Comments

Companies related with wind prediction: Gill Instruments, Kaijo Denki.

Companies related with wind power: ENRON, Gamesa Eólica.

Companies related with meteorology: NCAR, Meteorológica.

The research group is interested in licensing the patent.

| CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY |

- Development phase.

| CURRENT STATE OF INTELLECTUAL PROPERTY |

- Patent granted.

Comments

Spanish patent P200300725 granted in 2007.

Patent joint ownership between Universidad Politécnica de Madrid and CIEMAT

| FINANCIAL SOURCE OF THE TECHNOLOGY |

- Private funding.

CONTACT PERSON: Beatriz Díaz Méndez

ORGANIZATION: OTRI-Universidad Politécnica de Madrid

PHONE: +34 91 336 38 09 **FAX:** +34 91 336 59 74 **E-MAIL:** beatriz.diaz@upm.es

SERVICIOS TÉCNICOS
TECHNICAL SERVICES

SERVICIOS TÉCNICOS

TECHNICAL SERVICES



Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

- Corrosion Laboratory | 121 |
- Laboratory of Low Pressure | 122 |

CORROSION LABORATORY

ORGANIZATION: Corrosion and Protection, Corrosión y Protección, National Centre for Metallurgic Research, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

CONTACT: Juan J. de Damborenea González **PHONE:** 91 553 89 00 ext. 241 **E-MAIL:** jdambo@cenim.csic.es

WEB: www.cenim.csic.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El laboratorio de Corrosión del CENIM/CSIC desarrolla su actividad investigadora en dos vertientes diferentes pero claramente interrelacionadas. En la primera de ellas, realiza estudios básicos encaminados a entender los mecanismos que conducen al deterioro de los metales metálicos en ambientes agresivos, así como en el desarrollo de nuevos materiales y métodos de protección frente a la corrosión. Por otro lado, se trabaja de manera activa con distintas empresas tratando de solucionar los problemas de corrosión que aparecen como consecuencia de su actividad industrial. En conexión directa con este laboratorio está el Laboratorio Acreditado de materiales galvanizados (ENAC).

| TIPO DE ENSAYO |

- Metalúrgicos.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Caracterización de Materiales Metálicos en Ambientes Agresivos, mediante técnicas electroquímicas, ensayos bajo tensión y ensayos de desgaste.

ACTIVITY DESCRIPTION

The activities of the Laboratory of CENIM/CSIC are mainly based on the basic research in order to understand the corrosion mechanisms of metals and alloys as well as the kinetic studies to foresee the material life service. Moreover, the lab tries to develop new materials and methods to improve their corrosion resistance. On the other hand, the laboratory works in an active way with different companies trying to solve the problems of corrosion appeared as consequence of their industrial activity. In direct connection with this lab is the Laboratory of Galvanized Materials certified by ENAC.

| TYPES OF TEST |

- Metallurgical.

| TEST METHODS |

- Characterization of Metallic Materials in Aggressive Atmosphere, by means of electrochemical techniques, tests under tension and wear test.



LABORATORY OF LOW PRESSURE

ORGANIZATION: Metrology Department, Institute of Applied Physics, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

CONTACT: Juan Pedro Adrados Encinas **PHONE:** 91 563 18 54 Ext. 332 **E-MAIL:** jpae@ifae.cetef.csic.es

WEB: www.ifa.csic.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Este laboratorio lleva trabajando más de cuarenta años en el campo de la tecnología de vacío, por lo que su personal tiene un amplio conocimiento sobre el desarrollo y la aplicación de dispositivos y sistemas diseñados para trabajar en condiciones de vacío, es decir aquellos en que su presión absoluta de trabajo está por debajo de la presión atmosférica. Además el laboratorio también tiene experiencia en otra técnica directamente relacionada con la tecnología de vacío, como es la detección de fugas con helio. Esta técnica permite la realización de ensayos de estanqueidad no destructivos en dispositivos que trabajen en condiciones de presión o vacío.

La instrumentación disponible incluye sistemas de vacío capaces de alcanzar condiciones de ultra-alto vacío, medidores de vacío para medir las presiones usuales en estas condiciones y para calibración de otros medidores de vacío, espectrómetros de masas para análisis de gases, fugas calibradas de helio y de R-134a y un detector de fugas de helio. El laboratorio también puede realizar ensayos en dispositivos con una presión moderadamente alta, como es el caso de recipientes de aerosoles.

ACTIVITY DESCRIPTION

This laboratory has been working in the field of vacuum technology for more than forty years, so that its personnel has a wide knowledge on the development and application of devices and systems designed to work under vacuum conditions, i.e. their working absolute pressure is below atmospheric pressure. Moreover, the laboratory is also skilled in other technique intimately related to vacuum technology, as it is helium leak detection. Non-destructive leak testing can be performed with such technique for devices working under vacuum or pressure conditions.

The available instrumentation includes vacuum systems capable to reach a base pressure within the ultra-high vacuum range, vacuum gauges for routine vacuum measurement and for calibration of vacuum gauges, mass spectrometers for gas analysis, calibrated helium and R-134a leaks and helium leak detector.

The laboratory can also perform tests on devices working at moderate high pressure, as it is the case of aerosol spray cans.

122



| TIPO DE ENSAYO |

- Ensayos no Destructivos.

| TYPES OF TEST |

- Not Destructive Tests.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Prueba de Estanqueidad mediante detector de fugas de helio con espectrómetro de masas.

| TEST METHODS |

- Leak detection test by means of helium leak detector with mass spectrometer.

| MAGNITUDES DE CALIBRACIÓN |

- Presión Absoluta.
- Tasa de Fuga.

| INSTRUMENTOS |

- Manómetros de Alto, Medio y Bajo vacío.
- Fugas Calibradas de Helio y de Halógenos.

| CALIBRATION PARAMETER |

- Absolute Pressure.
- Leak Rate.

| INSTRUMENT |

- High, Medium and Low Vacuum Gauges.
- He and R-134a Calibrated Leaks.

SERVICIOS TÉCNICOS

TECHNICAL SERVICES



Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

- Air Speed Measurement Calibration Laboratory | 124 |
- Electricity Laboratory | 125 |
- EMC Laboratory of the Systems and Equipment Testing | 126 |
- Flow Laboratory | 127 |
- Laboratory of Dimensional Metrology | 128 |
- Optical and Electrical Signal Laboratory | 129 |
- Pressure and Mass Laboratory | 130 |
- Radiofrequency and Microwaves Laboratory | 131 |
- Space Solar Cell Test Laboratory | 132 |
- Temperature and Humidity Laboratory | 133 |
- Time and Frequency Laboratory | 134 |
- Vehicle Test and Certification | 135 |

AIR SPEED MEASUREMENT CALIBRATION LABORATORY

ORGANIZATION: Aerodynamics and Propulsion Department, Aerodynamics Test Area, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

CONTACT: José Ramón Sánchez Quintana **PHONE:** 91 520 20 31 **E-MAIL:** sanchezq@inta.es

WEB: www.inta.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El Laboratorio de la Calibración de la Medida de la Velocidad del Aire realiza calibraciones de anemómetros, de estaciones meteorológicas, certificación ensayos climáticos lluvia, fuerza y momentos aerodinámicos, medidas de presiones aerodinámicas, visualización de flujos alrededor de objetos o de capa límite.

Acreditación 16/LC225.

ACTIVITY DESCRIPTION

The Air Speed Measurement Calibration Laboratory carries out anemometer calibration, environmental station calibration, climatic tests (rain) certification, aerodynamic forces and moment measurement, aerodynamic pressure coefficients measurement by models in wind tunnel, flow visualization surrounding objects or boundary layer.

It is accredited by ENAC in (Exp. 16/LC225).

124

MAGNITUDES DE CALIBRACIÓN

- Velocidad del aire.

INSTRUMENTOS

- Anemómetros y sistemas de medida de la velocidad del aire.

CALIBRATION PARAMETER

- Air speed.

INSTRUMENT

- Anemometers and air speed measurement systems.



ELECTRICITY LABORATORY

ORGANIZATION: Experimentation and Certification Subdirectorate, Metrology and Calibration Area, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

CONTACT: Manuel Manzano Míguez **PHONE:** 91 520 10 84 **E-MAIL:** manzanomm@inta.es

WEB: www.inta.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El Laboratorio de Electricidad está encuadrado dentro del Centro de Metrología y Calibración del INTA. Es patrón nacional de capacidad, de referencias de tensión continua, de referencias de tensión alterna, de resistencias patrón, inductancias y capacidades patrón. Acreditación por ENAC: Expediente 16 / LC195 (Electricidad / Baja Frecuencia).

ACTIVITY DESCRIPTION

The Electricity Laboratory is a part of INTA's Metrology and Calibration Centre. It is the holder of the National Standards of capacity, DCV standard, ACV standard, standard resistors, standard inductor and capacitor.

It is accredited by ENAC (National Accreditation Entity) in the following areas: Electricity / Low Frequency (Exp. 16/LC195).

125

MAGNITUDES DE CALIBRACIÓN

- Tensión c.c.
- Tensión c.a.
- Resistencia.
- Intensidad c.c.
- Intensidad c.a.
- Inductancia.
- Capacidad.
- Angulo de fase.
- Cociente de tensiones.
- Relación de transformación en tensión c.a.

INSTRUMENTOS

- Patrones de continua, multímetros y calibradores de alta precisión.
- Patrones de alterna, multímetros y calibradores.
- Patrones de resistencia eléctrica.
- Generadores y medidores de Intensidad.
- Generadores y medidores de Intensidad.
- Patrones de Inductancia.
- Patrones de capacidad.
- Generadores de fase.
- Patrones de relación.
- Patrones de relación.

CALIBRATION PARAMETER

- D.C. Tension.
- A.C. Tension.
- Resistance.
- D.C Intensity.
- A.C. Intensity.
- Inductance.
- Capacity.
- Phase Angle.
- Tension quotient.
- AC Transformation quotient.

INSTRUMENT

- D.C multimeters and high precision calibrators.
- A.C multimeters and calibrators.
- Electric Resistance Standards.
- Intensity generators and meters.
- Intensity generators and meters.
- Inductance Standards.
- Capacity Standards.
- Phase Generators.
- Quotient Standards.
- Quotient Standards.

EMC LABORATORY OF THE SYSTEMS AND EQUIPMENT TESTING

ORGANIZATION: Equipment and Systems Department, Experimentation and Certification Subdirectorate, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

CONTACT: Daniel Hernández Gómez **PHONE:** 91 520 21 25 / 21 51 **E-MAIL:** hernandezgd@inta.es

WEB: www.inta.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El Laboratorio de Compatibilidad Electromagnética del Departamento de Ensayos de Sistemas y Equipos del INTA es un laboratorio con más de 30 años de experiencia en el desarrollo de medidas de Compatibilidad Electromagnética sobre equipos y sistemas eléctricos y electrónicos tanto para la industria civil como militar. Cuenta entre sus instalaciones con una Cámara Semianecoica con unas dimensiones de 24x14x10 metros (LxWxH), permitiendo realizar ensayos a 1, 3 y 10m de distancia a equipos y sistemas hasta 12.000 Kg. de peso. Asimismo dispone de una Cámara Reverberante (Mode Tuned/Stirred Chamber) con dos palas y con unas dimensiones exteriores de 7,5 x 5,5 x 4,5 para llevar a cabo ensayos de susceptibilidad radiada a intensidades de campo de miles de V/m.

El Laboratorio cuenta con acreditación ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) N° 158 LE 292 de acuerdo a la norma EN 17025 para la realización de ensayos de emisión e inmunidad. Es además Organismo Notificado para la nueva Directiva de EMC 2004/108 y Organismo Evaluador de la Conformidad (CAB) para diversos acuerdos mutuos existentes entre la UE y otros países.

| TIPO DE ENSAYO |

- Compatibilidad Electromagnética.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Emisión conducida y radiada (5 Hz a 60 GHz).
- Inmunidad conducida y radiada (100 Hz a 40 GHz).
- ESD hasta 300 kV.
- NEMP conducido y radiado.
- LEMP indirecto.

ACTIVITY DESCRIPTION

The EMC Laboratory of the Systems and Equipment Testing Department is a laboratory with more than thirty years of experience in the field of EMC covering the areas of EMI, EMS, ESD, and EMP over aerospace, military and industrial systems and equipment. Nowadays, the facilities of the laboratory are a big semi-anechoic chamber of 24x14x10m (LxWxH) to carry out measurements at 1, 3 and 10 meters distance to equipment and systems up to 12.000 kg of weight. In addition there is a Reverberating Chamber (Mode Tuned/Stirred Chamber) with two paddles and with an outer dimensions of 7,5 x 5,5 x 4,5m to carry out susceptibility testing at field strengths of several thousands of V/m.

The laboratory has being accredited by ENAC (# 156 LE 292) according to EN 17025 for radiated and conducted emissions. It is also a Notified Body for Industrial equipment, systems and installations for European Directive 2004/108/CE (EMCD), and a Conformity Assessment Body (CAB) for the Mutual Recognition Agreement between EU and foreign countries.

| TYPES OF TEST |

- Electromagnetic compatibility.

| TEST METHODS |

- Conducted and Radiated Emission (5 Hz to 60 GHz).
- Conducted and Radiated Immunity (100 Hz to 40 GHz).
- ESD up to 300 kV.
- Conducted and radiated NEMP.
- Indirect LEMP.



FLOW LABORATORY

ORGANIZATION: Experimentation and Certification Subdirectorate, Metrology and Calibration Area, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

CONTACT: Amalio Belinchón Díaz **PHONE:** 91 520 10 67 **E-MAIL:** belinchona@inta.es

WEB: www.inta.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El Laboratorio de Caudal forma parte del Centro de Metrología y Calibración del INTA. Realiza calibraciones de caudal de gases, de líquidos, viscosidad cinemática y densidad de líquidos.

Posee las siguientes acreditaciones Calibración de la Línea Caudal de Gases (ENAC LC325)

Calibración de la Línea Caudal de Líquidos (ENAC LC/325)

Calibración de la Línea de Viscosidad Cinemática y Densidad de Líquidos (ENAC LC/324).

ACTIVITY DESCRIPTION

The Flow Laboratory is part of INTA's Metrology and Calibration Centre.

Accreditation as an approved test laboratory: It carries out calibrations of flow gas, liquid flowmeters, liquids cinematic viscosity, liquids density. It is accredited by ENAC LC325, LC/325 and LC/324.

127

MAGNITUDES DE CALIBRACIÓN

- Caudal.
- Caudal.
- Caudal.

INSTRUMENTOS

- Caudalímetros Volumétricos.
- Densidad de líquidos.
- Viscosidad cinemática de líquidos y capilares.

CALIBRATION PARAMETER

- Flow.
- Flow.
- Flow.

INSTRUMENT

- Volumetric Flowmeters.
- Liquid Density.
- Cinematic viscosity of liquids and capilars.



LABORATORY OF DIMENSIONAL METROLOGY

ORGANIZATION: Experimentation and Certification Subdirectorate, Metrology and Calibration Area, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

CONTACT: Jesús Castellanos Rivas **PHONE:** 91 520 19 15 **E-MAIL:** castellanosrj@inta.es

WEB: www.inta.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El Laboratorio de Metrología Dimensional pertenece al Área de Diseño Mecánico y Talleres del I.N.T.A., contando desde el 22-02-2002 con acreditación E.N.A.C nº: 16/LC127 según norma UNE-EN/IEC 17025 para la realización de calibraciones en el área dimensional. A su vez el Laboratorio como parte integrante del Área de Diseño Mecánico y Talleres participa directamente en la consecución y mantenimiento de las Certificaciones del Área concedidas por el Ministerio de Defensa según norma PECAL/AQAP 120, destacando el Laboratorio como Servicio de Metrología Dimensional desde el 17-9-2003. Y cuenta también con la certificación de Lloyds Register Quality Assurance aprobando el sistema de gestión de la calidad del área de acuerdo a las normas ISO-EN-UNE: 9001-2000 participando el laboratorio como servicio de metrología dimensional.

ACTIVITY DESCRIPTION

The Laboratory of Dimensional Metrology belongs to the Area of Diseño Mecánico y Talleres of the I.N.T.A., counting from the 22-02-2002 with accreditation E.N.A.C n: 16/LC127 standard UNE-EN/IEC 17025 for calibrations in the dimensional metrology. The Laboratory sit divides to member of the Area of Diseño Mecánico y Talleres as well participates directly in consecution and maintenance of the Certifications of the Area granted by the Ministry of Defense standard PECAL/AQAP 120, emphasizing the Laboratory like Service of Dimensional Metrology from the 17-9-2003. And it tells also with certification of Lloyds Register Quality Assurance approving the quality system of the Area according to standard ISO-EN-UNE: 9001-2000 participating the laboratory like dimensional service of metrology.

128



MAGNITUDES DE CALIBRACIÓN

- Longitud.
- Longitud.
- Longitud.
- Longitud.
- Longitud.
- Longitud.
- Longitud.
- Longitud.

INSTRUMENTOS

- Barras patrón de extremos.
- Bloques patrón longitudinales.
- Calibres de altura.
- Comparador mecánico.
- Micrómetros y Pie de Rey.
- Patrones cilíndricos de diámetro exterior.
- Patrones cilíndricos de diámetro interior.
- Sondas micrométricas y regla.

CALIBRATION PARAMETER

- Length.
- Length.
- Length.
- Length.
- Length.
- Length.
- Length.
- Length.

INSTRUMENT

- Length bars.
- Gauge Blocks.
- Level rods.
- Mechanical Comparators.
- Micrometers.
- External Diameter Standards.
- Internal Diameter Standards.
- Micrometric Probes.

OPTICAL AND ELECTRICAL SIGNAL LABORATORY

ORGANIZATION: Experimentation and Certification Subdirectorate, Metrology and Calibration Area, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

CONTACT: Javier Cebollero Casal **PHONE:** 91 520 15 17 **E-MAIL:** cebollerocj@inta.es

WEB: www.inta.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El Laboratorio de Señal Óptica y Eléctrica forma parte del Centro de Metrología y Calibración del INTA. Realiza calibraciones de generadores de señal, de receptores, de analizadores de espectro, osciloscopios, de tiempos rápidos de transición, de medida de ruido de fases. Acreditación ENAC: Expediente 16 / LC144 (Radiofrecuencia), 16 / LC151 (Tiempo y Frecuencia) y 16 / LC 195 ((Baja Frecuencia).

ACTIVITY DESCRIPTION

The Optical and Electrical signal Laboratory is a part of INTA's Metrology and Calibration Centre. It carries out calibrations of signal generators, receivers, spectrum analyzers, oscilloscopes, fast rise generators, phase noise measurement. It is accredited by ENAC in the following areas: Radiofrequency (Exp. 16 / LC144) and Low Frequency (Exp.: 16/LC195).

129

MAGNITUDES DE CALIBRACIÓN

- Potencia.
- Atenuación.

INSTRUMENTOS

- Generadores de señal, Analizadores de señal.
- Generadores de señal, Analizadores de señal.

CALIBRATION PARAMETER

- Power.
- Attenuation.

INSTRUMENT

- Signal Generators and Signal Analyzers.
- Signal Generators and Signal Analyzers.



PRESSURE AND MASS LABORATORY

ORGANIZATION: Experimentation and Certification Subdirectorate, Metrology and Calibration Area, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

CONTACT: Héctor Fuentes **PHONE:** 91 520 20 83 **E-MAIL:** fuentesgh@inta.es

WEB: www.inta.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El Laboratorio de Presión y Masa está dividido en dos secciones bien diferenciadas. Por un lado, la Sección de Presión y Vacío, y por otro, la Sección de Masa e Instrumentos de Pesaje.

La Sección de Presión posee los recursos y patrones necesarios para generar y medir presión absoluta, relativa y diferencial en un amplio rango de medida, desde unos pocos Pa en el banco de muy bajas presiones hasta 500 MPa en el banco de alta presión hidráulica. Nuestro equipamiento de presión absoluta y vacío proporciona capacidad de medida directa en un amplio rango comprendido entre los 700 kPa y presiones de alto vacío inferiores a 10⁻⁶ Pa.

El Laboratorio dispone, como patrones de referencia, de un completo juego de conjuntos pistón-cilindro, que materializan la definición física de presión: $P = F/A$, y que permiten obtener una capacidad óptima de medida inferior a 40 partes por millón de la presión medida. El Laboratorio ofrece capacidad técnica para calibrar una amplia gama de instrumentos de medida, tales como: conjuntos pistón-cilindro de balanzas de pesos muertos, todo tipo de manómetros digitales y analógicos, micromanómetros, transmisores y transductores de presión y vacío, etc.

En la Sección de Presión Absoluta y Vacío, el Laboratorio está equipado con patrones que cubren todo el rango acreditado de presión absoluta, así como el rango completo de bajo, medio y alto vacío, lo que permite calibrar una gran variedad de instrumentos, como sensores Pirani, Bayard Alpert, capacitivos, de ionización, etc.

Nuestro Laboratorio de Masa está equipado con bancos especiales diseñados para realizar calibraciones con la mayor precisión en nuestras instalaciones. Los patrones de masa disponibles comprenden juegos completos E1, según especificaciones de la OIML, de la mayor precisión metrológica y las balanzas y comparadores de última generación más precisas del mercado.

El Laboratorio ofrece capacidad para calibrar patrones de masa de clases E2 e inferiores, en un margen acreditado que va desde 1 mg hasta 20 kg. Nuestra oferta de servicios también incluye la calibración "in situ" de instrumentos de pesaje, tales como microbalanzas, semimicrobalanzas, granatarios, balanzas y comparaciones analíticas y de precisión así como básculas industriales hasta 60 kg.

El Laboratorio de Presión y Masa está acreditado por ENAC (Exp. 16 / LC142, Exp. 16 / LC143, Expte. 16 / LC43).

ACTIVITY DESCRIPTION

The Pressure and Mass Laboratory comprises two well differentiated sections. In one side, Pressure and Vacuum, and in the other, Mass and Weight Instruments.

The Pressure Section has the necessary resources and standards for generating and measuring absolute, gauge and differential pressures in a wide range, from a few Pa in very low pressures up to 500 MPa in high hydraulic pressures. Our vacuum and absolute pressure equipment provides a direct measuring range between values 700 kPa over the atmospheric pressure and high vacuum under 10⁻⁶ Pa. A full range of piston-cylinder sets is available, as our Reference Standards, for measuring through the physical definition of pressure: $P = F/A$, obtaining a suitable best measuring capability up to 40 parts per million of the measured pressure.

The laboratory offers capability for calibrating a wide scope of instruments like: dead weight gage piston-cylinder sets, all kind of analogic and digital manometers, micromanometers, pressure transducers and transmitters, etc.

In the Vacuum section, the laboratory is equipped with Standards covering the full range of absolute pressure and also low, medium and high vacuum ranges, in order to calibrate the full variety of instruments, like Pirani, capacitive, ionization vacuum sensors, etc. Our Mass Laboratory is equipped with special benches designed for the best accurate measurements in our facilities. Available Mass Standards includes best-quality E1 class weights which fulfill OIML specification R111, and last generation balances and comparators. E2, and worse OIML class weights are calibrated in accredited ranges from 1 mg to 20 kg. "In situ" weight instruments calibrations are also included in our service offerings, certifying balances and comparators with max capability up to 60 kg, micro and semimicrobalances, and also industrial balances with worse features. The Pressure and Mass Laboratory is accredited by ENAC (Exp. 16 / LC142, Exp. 16 / LC143, Expte. 16 / LC43).

130



MAGNITUDES DE CALIBRACIÓN

- Presión y Vacío.
- Masa.
- Masa.

INSTRUMENTOS

- Instrumentos de medición y sensores de presión y vacío.
- Balanzas.
- Juegos de Masas.

CALIBRATION PARAMETER

- Pressure and Vacuum.
- Mass.
- Mass.

INSTRUMENT

- Pressure and Vacuum instruments and sensors.
- Balances.
- Mass Standards.

RADIOFREQUENCY AND MICROWAVES LABORATORY

ORGANIZATION: Experimentation and Certification Subdirectorate, Metrology and Calibration Area, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

CONTACT: Valentín López Fernández **PHONE:** 91 520 15 69 **E-MAIL:** lopezfv@inta.es

WEB: www.inta.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El Laboratorio de Radiofrecuencia y Microondas forma parte del Centro de Metrología y Calibración del INTA. Realiza calibraciones de patrones de potencia, de atenuación, de impedancia, de patrones de ruido, de analizadores de redes.

Acreditación ENAC: Expediente 16 / LC144 (Electricidad / Alta Frecuencia).

ACTIVITY DESCRIPTION

The Radiofrequency and Microwaves laboratory is a part of INTA's Metrology and Calibration Centre. It carries out calibrations of standards of power, attenuation, impedance, noise standards, network analyzers.

It is accredited by ENAC (National Accreditation Entity) in the following areas: Electricity / High Frequency (Exp. 16/LC144).

131

MAGNITUDES DE CALIBRACIÓN

- Atenuación.
- Impedancia.
- Ruido.
- Potencia.

INSTRUMENTOS

- Atenuadores fijos, de pasos y continuamente variables.
- Dispositivos de una y dos puertas.
- Fuentes de ruido y amplificadores.
- Sensores de potencia en coaxial.

CALIBRATION PARAMETER

- Attenuation.
- Impedance.
- Noise.
- Power.

INSTRUMENT

- Variable, Fixed, and Step Attenuators.
- One and Two Doors Devices.
- Noise sources, and amplifiers.
- Coaxial Power Sensors.



SPACE SOLAR CELL TEST LABORATORY

ORGANIZATION: Equipment and Systems Department, Experimentation and Certification Subdirectorate, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

CONTACT: Trinidad Juliana Gómez Rodríguez **PHONE:** 91 520 18 73 **E-MAIL:** gomezrt@inta.es

WEB: www.inta.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Incluido en el Departamento de Equipos y Sistemas del INTA, el principal objetivo de este laboratorio es proporcionar soporte técnico a la ESA en aquellas materias relativas a la Tecnología fotovoltaica para aplicaciones espaciales. También está capacitado para ofrecer servicios en otros campos, como por ejemplo medidas de propiedades termo-ópticas o ensayos ambientales. Para desarrollar esta actividad, el laboratorio cuenta con equipos e instalaciones, personal especializado, procedimientos técnicos establecidos y un esquema de organización y gestión.

ACTIVITY DESCRIPTION

Included in the Equipment and Systems Laboratory of the INTA, the main aim of this laboratory is to provide technical support to the European Space Agency (ESA) in matters related to photovoltaic technology for space applications. It is also qualified to offer services in other areas such as the measurement of thermo-optic properties or environmental tests. For the development of this activity, the laboratory is provided with the necessary equipment and installations, specialized staff, determined technical procedures and an organization and management scheme.

132



| TIPO DE ENSAYO |

- Físicos.
- Eléctricos.
- Ambientales.
- Mecánicos.

| TYPES OF TEST |

- Physical.
- Electric.
- Environment.
- Mechanical.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Caracterización de Células solares.
- Caracterización eléctrica de paneles.
- Medida de degradación ultravioleta de materiales.
- Medida de rugosidad.
- Medidas Eléctricas de Alta y Baja Temperatura.

| TEST METHODS |

- Characterization of solar cells
- Characterization-electric panels.
- Measurement of ultraviolet degradation of materials.
- Measurement of roughness.
- High and low temperature electrical measurements.

| MAGNITUDES DE CALIBRACIÓN |

- Intensidad eléctrica, c.c

| INSTRUMENTOS |

- Células solares.

| CALIBRATION PARAMETER |

- Intensity d.c.

| INSTRUMENT |

- Solar cells.

TEMPERATURE AND HUMIDITY LABORATORY

ORGANIZATION: Experimentation and Certification Subdirectorate, Metrology and Calibration Area, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

CONTACT: Robert Benyon Puig **PHONE:** 91 520 17 14 **E-MAIL:** benyonpr@inta.es

WEB: www.inta.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El Laboratorio de Temperatura y Humedad forma parte del Centro de Metrología y Calibración del INTA. Realiza calibraciones de instrumentos de medida de temperatura y humedad. Acreditaciones ENAC: Expediente 16 / LC150T (Temperatura), Expediente 16 / LC150H (Humedad), Ambas para laboratorio permanente e "in-situ".

ACTIVITY DESCRIPTION

The Temperature and Humidity Laboratory is a part of INTA's Metrology and Calibration Centre. It carries out Calibration of temperature and humidity measuring instruments. It is accredited by ENAC Exp, 16 / LC150T (Temperature), Exp. 16 / LC150H (Humidity).

133



MAGNITUDES DE CALIBRACIÓN

- Humedad Relativa.
- Temperatura.
- Temperatura.
- Temperatura.
- Temperatura de Punto de Rocío.

INSTRUMENTOS

- Higrómetros de Humedad Relativa.
- Fuentes de Cuerpo Negro.
- Termómetros de columna de líquido, de radiación, de resistencia de platino.
- Termopares.
- Higrómetros de punto de rocío.

CALIBRATION PARAMETER

- Relative humidity.
- Temperature.
- Temperature.
- Temperature.
- Temperature.
- Dew Point Temperature.

INSTRUMENT

- Relative Humidity Hygrometers.
- Blackbody Sources.
- Liquid Column, radiation, platinum resistance thermometers.
- Thermocouples.
- Dew Point Hygrometers.

TIME AND FREQUENCY LABORATORY

ORGANIZATION: Experimentation and Certification Subdirectorate, Metrology and Calibration Area, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

CONTACT: Javier Cebollero Casal **PHONE:** 91 520 15 17 **E-MAIL:** cebollerocj@inta.es

WEB: www.inta.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El Laboratorio de Tiempo y Frecuencia forma parte del Centro de Metrología y Calibración del INTA. Realiza calibraciones de generadores de señal, de receptores, de analizadores de espectro, osciloscopios, de tiempos rápidos de transición, de medida de ruido de fases. Acreditación ENAC: 16 / LC151.

ACTIVITY DESCRIPTION

The Time and frequency Laboratory is a part of INTA's Metrology and Calibration Centre. It carries out calibrations of signal generators, receivers, spectrum analyzes, oscilloscopes, fast rise generators, phase noise measurement. It is accredited by ENAC in Time and Frequency (Exp. 16/LC151).

| MAGNITUDES DE CALIBRACIÓN |

- Frecuencia.
- Intervalo de tiempo.

| INSTRUMENTOS |

- Patrones, contadores, generadores.
- Contadores, generadores.

| CALIBRATION PARAMETER |

- Frequency.
- Time interval.

| INSTRUMENT |

- Frequency Standards, Signal Generators, Counters.
- Counters, Signal Generators.



VEHICLE TEST AND CERTIFICATION

ORGANIZATION: Experimentation and Certification Subdirectorate. Vehicles Test and Certification. Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA).

CONTACT: Juan Antonio Hernanz **PHONE:** 91 520 13 68 **E-MAIL:** hernanzj@inta.es

WEB: www.inta.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Las principales funciones o actividades que realiza este laboratorio son las siguientes:

- Certificación de normativa nacional, europea, y mundial sobre seguridad y medio ambiente de vehículos y líquidos de frenos.
- Ensayos, investigación y desarrollo sobre:
 - Seguridad y medio ambiente de vehículos.
 - Combustibles y lubricantes.

ACTIVITY DESCRIPTION

The main functions / activities of this laboratory are the following:

- Certification according to the national, European and worldwide rules regarding safety and environment of vehicles and breaking liquids.
- Tests, research and development in the areas:
 - Safety and environment of vehicles.
 - Fuels and lubricants.

135

| TIPO DE ENSAYO |

- Ambientales.
- Ensayos de comportamiento.
- Químicos.

| TYPES OF TEST |

- Enviroment.
- Behaviour Tests.
- Chemical.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Ensayos de Seguridad Activa y Pasiva en automóviles
- Emisiones Contaminantes, Consumo y Potencia en automóviles
- Ensayos de Combustibles, Lubricantes y Afines

| TEST METHODS |

- Tests of Active and Passive Security in automobiles.
- Determination of Pollutant Emissiosn, Consumption and Power in automobiles.
- Tests of Fuels, Lubricats and Related Products.



SERVICIOS TÉCNICOS
TECHNICAL SERVICES



Universidad
Carlos III de Madrid

Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)

· Laboratory of Infrared Imaging and IR Thermography | 137 |

LABORATORY OF INFRARED IMAGING AND IR THERMOGRAPHY

ORGANIZATION: Physics Department, Politechnic University School, Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)

CONTACT: Fernando López Martínez **PHONE:** 91 624 94 68 **E-MAIL:** fernando.lopez@uc3m.es

WEB: <http://latir.uc3m.es>

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El LATIR está especializado en el uso de Imagen Infrarroja (IR) y Termografía para el análisis de combustiones, optimización de procesos de medida de temperatura a distancia, detección de gases, emisión IR de plumas, etc. desarrollando aplicaciones específicas para la industria de automoción, aeronáutica, defensa, industrias energéticas, medioambientales, seguridad ante incendios, etc.

ACTIVITY DESCRIPTION

LATIR is specialized in Infrared Imaging and IR Thermography applied to combustion analysis, optimization of remote sensing temperature measurement processes, gas detection, studies of IR plume emission, etc. developing specific applications to the industries, such as: automotive, aeronautic, defence, energetic industry, environmental, fire safety, etc.

| TIPO DE ENSAYO |

- Ambientales.
- Ensayos no destructivos.
- Físicos.

| TYPES OF TEST |

- Enviroment.
- Not destructive tests.
- Physical.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Determinación de No Uniformidad Térmica por termografía infrarroja.
- Determinación de Estanqueidad en tuberías mediante imagen espectral infrarroja.
- Determinación de Resistencia de Materiales a Fuego.
- Estructura y Propagación de llamas mediante imagen multiespectral infrarroja.
- Estudio de la Emisión de Gases Contaminantes mediante Espectrorradiometría Infrarroja.

| TEST METHODS |

- Determination of Not Thermal Uniformity by Infrared thermography.
- Determination of Watertightness in pipes by means of spectral infrared image.
- Determination of Resistance to Fire of Materials.
- Study of structure and spread of flames by means of multispectral infrared image.
- Study of the Emission of Pollutant Gases by means of Infrared Spectroradiometry.

| MAGNITUDES DE CALIBRACIÓN |

- Temperatura.
- Temperatura.

| INSTRUMENTOS |

- Pirómetros Infrarrojos.
- Cámaras de Termografía Infrarroja.

| CALIBRATION PARAMETER |

- Temperature.
- Temperature.

| INSTRUMENT |

- Infrared Pirometers.
- Infrared Thermography Chambers.



SERVICIOS TÉCNICOS

TECHNICAL SERVICES



POLITÉCNICA

Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

- Laboratory of Calibration in Wind Tunnel | 139 |
- Laboratory of Materials Testing | 140 |
- Laboratory of Optic Characterization of Materials | 141 |
- Laboratory of Product Development | 142 |
- Laboratory of Test and Homologation of Antennas | 143 |
- Strength of Materials Laboratory | 144 |

LABORATORY OF CALIBRATION IN WIND TUNNEL

ORGANIZATION: University Institute "Ignacio Da Riva", Universidad Politécnica de Madrid (UPM)
CONTACT: Ángel Sanz Andrés **PHONE:** 91 336 63 53 **E-MAIL:** asanz@idr.upm.es
WEB: www.idr.upm.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El Instituto Universitario de Microgravedad "Ignacio Da Riva" de la UPM (IDR/UPM), es un centro orientado hacia actividades de investigación, desarrollo y formación en las áreas de las ciencias y las tecnologías aeroespaciales.

El laboratorio es miembro de la red europea MEASNET (Measuring Network of Wind Energy Institutes), cuya finalidad es la armonización de medidas relacionadas con energía eólica, en particular la calibración de anemómetros. Además está acreditado por ENAC, según la UNE-EN ISO/IEC 17025, con acreditación nº 134/LC267.

ACTIVITY DESCRIPTION

IDR/UPM, Instituto Universitario de Microgravedad "Ignacio Da Riva" is an Institute of the UPM for R&D activities in the field of space science, microgravity and engineering.

The Laboratory of of Calibration in Wind Tunnel belongs to the european network MEASNET (Measuring Network of Wind Energy Institutes), which has the goal to harmonise measurements related to eolic energy, in particular Anemometer Calibration. The laboratory is accredited by ENAC according to UNE-EN ISO/IEC 17025, with accreditation nº 134/LC267.

139

| TIPO DE ENSAYO |

- Ingeniería Civil.

| TYPES OF TEST |

- Civil Engineering.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Ensayos de cargas de viento sobre edificios en tunel aerodinámico.

| TEST METHODS |

- Tests of wind loads on buildings in Wind Tunnel.

| MAGNITUDES DE CALIBRACIÓN |

- Velocidad del aire.

| INSTRUMENTOS |

- Anemómetros.

| CALIBRATION PARAMETER |

- Wind speed.

| INSTRUMENT |

- Anemometers.

LABORATORY OF MATERIALS TESTING

ORGANIZATION: Materials and Aerospace Production Department, University School of Aeronautic Engineering, Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

CONTACT: José María Badía Pérez **PHONE:** 91 336 63 33 **E-MAIL:** josemaria.badia@upm.es

WEB: www.upm.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Este laboratorio desarrolla preferentemente su actividad en el campo de los materiales metálicos de aplicación aeroespacial: aceros, aleaciones ligeras (aluminio, magnesio, titanio) y superaleaciones para temperatura elevada. Está especializado en estudios microestructurales de estas aleaciones, determinación de propiedades mecánicas de las mismas, así como en el análisis de fallos en servicio en el ámbito aeroespacial.

ACTIVITY DESCRIPTION

The Laboratory of Materials' Testing focuses his work on metallic materials for aerospace: steels, light alloys (aluminium, magnesium, titanium) and superalloys for high temperatures. The research and development lines are mainly the microstructural characterization and the determination of mechanical properties of these alloys, and the failure analysis on aerospace.

140

| TIPO DE ENSAYO |

- Mecánicos.
- Metalúrgicos.
- Microscopía.

| TYPES OF TEST |

- Mechanical.
- Metallurgical.
- Microscopy.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Ensayo de Comportamiento a fatiga.
- Determinación de Dureza, según normas UNE-EN.
- Determinación de Templabilidad, ensayo Jominy según UNE-EN-ISO-642.
- Determinación de Microdureza.
- Determinación de coeficiente de rozamiento.
- Ensayo de corrosión bajo tensiones, según normas ASTM.
- Ensayo de Tracción, según normas UNE-EN.
- Estudio de microestructura por metalografía óptica.
- Estudio de roturas y fallos en servicio mediante microscopía electrónica.
- Tratamiento térmico de pequeñas muestras.

| TEST METHODS |

- Fatigue Test.
- Determination of Hardness, according to UNE-EN standards.
- Determination of Hardenability, Jominy test according to UNE-EN-ISO-642.
- Determination of Micro-hardness.
- Determination of friction coefficient.
- Corrosion under tension test, according to ASTM standards.
- Tension test, according to UNE-EN standards.
- Study of microstructure by optical metallography.
- Study of failures and breaks in service by electronic microscopy.
- Heat treatment of small samples.



LABORATORY OF OPTIC CHARACTERIZATION OF MATERIALS

ORGANIZATION: Industrial Chemistry and Polimers, University School of Industrial Engineering, Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

CONTACT: Francisco Fernández Martínez **E-MAIL:** francisco.fernandezm@upm.es **PHONE:** 91 336 76 82

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Laboratorio en proceso de Acreditación (ENAC y ESA), perteneciente al Grupo de Investigación de Caracterización Óptica de Materiales. Cuenta con las técnicas de UV-Visible-NIR, FTIR, microFTIR y Fluorescencia en sólidos entre 10-300 K, excitando con Laser de Ar-Kr.

ACTIVITY DESCRIPTION

The main activity of the Laboratory of Optic Characterization of Materials is related with optical and spectroscopic measurements of materials. Techniques of UV-V-NIR, FTIR, micro-FTIR, solids fluorescence in the 10-300K temperature range with Ar-Kr laser excitation source are available.

| TIPO DE ENSAYO |

- Químicos.

| TYPES OF TEST |

- Chemical.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Análisis para la detección de contaminación orgánica en superficies por espectroscopía infrarroja mediante el método indirecto, de acuerdo con la norma ECSS-Q-70-05A.

| TEST METHODS |

- Detection of organic contamination of surfaces by infrared spectroscopy" according ECSS-Q-70-05 A Standard.



LABORATORY OF PRODUCT DEVELOPMENT

ORGANIZATION: Mechanical Engineering and Manufacturing Department, University School of Industrial Engineering, Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

CONTACT: Héctor Lorenzo Yustos **PHONE:** 91 336 31 20 **E-MAIL:** hlyustos@etsii.upm.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El "Laboratorio de Desarrollo de Productos" (LDP) se encuentra en la "Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales" (ETSII) de la UPM. Desde 1998 está prestando servicios a la industria española y extranjera (empresas privadas, centros tecnológicos y de investigación, universidades, ...) en el desarrollo de nuevos productos y piezas: desde el diseño conceptual, hasta la obtención de prototipos y preseries; tanto en plásticos y resinas, como en diferentes metales. Para ello se usan las últimas tecnologías de diseño, modelado, análisis y simulación por ordenador (CAD-CAM-CAE), y se aplican las más punteras técnicas de prototipado y fabricación rápidos (Estereolitografía Láser, Colada Bajo Vacío, Microfusión, Inyección, ...), al igual que técnicas de Ingeniería Inversa.

Sus servicios permiten la elaboración de productos y piezas para sectores tan diversos como: automoción, electrodomésticos, medicina, maquinaria industrial, telecomunicaciones, prótesis, edificación, equipos de oficina, ...

La principal característica del Laboratorio es su adaptación, tanto en plazos como en costes, a las necesidades y particularidades de los clientes.

| TIPO DE ENSAYO |

- Ensayos de Comportamiento.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Ensayos de Ajuste, Acoplamiento y Montaje.

ACTIVITY DESCRIPTION

The "Laboratorio de Desarrollo de Productos" (LDP) is sited in the "University School of Industrial Engineering" (ETSII) of the UPM. Since 1998 is giving its services to national and foreign industry (private companies, technological and research centres, universities,...) in developing new products and parts: from conceptual design, to prototypes and sort series achievement; in plastics and resins, as well as different metals.

The latest technologies in designing, modelling, analysing and simulating with computers (CAD-CAM-CAE), and also the newest techniques for rapid prototyping and manufacturing (Laser Stereolithography, Vacuum Casting, Microfusion, Injection, ...), as well as Reverse Engineering techniques, are used as support for these tasks.

Its services allow the elaboration of products and parts for different sectors: automotion, household appliances, medicine, industrial machinery, telecommunications, prosthesis, construction, office equipment, ...

The main advantage of the Laboratory is the adaptation of its costs and terms to clients needs and specifications.

| TYPES OF TEST |

- Behaviour Test.

| TEST METHODS |

- Fitting, Coupling and Assembling Tests.



LABORATORY OF TEST AND HOMOLOGATION OF ANTENNAS

ORGANIZATION: Signals, Systems and Radiocomunications Department, University School of Telecommunications Engineering, Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

CONTACT: Manuel Sierra Castaner **PHONE:** 91 336 73 66 Ext. 4053 **E-MAIL:** m.sierra.castaner@gr.ssr.upm.es

WEB: www.gr.ssr.upm.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El Laboratorio de Ensayos y Homologación de Antenas (LEHA) de la UPM está ubicado en el Dpto. de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones de la ETSI Telecomunicación. Este laboratorio realiza medida de parámetros eléctricos de antenas, destacando antenas de satélite o de sondas espaciales, antenas para aplicaciones de radioastronomía o antenas de estaciones base de telefonía móvil. LEHA participa en redes europeas para mejorar los procesos y las técnicas de medida de antenas.

ACTIVITY DESCRIPTION

The "Laboratorio de Ensayos y Homologación de Antenas" (LEHA) of the UPM belongs to the Signal, Systems and Radio communications Department of the Telecommunication School. This laboratory performs the measurement of the main electrical characteristics of the antennas, with main focus on satellite antennas, space carriers antennas, radioastronomy or cellular telephony antennas. LEHA participates in European Networks to improve the methods and techniques of antenna measurements.

143

| TIPO DE ENSAYO |

- Ensayos de Comportamiento.

| TYPES OF TEST |

- Behaviour Test.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Medida del coeficiente de reflexión de antenas.
- Medida de diagrama de radiación antenas.
- Medida de directividad de antenas.
- Medida de ganancia de antenas.
- Medida de sección radar y reflectividad de antenas.

| TEST METHODS |

- Measurement of the coefficient of reflection of antennas.
- Measurement of radiation pattern of antennas.
- Measurement of directivity of antennas.
- Measurement of antenna gain.
- Measurement of radar section and reflectivity of antennas.



STRENGTH OF MATERIALS LABORATORY

ORGANIZATION: Structural Mechanics and Industrial Constructions, University School of Industrial Engineering, Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

CONTACT: Rafael Claramunt Alonso **PHONE:** 91 336 31 33 **E-MAIL:** rclaramunt@etsii.upm.es

WEB: <http://labrm.mecaest.etsii.upm.es>

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El Laboratorio de Resistencia de Materiales se encuentra situado en la ETS de Ingenieros Industriales de la UPM, siendo su área principal de trabajo los ensayos de caracterización mecánica y las pruebas de carga de elementos mecánicos. Su actividad principal se centra en la comprobación resistente de piezas de tamaño mediano (unos 3 m de longitud y 2 de altura), principalmente utillaje aeronáutico y ferroviario. Capacidad máxima de carga: 200 t en tracción. 500 t en compresión. El laboratorio no está acreditado, pero sus medidas son trazables a patrones internacionales.

ACTIVITY DESCRIPTION

The Strength of Materials Laboratory is located in ETS of the University School of Industrial Engineering of UPM. The mechanical characterization tests and mechanical elements load proofing are major working areas. The major activity is centered in the strength checking of medium size parts (about 3 m length, 2 m high), mainly aeronautics and railway devices. Maximum load capacity: 200 t tension. 500 t compression. The laboratory is not accredited, but its measures are traceable to international standards.

144

| TIPO DE ENSAYO |

- Ensayos de Comportamiento.
- Ingeniería Civil.
- Mecánicos.

| TYPES OF TEST |

- Behaviour Tests.
- Civil Engineering.
- Mechanics.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Determinación de propiedades mecánicas de materiales mediante ensayos mecánicos y fotoelásticos.

| TEST METHODS |

- Determination of mechanic properties of materials by mechanic and photoelastic tests.



SERVICIOS TÉCNICOS

TECHNICAL SERVICES



Universidad Rey Juan Carlos (URJC)

- Integrated Material Characterization Laboratory | 146 |
- Laser Welding and Material Surface Treatment | 147 |
- Nanomechanics and Nanometric Characterization Laboratory | 148 |

INTEGRATED MATERIAL CHARACTERIZATION LABORATORY

ORGANIZATION: University School of Experimental Sciences and Engineering, Universidad Rey Juan Carlos de Madrid (URJC)

CONTACT: Jesús Rodríguez Pérez **PHONE:** 91 488 71 59 **E-MAIL:** jesus.rodriguez.perez@urjc.es

WEB: www.licam.escet.urjc.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El Laboratorio Integrado de Caracterización de Materiales (LICAM) de la URJC se creó en el año 2001, con el objetivo de dar servicio, como laboratorio de ensayos, en aspectos relacionados con la caracterización mecánica, microestructural y química de materiales estructurales. El LICAM está acreditado por ENAC (norma 17025) desde el 26 de septiembre de 2003 como laboratorio de ensayo número 380/LE807.

ACTIVITY DESCRIPTION

The "Laboratorio Integrado de Caracterización de Materiales" (LICAM) was founded at 2001 at the URJC. Its main objective is providing service in mechanical, microstructural and chemical characterization of materials. The LICAM is accredited by ENAC (17025 standard) as Testing Laboratory from the 26th of september of 2003 (380/LE807).

| TIPO DE ENSAYO |

- Mecánicos.
- Químicos.
- Caracterización microestructural.

| TYPES OF TEST |

- Mechanical.
- Chemical.
- Microstructural characterization.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Ensayo de tracción: determinación de límite elástico, resistencia a tracción y alargamiento a rotura.
- Ensayos de dureza Vickers, Rockwell, Brinell, etc.
- Ensayos de impacto Charpy.
- Ensayos de fractura y fatiga.
- Resistencia al arrancamiento de tornillos.
- Caracterización microestructural.
- Determinación de tamaño de grano.
- Corrosión en niebla salina.
- Ciclos de humedad y temperatura controlada.

| TEST METHODS |

- Tensile test: determination of yield stress, tensile strength and elongation at fracture.
- Hardness test: Vickers, Rockwell, Brinell, etc.
- Charpy impact test:
- Fracture mechanics and fatigue tests.
- Pull out test of screws.
- Microstructural characterization.
- Grain size determination.
- Fog salt spray test.
- Controlled temperature and humidity cycles.



LASER WELDING AND MATERIAL SURFACE TREATMENT

ORGANIZATION: University School of Experimental Sciences and Engineering, Universidad Rey Juan Carlos de Madrid (URJC)

CONTACT: Alejandro Ureña Fernández **PHONE:** 91 488 70 15

WEB: www.materiales.escet.urjc.es/html_es/laser.php

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El laboratorio láser de soldadura y tratamiento superficial de materiales (LASERLABU) se encuentra en el Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales de la URJC. Cuenta con una instalación de dimensión industrial en la que se han integrado dos láseres de alta potencia, un láser de Nd:YAG pulsado de 500 W y un láser de diodos de 1.300 W en un robot industrial antropomórfico de 6 ejes. Estos láseres cuentan con capacidad de soldeo y de tratamiento superficial de múltiples materiales; además se cuenta con un módulo de deposición de polvo y consolidación con láser para la fabricación de recubrimientos.

ACTIVITY DESCRIPTION

The laser welding and material surface treatment (LASERLABU) is located at the Materials Science and Engineering Department at the URJC. Its facilities include an industrial installation that consists of two high power lasers; a 500 W pulsed Nd:YAG laser and 1.300 W high power diode laser, both integrated in an 6 axes industrial anthropomorphic robot. These lasers can be used to welding and to treat the surface of many materials. The facilities of the laboratory also include a laser cladding equipment incorporated to the High Power Diode Laser that incorporates a powder feeder.

147

| TIPO DE ENSAYO |

- Metalúrgicos.

| TYPES OF TEST |

- Metallurgical.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Tratamiento superficial de refusión con láser.
- Soldadura con láser de materiales metálicos y materiales compuestos.
- Consolidación de recubrimientos con láser (laser cladding).

| TEST METHODS |

- Rapid melting and solidification with laser.
- Laser welding of metallic materials and metal matrix composites.
- Laser cladding with powder feeder.



NANOMECHANICS AND NANOMETRIC CHARACTERIZATION LABORATORY

ORGANIZATION: University School of Experimental Sciences and Engineering, Universidad Rey Juan Carlos de Madrid (URJC)
CONTACT: Joaquín Rams Ramos **PHONE:** 91 664 74 60 **E-MAIL:** joaquin.rams@urjc.es
WEB: www.urjc.es

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El laboratorio de nanomecánica y caracterización nanométrica (NANOLABU) se encuentra en el Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales de la URJC y su actividad se centra en la caracterización morfológica y mecánica a escala nanométrica. Cuenta con capacidad de estudio de la dureza, módulo elástico y morfología superficial de materiales en volumen, recubrimientos y películas delgadas de naturaleza metálica, cerámica y polimérica tanto en el aire como en inmersión, y puede realizar la mayoría de estas caracterizaciones en el intervalo de temperatura que se extiende desde la temperatura ambiente hasta los 250 °C. Se dispone también de un sistema de nanoindentación que puede realizar medidas de dureza y módulo elástico aplicando cargas en un intervalo que se extiende desde las escalas habituales de nanodureza hasta las de microdureza.

| TIPO DE ENSAYO |

- Microscopía.
- Mecánicos.

| MÉTODOS DE ENSAYO |

- Microscopía de fuerzas atómicas con capacidad de realizar medidas topográficas, eléctricas, magnéticas y químicas hasta 250 °C.
- Nanoindentación cuasiestática y dinámica desde ambiente hasta 100 °C.
- Nanorayado con medida de fuerza lateral.

ACTIVITY DESCRIPTION

The Nanomechanics and Nanometric Characterization Laboratory (NANOLABU) is located in the Materials Science and Engineering Department at the URJC and it is focused on the morphologic and mechanic characterization at the nanometre range. It facilities allow it to measure the hardness, elastic modulus and the surface structure of bulk materials as well as coatings and thin films of metallic, ceramic or polymeric nature. These measurements can be made in air or in liquids and most of the characterizations can be made in the temperature range from room temperature to 250 °C. It has also other nanoindenter that allows making hardness and elastic modulus applying the usual loads for nanoindentation as well as those used for microhardness testing.

| TYPES OF TEST |

- Microscopy.
- Mechanics.

| TEST METHODS |

- Atomic Force Microscopy able to measure topography, electrical, magnetical and Chemicals properties up to 250 °C.
- Quasi-static and dynamic nanoindentation from room temperature to 100 °C.
- Nano-scratch with lateral force measurement.



PROGRAMAS DE ACTIVIDADES
DE I+D EN TECNOLOGÍAS
AEROESPACIALES DE LA
COMUNIDAD DE MADRID

R&D MADRID NETWORKS. SUPPORTED BY
GENERAL DIRECTORATE OF RESEARCH AND
UNIVERSITIES. COMUNIDAD DE MADRID

PROGRAMAS DE I+D

R&D NETWORKS

ASTRID 05	Desarrollo y explotación de instrumentación astronómica 151	ASTRID 05	Development & exploitation of astronomical instrumentation 151
ASTROCAM	Red de Astrofísica de la Comunidad de Madrid 158	ASTROCAM	Astrophysics Network of the Comunidad de Madrid 158
ESTRUMAT	Materiales Estructurales Avanzados 163	ESTRUMAT	Advanced Structural Materials 163
FOTOFLEX-CM	Células fotovoltaicas flexibles de Materiales policristalinos 171	FOTOFLEX-CM	Flexible photovoltaic cells polycrystal made of polycrystal materials 171
SIMUMAT	Modelización Matemática y Simulación Numérica en Ciencia y Tecnología 175	SIMUMAT	Mathematical Modelling and Numerical Simulation in Science and Technology 175

Desarrollo y explotación de instrumentación astronómica

Development & exploitation of astronomical instrumentation

ASTRID 05



<http://www.astrid-cm.org/>

151



| RESUMEN |

El proyecto ASTRID se propone coordinar las actividades de un grupo científico-tecnológico intercentros (Consejo Superior de Investigaciones Científicas-CSIC, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial-INTA, Universidad Autónoma de Madrid-UAM, Universidad Complutense de Madrid-UCM, Universidad Nacional de Educación a Distancia-UNED, Universidad Politécnica de Madrid-UPM y European Space Astronomy Centre-ESAC), con la participación de empresas de ingeniería del sector aeroespacial ubicadas en la CAM.

El objetivo de la propuesta se enmarca en el desarrollo y explotación de instrumentación astronómica en grandes instalaciones internacionales de las que España es miembro (Agencia Espacial Europea-ESA, Gran Telescopio Canarias-GTC) y en un futuro inmediato, European Southern Observatory-ESO) o en las que puede colaborar a nivel internacional (NASA).

| SOCIOS / PARTICIPANTS |

Coordinador general/ **Coordinator**
JESÚS GALLEGO MAESTRO

Técnico de gestión / **Programme Manager**
MARTA ABELLEIRA ÁLVAREZ

| ABSTRACT AND GOALS |







In this project we propose to coordinate the activities of a group with scientific and technological capabilities, composed of personnel from different institutions (Consejo Superior de Investigaciones Científicas-CSIC, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial-INTA, Universidad Autónoma de Madrid-UAM, Universidad Complutense de Madrid-UCM, Universidad Nacional de Educación a Distancia-UNED, Universidad Politécnica de Madrid-UPM and European Space Astronomy Centre-ESAC), with the participation of the aerospace industries located in the Madrid area.

The project focuses on the development and exploitation of astronomical instrumentation, to be used in large international facilities belonging to institutions of which Spain is a member (European Space Agency-ESA, Gran Telescopio Canarias-GTC, and European Southern Observatory-ESO) or participate through international collaborations (NASA).

Instituciones participantes / **Participant Institutions:**

-  Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Complutense de Madrid.
-  Departamento de Astrofísica Molecular e Infrarroja del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
-  Centro de Astrobiología (CSIC-INTA).
-  Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.
-  Departamento de Inteligencia Artificial de la Universidad Nacional de Educación a Distancia.
-  European Space Astronomy Center- ESAC.
-  Universidad Autónoma de Madrid.
-  Universidad Politécnica de Madrid.

Instituciones asociadas / **Associated Institutions**

-  Universidad de Florida.
-  Planetario de Madrid.
-  Deep Space Network Advanced Tracking and Observational Techniques Office (Jet propulsion laboratory).
-  Universidad Nacional Autónoma de Méjico (INAOE).
-  Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica de Méjico.
-  GRANTECAN S.A.

Empresas asociadas / **Private Members**

- | | |
|--|---|
|  FRACTAL S.L.N.E. |  GMV |
|  SERCO |  DEIMOS SPACE |
|  CRISA |  EADS/CASA |
|  LIDAX |  VEGA |
|  INSA |  TCP Sistemas e Ingeniería |
|  IDOM |  SUN Microsystems |
|  ÓPTICA ROMA |  GRANTECAN S.A. |



Figura 1. Imagen de la galaxia con núcleo activo y formación estelar intensa NGC1808 tomada con el satélite XMM-Newton en rayos X (azul) y en luz ultravioleta (verde) y completada con una imagen en la línea de Halpha en rojo, tomada desde tierra (CTIO). Referencia Jiménez-Bailón et al. 2005, A&A 442, 861.

Figure 1. Multiband image of the active and starburst galaxy NGC 1088. X-ray emission is coded in blue and ultraviolet in green, both taken with XMM-Newton. Red corresponds to the Halpha emission obtained from ground with the CTIO telescope (Jiménez-Bailón et al. 2005, A&A 442, 861).



Figura 2. Observando desde la sala de control del telescopio Isaac Newton del observatorio del Roque de los Muchachos en La Isla de La Palma.

Figure 2. Observations from the Isaac Newton telescope control room - Observatorio del Roque de los Muchachos in La Palma Island.





Figura 3. Maquetas de la cámara óptica OMC del satélite de rayos gamma INTEGRAL y banco de pruebas del espectrógrafo infrarrojo MIRI para el telescopio espacial JWST expuestas en la IX Feria Madrid es Ciencia de la Comunidad de Madrid.

Figure 3. The INTEGRAL-OMC structural and thermal model and a test mockup of the MIRI Telescope Simulator for the JWST mission being exposed during the IX Fair "Madrid es Ciencia" organized by the Comunidad de Madrid.

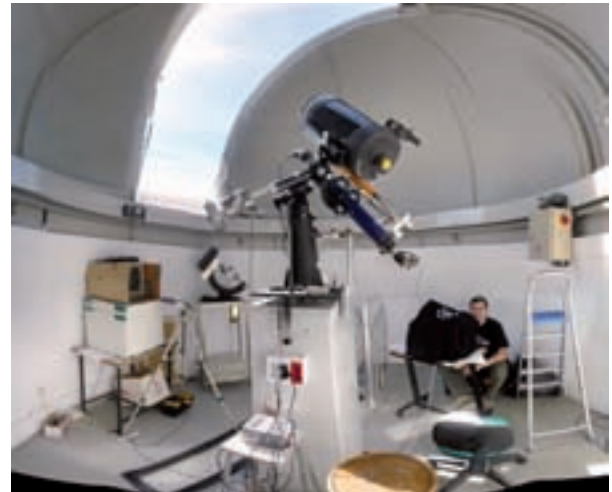


Figura 4. Interior de la cúpula Oeste del Observatorio UCM. Las imágenes de la fotosfera y de la cromosfera solar se están retransmitiendo a través de Internet en tiempo real.

Figure 4. View of the West Dome of the UCM Observatory, while broadcasting via Internet in real time images of the Sun photosphere and chromosphere.

153



Figura 5. Observatorio espacial INTEGRAL (International Gamma Ray Astrophysical Observatory) en la sala de montaje en ESTEC. La cámara óptica de OMC puede verse arriba a la izquierda. La cámara óptica OMC fue diseñada y construida por científicos e ingenieros del LAEFF e INTA, en colaboración con otras Instituciones europeas

Figure 5. The INTEGRAL (International Gamma Ray Astrophysical Observatory) spacecraft in the assembly facilities at ESTEC. The OMC optical camera can be seen at the top left. OMC was designed and built by scientists and engineers at LAEFF and INTA, in collaboration with other European institutions.



Figura 6. Montaje del plano focal de INTEGRAL-OMC con el modelo de CCD para pruebas colocado.

Figure 6. The INTEGRAL-OMC Focal Plane Assembly, with the qualification model CCD mounted.

| LÍNEAS DE TRABAJO DESTACADAS |

El objetivo de la propuesta se enmarca en el desarrollo y explotación de instrumentación astronómica en grandes instalaciones internacionales de las que España es miembro (Agencia Espacial Europea-ESA, Gran Telescopio Canarias-GTC, Antártida y desde febrero de 2007, European Southern Observatory-ESO) o en las que puede colaborar a nivel internacional (NASA). La constitución de grupos más potentes a partir de equipos de científicos y tecnólogos con experiencia complementaria, actualmente ubicados en distintas instituciones, es imprescindible para poder abordar proyectos de mayor envergadura en el futuro próximo.

Vertebrada por dos líneas astrofísicas de gran interés que se beneficiarán de los desarrollos tecnológicos propuestos (estudio de la formación estelar y los objetos en el límite subestelar, formación y evolución de galaxias), los objetivos científico-tecnológicos que se proponen abordar en el periodo de la convocatoria son:

- Observatorio Virtual Español: Archivo científico de GTC. Actividades preparatorias para misiones de la ESA. Implementación de técnicas de minería de datos.
- Desarrollo del software de reducción de datos de instrumentos para GTC (por ejemplo EMIR, Espectrógrafo Multiobjeto InfraRojo).
- Desarrollo de MIRI (Mid-Infrared Instrument) en el James Webb Space Telescope (JWST). Actividades de integración, verificación y calibración.
- Definición de instrumentos de segunda generación para GTC (Near-infrared High-resolution spectrograph for pPlanet hunting-NAHUAL, y FRIDA, una cámara en el IR cercano y un espectrógrafo de baja resolución).
- Operación del instrumento OMC (Optical Monitoring Camera) a bordo de la misión INTEGRAL (International Gamma Ray Astrophysical Laboratory) y explotación científica del observatorio.
- Explotación científica de los instrumentos del satélite de altas energías XMM-Newton.
- Desarrollo de instrumentación radioastronómica y coordinación de las observaciones de astrónomos españoles en el tiempo disponible en el Radiotelescopio de 70 m del complejo de Robledo de Chavela.

154



| RESEARCH LINES |

The goal of this proposal is framed within the development and exploitation of astronomical instrumentation international facilities in which Spain is a member (European Space Agency-ESA, Gran Telescopio Canarias-GTC, Antarctica and, since February 2007, the European Southern Observatory-ESO), or those in which we can participate through international collaborations (NASA). Building more powerful groups out of already existing scientific and technological ones with complementary expertise, currently located in different institutions, is paramount in order to address larger scope projects in the near future. Organized around two astrophysical topics of great interest, which will benefit from proposed technological developments (formation of stars and objects in the substellar limit, formation and evolution of galaxies), the scientific and technological goals proposed to tackle are:

- Spanish Virtual Observatory: GTC Scientific Data. Preliminary activities for ESA missions. Implementation of Data-mining Techniques.
- Development of data-reduction software tools for GTC instruments (such as EMIR, near-infrared, Multi-object Infrared Spectrograph).
- Development of MIRI (Mid-Infrared Instrument) at the James Webb Space Telescope (JWST). Integration, checking and calibration activities.
- Definition of second-generation instruments for GTC (Near-infrared High-resolution spectrograph for pPlanet hunting-NAHUAL, and FRIDA, a near-infrared camera and a low-resolution spectrograph).
- Operation of the OMC instrument (Optical Monitoring Camera) onboard the INTEGRAL mission (International Gamma Ray Astrophysical Laboratory), as well as the scientific exploitation of the observatory.
- Scientific exploitation of the instruments in the high-energy satellite XMM-Newton.
- Development of radio-astronomic instrumentation, as well as coordination of the observations carried out by Spanish astronomers using the available time in the 70m radiotelescope in the Robledo de Chavela complex.



Figura 7. El modelo de vuelo de INTEGRAL-OMC siendo instalado en su contenedor para ser enviado a ESA.

Figure 7. The INTEGRAL-OMC Flight Model being installed in its container to be shipped to ESA.

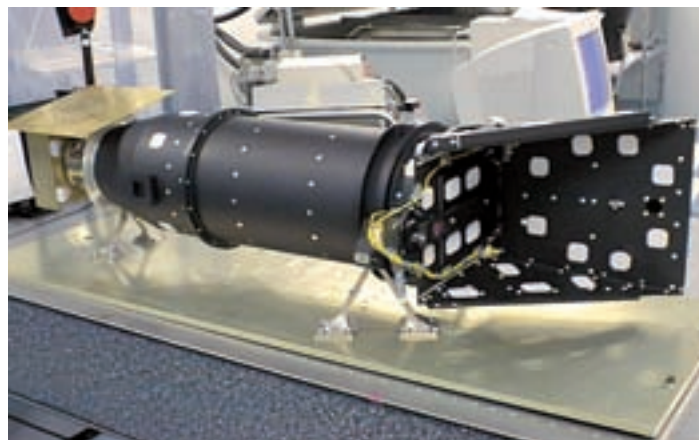


Figura 8. Modelo de vuelo INTEGRAL-OMC durante su integración en el laboratorio del INTA.

Figure 8. The INTEGRAL-OMC Flight Model during the integration at the INTA laboratory.

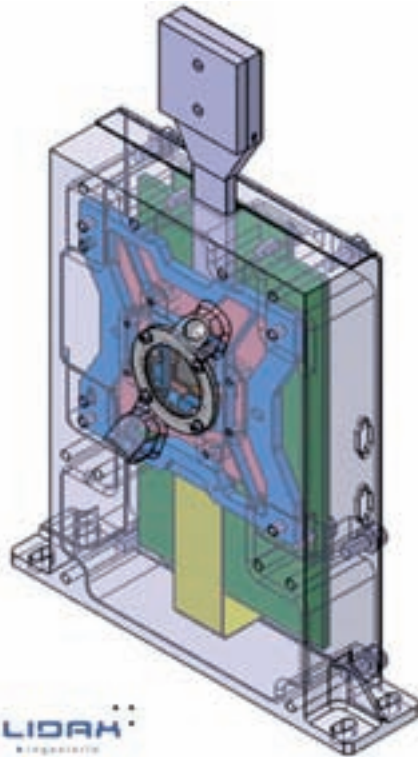


Figura 9. Diseño CAD preliminar de instrumento MIXS de Bepi Colombo.
 Figure 9. CAD Preliminary Design of the Bepi Colombo MIXS Focal Plane Assembly.

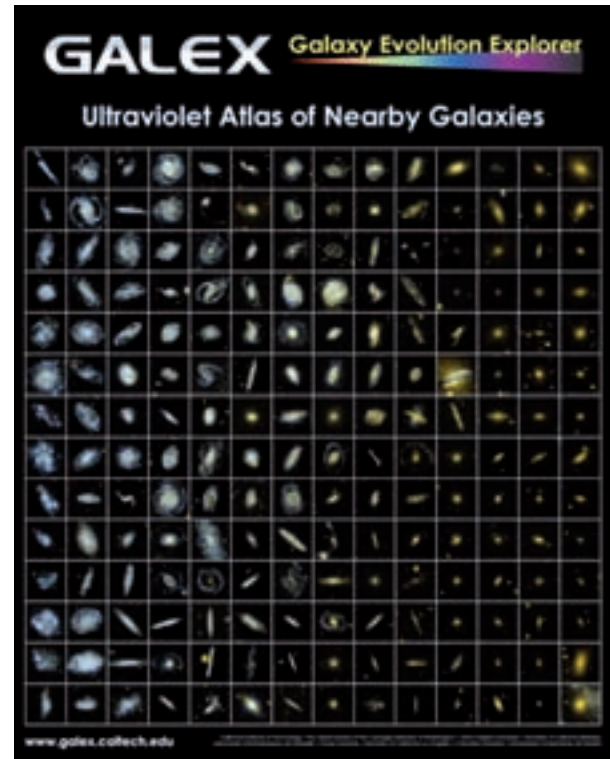


Figura 10. Atlas ultravioleta de galaxias cercanas obtenida por el satélite GALEX.

Figure 10. Ultraviolet atlas of nearby galaxies observed by the GALEX Space Observatory.

- Apoyo a la implantación y estabilización de un máster de Astrofísica en la CAM.

Una vez comenzado el programa ASTRID, en el seno del mismo se han iniciado cinco nuevos desarrollos científico-tecnológicos:

- Instrumento para estación de observación astronómica en la Antártida.
- Instrumento MIXS para la misión Beppi-Colombo a Mercurio.
- Desarrollos tecnológicos para el European Extremely Large Telescope.
- Participación en el programa Cosmic Vision de la ESA:
 - Misión PLATO.
 - Misión XEUS.
 - Misión DARWIN.
- Satélite MADRISAT.

- Support for the establishment and stabilization of a Master in Astrophysics in the region of Madrid.

Now that the ASTRID program is already running, five new scientific and technological projects are already under way:

- An instrument for the astronomical observing station in Antarctica.
- The MIXS instrument for the Beppi-Colombo mission to Mercury.
- Technological developments for the European Extremely Large Telescope.
- Participation in ESA's Cosmic Vision programme:
 - PLATO mission.
 - XEUS mission.
 - DARWIN mission.
- MADRISAT Satellite.



Figura 11. Telescopio nórdico NOT en la isla de la Palma al atardecer justo antes de empezar la observación astronómica. Se aprecia el espectrógrafo ALFOSC colocado en el foco cassegrain y las ventanas de ventilación en el perímetro de la cúpula.

Figure 11. Nordic Optical Telescope (NOT) in La Palma at dusk, just before starting an observational campaign. The ALFOSC spectrograph can be seen at the Cassegrain focus, as well as the venting windows in the dome perimeter.

156

INFRAESTRUCTURA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA Y SERVICIOS

- Centro de Datos Científicos del LAEFF (INTA).
- Red de telescopios robóticos del CAB.
- Observatorio astronómico de la UCM.
- Observatorio astronómico de la UAM.
- Radiotelescopios de la estación de seguimiento de Robledo de Chavela.
- Radiotelescopios de la estación espacial de Villafranca del Castillo.

EQUIPMENT

- Scientific Data Center at LAEFF (INTA).
- Robotic telescope net at CAB (CSIC-INTA).
- Observatorio astronómico de la UCM.
- Observatorio astronómico de la UAM.
- Radiotelescopios at the Robledo de Chavela Tracking station.
- Radiotelescopios at the Villafranca del Castillo Tracking station.

PUBLICACIONES Y PATENTES RELEVANTES / RELEVANT PATENTS & PUBLICATIONS

Publicaciones más relevantes / Relevant Publications

Grupo Formación Estelar y Objetos de Baja Masa

Two T dwarfs from the UKIDSS early data release. Kendall, T.R. et al. 2007, *Astronomy and Astrophysics*, vol 466, pg. 1059-1064.

A mid-infrared study of very low mass stars and brown dwarfs in Upper Scorpius. Bouy, H., Huélamo, N., Martín, E. L., Barrado y Navascués, D., Sterzik, M., & Pantin, E. 2007, *Astronomy and Astrophysics*, vol 463, pg. 641-646.

A Sensitive Search for Variability in Late L Dwarfs: The Quest for Weather. Morales-Calderón, M., Stauffer, J.R., Kirkpatrick, J. Davy, Carey, S., Gelino, C.R., Barrado y Navascués, D., Rebull, L., Lowrance, P., Marley, M.S., Charbonneau, D., Patten, B. M., Megeath, S.T., & Buzasi, D. 2006, *Astrophysical Journal*, vol 653, pg. 1454-1463.

A search for substellar members in the Praesepe and sigma Orionis clusters. González-García, B.M., Zapatero Osorio, M.R., Béjar, V.J.S., Bihain, G., Barrado y Navascués, D., Caballero, J.A., & Morales-Calderón, M. 2006, *Astronomy and Astrophysics*, vol 460, pg. 799-810.

Are isolated planetary-mass objects really isolated? A brown dwarf-exoplanet system candidate in the Orionis cluster. Caballero, J.A., Martín, E.L., Dobbie, P.D., & Barrado y Navascués, D. 2006, *Astronomy and Astrophysics*, vol 460, pg. 635-640.

On the age of the TW Hydrae association and 2M1207334-393254. Barrado y Navascués, D. 2006, *Astronomy and Astrophysics*, vol 459, pg. 511-518.

Grupo Astrofísica Extragaláctica

Spitzer Power-Law Active Galactic Nucleus Candidates in the Chandra Deep Field-North. Donley, J. L., Rieke, G. H., Pérez-González, P. G., Rigby, J. R., & Alonso-Herrero, A. 2007, *Astrophysical Journal*, vol 660, pg. 167-190.

XMM-Newton broad-band observations of NGC 7582: N{H} variations and fading out of the active nucleus. Piconcelli, E., Bianchi, S., Guainazzi, M., Fiore, F., & Chiaberge, M. 2007, *Astronomy and Astrophysics*, vol 466, pg. 855-863.

Specific Star Formation Rate Profiles in Nearby Spiral Galaxies: Quantifying the Inside-Out Formation of Disks. Muñoz-Mateos, J. C., Gil de Paz, A., Boissier,



- S., Zamorano, J., Jarrett, T., Gallego, J., & Madore, B. F. 2007, *Astrophysical Journal*, vol 658, pg. 1006-1026.
- The XMM-Newton/INTEGRAL monitoring campaign of IGR J16318-4848. Ibarra, A., Matt, G., Guainazzi, M., Kuulkers, E., Jiménez-Bailón, E., Rodríguez, J., Nicastro, F., & Walter, R. 2007, *Astronomy and Astrophysics*, vol 465, pg. 501-507.
- Morphologies and stellar populations of galaxies in the core of Abell 2218. Sánchez, S. F., Cardiel, N., Verheijen, M. A. W., Pedraz, S., & Covone, G. 2007, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol 376, pg. 125-150.
- On the origin of soft X-rays in obscured AGN: answers from high-resolution spectroscopy with XMM-Newton. Guainazzi, Matteo & Bianchi, Stefano 2007, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol 374, pg. 1290-1302.
- An Ultraviolet-to-Radio Broadband Spectral Atlas of Nearby Galaxies. Dale, D. A., Gil de Paz, A., et al. 2007, *Astrophysical Journal*, vol 655, pg. 863-884.
- A Contribution to the Selection of Emission-Line Galaxies Using Narrowband Filters in the Optical Airglow Windows. Pascual, S., Gallego, J., & Zamorano, J. 2007, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, vol 119, pg. 30-49.
- Medium-resolution Isaac Newton Telescope library of empirical spectra - II. The stellar atmospheric parameters. Cenarro, A. J., Peletier, R. F., Sánchez-Blázquez, P., et al. 2007, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol 374, pg. 664-690.
- XMM-Newton view of the double-peaked Fe K α complex in E1821+643. Jiménez-Bailón, E., Santos-Lleó, M., Piconcelli, E., Matt, G., Guainazzi, M., & Rodríguez-Pascual, P. 2007, *Astronomy and Astrophysics*, vol 461, pg. 917-922.
- High Spatial Resolution T-ReCS Mid-Infrared Imaging of Luminous Infrared Galaxies. Alonso-Herrero, A., Colina, L., Packham, C., Díaz-Santos, T., Rieke, G.H., Radomski, J.T., & Telesco, C.M. 2006, *Astrophysical Journal*, vol 652, pg. L83-L87.
- The Fate of Spiral Galaxies in Clusters: The Star Formation History of the Aemnic Virgo Cluster Galaxy NGC 4569. Boselli, A., Boissier, S., Cortese, L., Gil de Paz, A., Seibert, M., Madore, B. F., Buat, V., & Martin, D.C. 2006, *Astrophysical Journal*, vol 651, pg. 811-821.
- Integral Field Spectroscopy of the Luminous Infrared Galaxy Arp 299 (IC 694 + NGC 3690). García-Marín, M., Colina, L., Arribas, S., Alonso-Herrero, A., & Mediavilla, E. 2006, *Astrophysical Journal*, vol 650, pg. 850-871.
- Near-Infrared and Star-forming Properties of Local Luminous Infrared Galaxies. Alonso-Herrero, A., Rieke, G.H., Rieke, M.J., Colina, L., Pérez-González, P.G., & Ryder, Stuart D. 2006, *Astrophysical Journal*, vol 650, pg. 835-849.
- Stellar populations of early-type galaxies in different environments. I. Line-strength indices. Relations of line-strengths with α . Sánchez-Blázquez, P., Gorgas, J., Cardiel, N., & González, J.J. 2006, *Astronomy and Astrophysics*, vol 457, pg. 787-808.
- Ultraviolet through Far-Infrared Spatially Resolved Analysis of the Recent Star Formation in M81 (NGC 3031). Pérez-González, P.G., Kennicutt, Robert C., Jr., Gordon, Karl D., Misselt, Karl A., Gil de Paz, A. Et al. 2006, *Astrophysical Journal*, vol 648, pg. 987-1006.
- A Note on Solar Cycle Length Estimates. Vaquero, J.M., García, J.A., & Gallego, M.C. 2006, *Solar Physics*, vol 235, pg. 433-437.
- CCS and NH3 Emission Associated with Low-Mass Young Stellar Objects. de Gregorio-Monsalvo, I., Gómez, José F., Suárez, O., Kuiper, T., Rodríguez, L.F., & Jiménez-Bailón, E. 2006, *Astrophysical Journal*, vol 642, pg. 319-329.
- Luminous Compact Blue Galaxies up to z~1 in the Hubble Space Telescope Ultra Deep Field. I. Small Galaxies or Blue Centers of Massive Disks? Noeske, K., Koo, D., Phillips, A.C., Willmer, C., Melbourne, J., Gil de Paz, A., & Papaderos, P. 2006, *Astrophysical Journal*, vol 640, pg. L143-L146.
- Ultraviolet-to-far infrared properties of Lyman break galaxies and luminous infrared galaxies at z ~ 1. Burgarella, D., Pérez-González, P.G. et al. 2006, *Astronomy and Astrophysics*, vol 450, pg. 69-76.
- Evolution of the Circumnuclear Radio Supernova SN 2000ft in NGC 7469. Alberdi, A., Colina, L., Torrelles, J. M., Panagia, N., Wilson, A. S., & Garrington, S. T. 2006, *Astrophysical Journal*, vol 638, pg. 938-945.
- Discovery of Water Maser Emission in Eight AGNs with 70m Antennas of NASA's Deep Space Network. Kondratko, P.T., Greenhill, L.J. et al., 2006, *Astrophysical Journal*, vol 638, pg. 100-105.
- UV Dust Attenuation in Normal Star-Forming Galaxies. I. Estimating the LTIR/LFUV Ratio. Cortese, L., Boselli, A., Buat, V., Gavazzi, G., Boissier, S., Gil de Paz, A., Seibert, M., Madore, B. F., & Martin, D. C. 2006, *Astrophysical Journal*, vol 637, pg. 242-254.
- The Second IBIS/ISGRI Soft Gamma-Ray Survey Catalog. Bird, A. J., Barlow, E. J. Et al. 2006, *Astrophysical Journal*, vol 636, pg. 765-776.

Publicaciones de libros / Books and Publications

El desafío del Universo. De Tales de Mileto a la energía oscura. Telmo Fernández y Benjamín Montesinos. Colección Gran Austral, Espasa-Calpe, 2007. Páginas: 470. ISBN: 9788467026214.

Bitácora Estelar. David Barrado y Benjamín Montesinos. Editorial Sirius, 2007. Páginas: 230. ISBN: 9788495495945.

Red de Astrofísica de la Comunidad de Madrid

Astrophysics Network of the Comunidad de Madrid

ASTROCAM



<http://www.astrocam.es>

| RESUMEN |

Necesidades

1. Dotación y desarrollo de tecnología punta en el sector aeroespacial como complemento esencial al liderazgo en propuestas científicas en misiones espaciales internacionales.
2. Sinergia entre los distintos grupos de investigación para cimentar las bases de excelencia de un futuro Instituto de Astrofísica de la Comunidad de Madrid.
3. Fomentar la divulgación y la educación científicas entre distintas instituciones públicas y privadas de la Comunidad de Madrid.

Resultados

1. Estudios de viabilidad de empresas del sector aeroespacial; desarrollo e implementación de hardware, sistemas criogénicos, desarrollo de software. En progreso y estudio.
2. Colaboraciones en marcha a nivel científico, codirección de tesis doctorales, intercambios de ideas y know-how, organización conjunta de congresos, escuelas avanzadas para doctores.
3. Colaboración ASTROCAM-CosmoCaixa (Obra Social La Caixa) a pleno rendimiento. Uso de un telescopio robótico cofinanciado por el consorcio para fines educativos y divulgativos.

Interés

1. Industria aeroespacial y empresas subcontratadas (desarrollo instrumental en óptica, nanomateriales, superconductores, sistemas de enfriamiento, hardware, software de control ...).

| ABSTRACT AND GOALS |

Needs

1. Equipment and development of leading technology in the aerospace industry as an essential complement to our leadership in scientific proposals involving international space missions.
2. Synergy amongst all research groups in order to lay down the excellence basics for a prospective Astrophysical Institute at the Comunidad de Madrid.
3. Promotion of both scientific divulgation and education amongst different private and public institutions at the Comunidad de Madrid.

Results

1. Feasibility studies from enterprises in the aerospace industry; hardware development and implementation; cryogenic systems, software development. In progress.
2. Ongoing collaborations in science, Ph.D. thesis codirection, knowledge transfer, joint venture of meetings and workshops; organisation of advanced schools for young Ph. D. doctors.
3. ASTROCAM-CosmoCaixa (Obra Social La Caixa) collaboration in full performance. Use of a robotic telescope cofunded by the project for both divulgation and educational purposes.

Interests

1. Aerospace Industry and outsourcing (instrumentation development in Optics, nanomaterials, superconductors, cooling systems, hardware and software control ...).



2. Sistema global de enseñanza y educación en Ciencias.
3. Entidades vinculadas a la difusión de la Ciencia y su importancia sociológica para el desarrollo humano y tecnológico del país.

2. Learning and educational global system in Sciences.
3. Science divulgation institutions and their sociologic impact for both technological and human development.

| SOCIOS / PARTICIPANTS |

Coordinador general/ **Coordinator**
 JOSÉ CERNICHARO QUINTANILLA (IEM-CSIC)

Técnico de gestión / **Programme Manager**
 MARCELO CASTELLANOS BELTRÁN (IEM-CSIC)

Instituto de Estructura de la Materia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IEM-CSIC), Universidad Autónoma de Madrid (UAM, Facultad de Ciencias), Universidad Complutense de Madrid (UCM, Facultad de Ciencias Físicas y Ciencias Matemáticas), Universidad Politécnica de Madrid (UPM, Arquitectura de Sistemas Informáticos), Universidad Europea de Madrid (UEM), European Space Astronomy Center (ESAC, Villafraanca del Castillo), Deimos-Space, GMV, INSA, SERCO, VEGA.



| LÍNEAS DE TRABAJO DESTACADAS |

1. Respuesta de ASTROCAM al “call for missions” del programa COSMIC VISION de la Agencia Espacial Europea (ESA). Todos los socios

| RESEARCH LINES |

1. ASTROCAM involvement in the European Space Agency (ESA) “call for missions” COSMIC VISION programme. All the project partners work

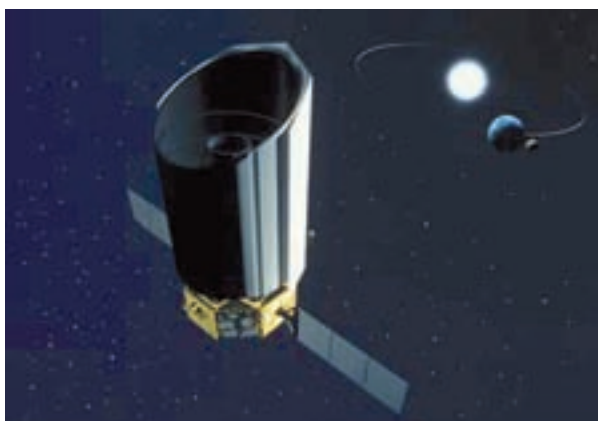


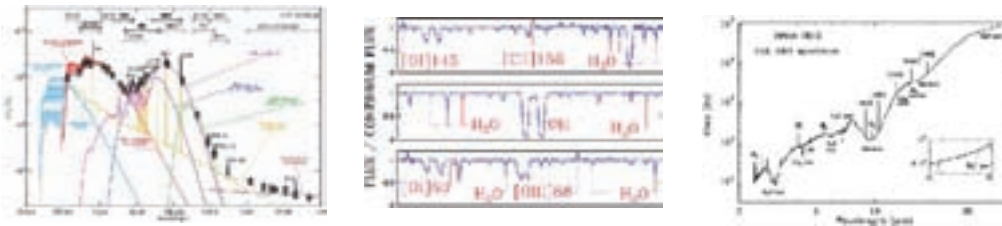
Figura 1. Vision artística de la misión espacial infrarroja SPICA (JAXA/ESA).
 Figure 1. Artistic vision of the SPICA infrared space mission (JAXA/ESA).



Figura 2. Observatorio Robótico de la UPM/ASTROCAM.

Figure 2. Robotic Observatory at UPM/ASTROCAM.

160



Figuras 3, 4 y 5. SPICA ampliará nuestro conocimiento de las condiciones físicas del gas atómico (p.e. [OI]), molecular (p.e. H₂O) y del medio ionizado (p.e. [OIII]).

Figures 3, 4 y 5. SPICA will spread our knowledge on the physical conditions of the atomic gas (e.g. [OI]), molecular gas (e.g. H₂O), and the ionized medium (e.g. [OIII]).



Figura 6. SPICA comprobará la validez de los actuales modelos de formación planetaria y de discos protoplanetarios.

Figure 6. SPICA will test both current theories of planetary formation and protoplanetary disks.

del Consorcio trabajan en la preparación de propuestas y estudios de viabilidad de la misión espacial europeo-nipona "Spica". Dicha misión ha sido aprobada por la Agencia Espacial Europea para posterior análisis. El representante español en la misión, Dr. Francisco Najarro, de ASTROCAM, ha solicitado financiación al Plan Nacional del Espacio para estudios de viabilidad y desarrollo para la contribución española en el instrumento europeo (espectrómetro infrarrojo), involucrando con "cartas de oportunidad" a las empresas del Consorcio.

2. Explotación científica de los programas de observación ("Key Programs") del Telescopio Espacial Infrarrojo "Herschel". Previsto su lanzamiento para finales de este año, se ha solicitado un proyecto CONSOLIDER (el proyecto ha pasado la fase I), que involucra a dos de los socios de ASTROCAM, para optimizar la preparación y estudio de los datos que ofrecerá Herschel a la comunidad astronómica.
3. Pleno funcionamiento de la cúpula automatizada y del telescopio robótico, teleoperado vía internet, en la Universidad Politécnica de Madrid (Departamento de Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos, Facultad de Informática). Inauguración llevada a cabo el 15 de Febrero de 2008 en el auditorio de CosmoCaixa-Alcobendas.

161

| INFRAESTRUCTURA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA Y SERVICIOS |

Telescopio robótico, teleoperado vía internet, en la Universidad Politécnica de Madrid (Departamento de Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos, Facultad de Informática). Colaboración en marcha con la Universidad Complutense de Madrid. Transferencia de tecnología:

- Software de control y aplicaciones bajo licencia GPL (GNU Public License) y documentación bajo licencia FDL (Free Documentation License).
- Creación de laboratorios accesibles vía internet (realización de prácticas a distancia). Proyecto en marcha desde 2001 (proyecto CICLOPE).

| PUBLICACIONES Y PATENTES RELEVANTES / RELEVANT PATENTS & PUBLICATIONS |

Curso sobre "Nacimiento y muerte de las estrellas: Formación de estrellas y planetas" celebrado entre los días 8 al 29 de Abril en CosmoCaixa-Alcobendas. Publicación de entrevista en Diario Público, el pasado 4 de mayo, a Tristan Guillot, astrofísico invitado por ASTROCAM al evento.

Inauguración del Telescopio robótico de la UPM el 15 de febrero de 2008 en el auditorio de CosmoCaixa-Alcobendas. Lleno completo del auditorio y más de 10.000 visitas a nuestra página web para seguir vía-web la retransmisión en directo del evento (observación de la Luna, Saturno, y otros objetos de interés). Enlace directo desde la página de madri+d.

Retransmisión en directo del Eclipse Total de Luna el 21 de Febrero de 2008 a través del Telescopio Robótico UPM y del Observatorio de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Más de 60.000 visitas vía-web del evento a través de las páginas de la UCM (David Montes, ASTROCAM, Coordinador), y de la UPM-ASTROCAM.

together in the preparation of proposals and feasibility studies for the joint european-japanese space mission "Spica". This mission has been full approved for further considerations by ESA. The scientific Spanish representative in the mission, Dr. Francisco Najarro (ASTROCAM member), has applied for funding to the Plan Nacional del Espacio to support feasibility studies and development for the Spanish contribution to the european instrumentation on-board of the satellite (infrared spectrograph). Letters of support have been submitted by private enterprises of the ASTROCAM project.

2. Scientific exploitation of the "Herschel Infrared Space Telescope Key Programs". The launching of the satellite is foreseen at the end of the current year, and a CONSOLIDER financial programme has been applied for, involving different ASTROCAM partners (amongst others) to optimise the study and reduction of data taken by Herschel.
3. Full performance of the automated dome and robotic telescope (internet operational), at the Universidad Politécnica de Madrid (Departamento de Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos, Facultad de Informática). The opening act was held at the CosmoCaixa-Alcobendas auditorium on February 15th, 2008.

| EQUIPMENT |

Internet operational robotic telescope, at the Universidad Politécnica de Madrid (Departamento de Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos, Facultad de Informática). Ongoing collaboration with the Universidad Complutense de Madrid. Technology transfer:

- Control software and applications under GPL license (GNU Public License). Documentation under FDL principles (Free Documentation License).
- Creation and performance of e-laboratories (on-line scientific practices). Ongoing Project since 2001 (CICLOPE project).

Organización de la Escuela Avanzada ASTROCAM en Astrofísica y Cosmología en El Escorial (17 al 21 de Diciembre de 2007) para jóvenes doctores en Astrofísica, Ingeniería y Ciencias Espaciales. Éxito en afluencia de 40 investigadores doctores nacionales y extranjeros, conectado con el Master Interuniversitario de Astrofísica UAM-UCM (Mención de Calidad del MCINN) y 7 profesores de excelencia mundial.

Research Group on the Interstellar Medium in high-z Galaxies and Galaxy formation and evolution:

Martín-Manjón, M. L.; Mollá, M.; Díaz, A. I.; Terlevich, R. The evolution of HII galaxies: testing the bursting scenario through the use of self-consistent models. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 2008MNRAS.385..854M.



Martínez-Serrano, Francisco J.; Serna, Arturo; Domínguez-Tenreiro, Rosa; Mollá, Mercedes. Chemical evolution of galaxies. I. A composition-dependent SPH model for chemical evolution and cooling. In press. 2008arXiv0804.3766M.

Knebe, Alexander; Draganova, Nadya; Power, Chris; Yepes, Gustavo; Hoffman, Yehuda; Gottlöber, Stefan; Gibson, Brad K. On the relation between the radial alignment of dark matter subhaloes and host mass in cosmological simulations. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2008MNRAS.386L..52K.

Cuesta, Antonio J.; Betancort-Rijo, Juan E.; Gottlöber, Stefan; Patiri, Santiago G.; Yepes, Gustavo; Prada, Francisco. Spin alignment of dark matter haloes in the shells of the largest voids. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2008MNRAS.385..867C.

Research Group in Stellar Formation at different scales:

Hägele, Guillermo F.; Díaz, Ángeles I.; Terlevich, Elena; Terlevich, Roberto; Pérez-Montero, Enrique; Cardaci, Mónica V. Precision abundance analysis of bright HII galaxies. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2008MNRAS.383..209H.

Crespo-Chacón, I.; Micela, G.; Reale, F.; Caramazza, M.; López-Santiago, J.; Pillitteri, I. X-ray flares on the UV Ceti-type star CC Eridani: a “peculiar” time-evolution of spectral parameters. Astronomy and Astrophysics. 2007A&A...471..929C.

Gálvez, M. C.; Montes, D.; Fernández-Figueroa, M. J.; de Castro, E.; Cornide, M. Multiwavelength optical observations of chromospherically active binary systems. V. FF UMa (2RE J0933+624): a system with orbital period variation. Astronomy and Astrophysics. 2007A&A...472..587G.

Shustov, Boris; Sachkov, Mikhail; Gómez de Castro, Ana I.; Huang, Maohai; Werner, Klaus; Kappelmann, Norbert; Pagano, Isabella. WSO-UV-ultraviolet mission for the next decade. Astrophysics and Space Science. 2008Ap&SS.tmp..101S

Agúndez, M.; Cernicharo, J.; Goicoechea, J. R. Formation of simple organic molecules in inner T Tauri disks. Astronomy and Astrophysics. 2008A&A...483..831A

Lerate, M. R.; Yates, J.; Viti, S.; Barlow, M. J.; Swinyard, B. M.; White, G. J.; Cernicharo, J.; Goicoechea, J. R. Physical parameters for Orion KL from modelling its ISO high-resolution far-IR CO line spectrum. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2008MNRAS.tmp..675L.

Thaddeus, P.; Gottlieb, C. A.; Gupta, H.; Brünken, S.; McCarthy, M. C.; Agúndez, M.; Guélin, M.; Cernicharo, J. Laboratory and Astronomical Detection of the Negative Molecular Ion C₃N⁻. The Astrophysical Journal. 2008ApJ...677.1132T.

Agúndez, M.; Fonfria, J. P.; Cernicharo, J.; Pardo, J. R.; Guélin, M. Detection of circumstellar CH₂CHCN, CH₂CN, CH₃CCH, and H₂CS. Astronomy and Astrophysics. 2008A&A...479..493A.

Fonfria, J. P.; Cernicharo, J.; Richter, M. J.; Lacy, J. H. A Detailed Analysis of the Dust Formation Zone of IRC +10216 Derived from Mid-Infrared Bands of C₂H₂ and HCN. The Astrophysical Journal. 2008ApJ...673..445F.

Agúndez, M.; Cernicharo, J.; Guélin, M.; Gerin, M.; McCarthy, M. C.; Thaddeus, P. Search for anions in molecular sources: C₄H⁻ detection in L1527. Astronomy and Astrophysics. 2008A&A...478L..19A.

Martín, Sergio; Requena-Torres, M. A.; Martín-Pintado, J.; Mauersberger, R. Tracing Shocks and Photodissociation in the Galactic Center Region. The Astrophysical Journal. 2008ApJ...678..245M.

Jiménez-Serra, I.; Caselli, P.; Martín-Pintado, J.; Hartquist, T. W. Parametrization of C-shocks. Evolution of the sputtering of grains. Astronomy and Astrophysics. 2008A&A...482..549J.

Requena-Torres, M. A.; Martín-Pintado, J.; Martín, S.; Morris, M. R. The Galactic Center: The Largest Oxygen-bearing Organic Molecule Repository. The Astrophysical Journal. 2008ApJ...672..352R.

Luna, R.; Cox, N. L. J.; Satorre, M. A.; García Hernández, D. A.; Suárez, O.; García Lario, P. A search for diffuse bands in the circumstellar envelopes of post-AGB Stars. Astronomy and Astrophysics. 2008A&A...480..133L.

Materiales Estructurales Avanzados

Advanced Structural Materials

ESTRUMAT



<http://www.estrumat.com>

| RESUMEN |

El programa de actividades de I+D+i *EstruMat* tiene como objetivo proporcionar un marco de actividad científico y técnica común a 5 grupos de investigación, de 4 universidades de la Comunidad de Madrid, para el desarrollo y optimización de materiales estructurales avanzados con aplicaciones en ingeniería. Los grupos implicados aportan perspectivas complementarias de procesado, caracterización (mecánica y microestructural), evaluación del comportamiento en servicio y modelización, y cuentan con el apoyo de varias empresas asociadas, que están involucradas en el desarrollo de materiales para aplicaciones estructurales de alto valor añadido. Las actividades conjuntas se vertebrarán en torno al desarrollo de materiales y aplicaciones que servirán para aprovechar las sinergias entre los distintos grupos, optimizar el aprovechamiento de las infraestructuras de investigación disponible, desarrollar un máster de postgrado en Materiales Estructurales Avanzados para las Nuevas Tecnologías con vocación y relevancia internacional, y participar en nuevos proyectos de I+D+i de mayor envergadura y trascendencia.

| SOCIOS / PARTICIPANTS |

Coordinador general/ *Coordinator*
JOSÉ YGNACIO PASTOR CAÑO

Técnico de gestión / *Programme Manager*
MATILDE ESTHER FUENTES ORTEGA

| ABSTRACT AND GOALS |

The EstruMat programme seeks to provide a framework of scientific and technological activity to five research groups, from four universities located in the Autonomous Region of Madrid. Its aim is the development of advanced structural materials for engineering applications. The groups involved contribute the complementary perspectives of processing, characterisation (mechanical and microstructural), and evaluation of the behaviour in service and modelling. We have the support of several associate companies, which are involved in the development of materials for structural applications of significant added value.

The main activities of the EstruMat program are focus on:

- The development of materials and applications that take advantage of synergies among the different groups.
- The optimum use of the research infrastructure available.
- The development of a postgraduate masters degree in Advanced Structural Materials for internationally-important New Technologies.
- The participation in R&D&I projects of foremost significance.



Socios / Participants



Grupo Materiales Estructurales Avanzados y Nanomateriales. UPM (Universidad Politécnica de Madrid)
Departamento de Ciencia de Materiales. E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos.
Coordinador: **JOSÉ YGNACIO PASTOR CAÑO**



Grupo Ciencia e Ingeniería de Materiales
URJC (Universidad Rey Juan Carlos)
Departamento Ciencia e Ingeniería de Materiales
Escuela Superior Ciencias Experimentales y Tecnología
Coordinador: **ALEJANDRO UREÑA FERNÁNDEZ**



Grupo Caracterización, Corrosión y Degradación de Materiales de Interés Tecnológico. UCM
Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica. Facultad de Ciencias Químicas
Grupo asociado

164

Grupos UC3M (Universidad Carlos III de Madrid):

Grupo Tecnología de Polvos. TP-UC3M
Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química
Escuela Politécnica Superior
Coordinador: **ELENA GORDO ODERIZ**



Grupo Materiales Nanoestructurados y Multifuncionales. MNM-UC3M
Departamento de Física
Coordinador: **RAMIRO PAREJA PAREJA**

| LÍNEAS DE TRABAJO DESTACADAS |**Línea 1. Procesado de materiales estructurales avanzados**

Síntesis y fabricación de polvos metálicos y cerámicos de nuevos materiales y aleaciones, así como su posterior consolidación por metalurgia de polvos para fabricar componentes. Se investiga en aspectos relacionados con el comportamiento mecánico de materiales polimé-

| RESEARCH LINES |

Line 1. Design and processing of advanced structural materials
Synthesis and production of metallic and ceramic powders of new materials and alloys, as well as the later consolidation for metallurgy of powders to make components. This is examined in aspects related to the mechanical behaviour of polymeric materials. Likewise, the



Figura 1. Atomizador Ultrasónico de 2.1MHz-Horno de alta temperatura 1.400°C.

Figure 1. Ultrasonic atomizer of 2.1MHz-Oven of high temperature 1400°C.

ricos. Así mismo se contempla la incorporación de refuerzos nanométricos en matrices poliméricas de naturaleza termoplástica y termoestable para la fabricación de nanocompuestos.



Figura 2. Sinterización de aleaciones metálicas.
Figure 2. Sinterization of metallic alloys.

incorporation of nanometric reinforcements is contemplated in polymeric matrices of thermoplastic and the thermostable nature for the manufacture of nanocomposites.



Figura 3. Sistema para deformación plástica severa mediante ECAP (Equal Channel Angular Pressing).

Fig 3. Plastic deformation system with ECAP (Equal Channel Angular Pressing).

165

Línea 2. Tratamiento y modificación de superficies

Estudio de procesos de corrosión y degradación de materiales estructurales, desarrollo y optimización de técnicas de tratamiento superficial y deposición de recubrimientos para mejorar el comportamiento mecánico y/o químico de materiales estructurales.

Line 2. Surface treatments and modification

This involves the study of corrosion processes and degradation of structural materials, development and optimisation of superficial treatment technologies and deposition of coatings to improve the mechanical and/or chemical behaviour of structural materials.

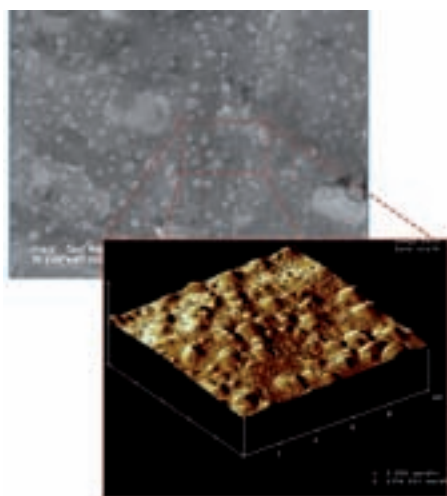


Figura 4. Recubrimientos sol-gel de aleaciones de aluminio y materiales compuestos de matriz de aluminio.

Figure 4. Coating sol-gel of alloys of aluminium and composites of aluminium matrix.



Figura 5. Estudio de la corrosión electroquímica de metales en contacto con refrigerantes tipo HFC de calidad aeronáutica.

Figure 5. Study of the electrochemistry corrosion of metals in touch with cooling type HFC of aeronautical quality.

Línea 3. Caracterización nanoestructural y microestructural

Se utilizan las técnicas de microscopía, difracción de rayos X tanto de incidencia normal como rasante y espectroscopía para caracterizar la estructura de los materiales (composición, morfología y distribución espacial de las fases y de las intercaras, etc.) junto a las nuevas microscopías de aproximación (efecto túnel, fuerzas atómicas, etc.), y a las técnicas de determinación de propiedades mecánicas a escala nanoscópica (nanoindentación, nanorrayado) para obtener una información detallada de la relación entre la estructura y las propiedades de los materiales a escala micrométrica y nanométrica.

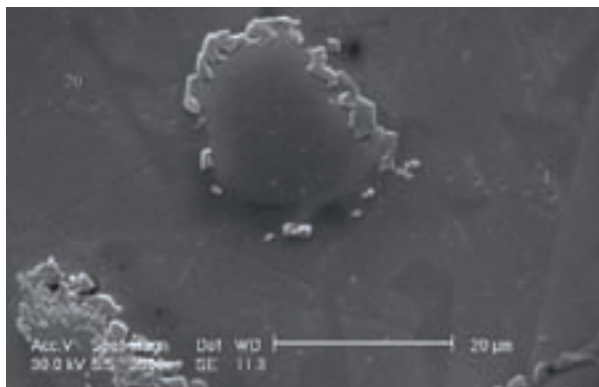


Figura 6. Intercara Al-SiC modificada con barreras activas vía sol-gel.
Figure 6. Interface Al-SiC modified with active barriers route sol-gel.

Line 3. Nanostructural and microstructural characterisation

Technology involving microscopy, diffraction of X-rays and spectroscopy are used for characterising the structure of the materials (composition, morphology and spatial distribution of the phases and of the interfaces) close to the new microscopies of approximation (such as tunnel effect, and atomic forces), and to the technologies of determination of mechanical properties to nanoscopic (nanoindentation, nanostriped) scale which in turn obtains detailed information of the relationship between the structure and the properties of the materials to micrometric and nanometric scale.

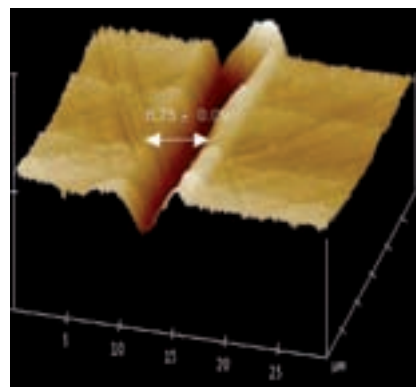


Figura 7. Resistencia al rayado de recubrimiento acrílico.
Figure 7. Resistance of the striped of acrylic coating.

Línea 4. Comportamiento mecánico en condiciones extremas de sollicitación.

Caracterización de las propiedades mecánicas de materiales en condiciones extremas de sollicitación, incluyendo diferentes condiciones de sollicitación, velocidad de carga, temperatura, y medio ambiente. La caracterización mecánica se complementa con el uso y desarrollo de técnicas sofisticadas de extensometría que permiten extraer de los ensayos la información necesaria para determinar la relación entre la microestructura del material y sus propiedades



Figura 8. Caracterización de uniones en atmósfera y humedad controladas.
Figure 8. Characterization of unions in atmosphere and moisture controlled.



Figura 9. Ensayos de impacto.
Figure 9. Impact assays.

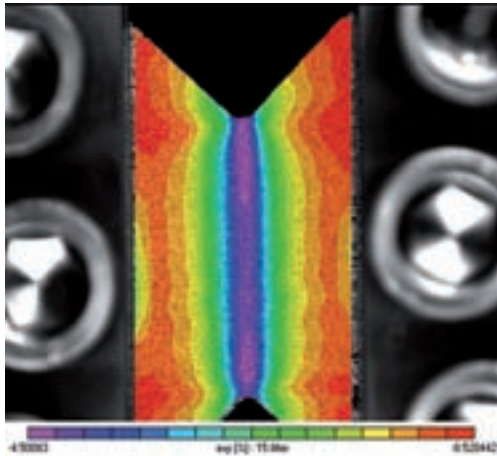


Figura 10. Campo de deformaciones en una probeta con entalla en forma de V en un laminado de carbono/epoxi obtenido mediante correlación digital de imágenes.

Figure 10. Strain field of a V-notch test carried out on a carbon/epoxy laminate obtained using digital image correlation technique.



Figura 11. Ensayo criogénico realizado a $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$ para materiales utilizados en depósitos de gas natural licuado (GNL).

Figure 11. Cryogenic test carried out at $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$ for materials used in natural gas reservoirs (GNL).

167

Línea 5. Simulación y modelización

Se desarrollan modelos con el objetivo de predecir las propiedades mecánicas de los nuevos materiales estructurales. Se utilizan técnicas de simulación basadas en la micromecánica computacional y en la dinámica de dislocaciones para estudiar los procesos de deformación y fractura a nivel micro-nanométrico. Los resultados de las simulaciones también sirven para establecer la relación entre la microestructura y las propiedades de un material y proporcionan ecuaciones constitutivas con fundamentos microscópicos que se pueden utilizar dentro de la estrategia de simulación multiescala para estudiar el comportamiento mecánico de componentes aeronáuticos fabricados con nuevos materiales.

Line 5. Simulation and modelling

Models which allow predicting the mechanical properties of the new structural materials from simulation technologies are being developed. These are based on computational micromechanics and the dynamics of dislocations that allow study of the processes of deformation and fracture to level nano-micrometer. The results of the simulations also serve to establish the relationship between the microstructure and the properties providing constitutive equations with a microscopic base that may be used inside the strategy of multistage models to simulate the mechanical behaviour in conditions of service of structural elements made with the new materials.



Figura 12. Simulación de contención en carcasas de turbinas de aviación.

Figure 12. Blade-off containment simulation in aircraft turbojet engines.



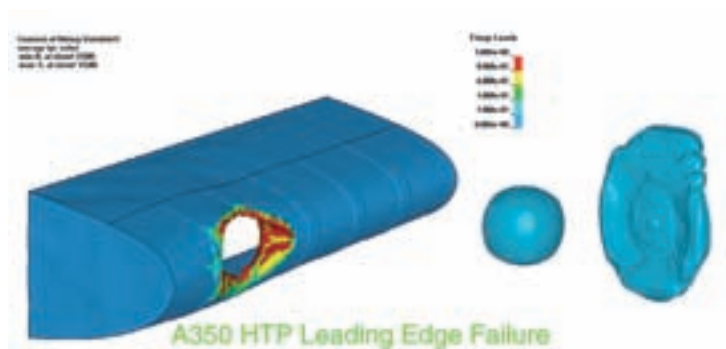


Figura 13. Simulación del impacto de pájaro sobre el borde de ataque del estabilizador horizontal del futuro A350.

Figure 13. Bird impact simulation against the leading edge of the next A350 aircraft.

168

| INFRAESTRUCTURA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA Y SERVICIOS |

Estrumat cuenta con un gran número de equipos ubicados en laboratorios especializados, para la realización de sus actividades.

Nuestro equipamiento nos permite trabajar en las siguientes líneas:

Procesado de materiales estructurales avanzados

Estrumat cuenta con experiencia y equipamiento en la síntesis y fabricación de polvos metálicos y cerámicos de nuevos materiales mediante diversas técnicas (spray pyrolysis, mecano-síntesis, atomización en gas y agua), así como su posterior consolidación por metalurgia de polvos para fabricar componentes. Producción de materiales de grano ultrafino o nanométrico mediante deformación plástica severa por ECAE (Equal Channel Angular Pressing). También se trabaja en aspectos relacionados con el comportamiento mecánico de materiales poliméricos y en la fabricación y caracterización de nanocompuestos.

Tratamiento y modificación de superficies

Estrumat tienen capacidad de desarrollar y optimizar de procesos de tratamiento superficial y de deposición de recubrimientos para mejorar el comportamiento mecánico y/o químico de materiales estructurales. Se cuenta con capacidades de modificación superficial con láser, proyección térmica de metales, cerámicas multicapa para barreras térmicas y compuestos, recubrimiento mediante sol-gel. También se dispone de múltiples capacidades para el soldeo de aleaciones férricas y no férricas (TIG, MIG, plasma, láser) y la caracterización de la resistencia a la corrosión y degradación ambiental.

Caracterización nanoestructural y microestructural

En Estrumat utilizamos las modernas técnicas de microscopía, difracción de rayos X tanto de incidencia normal como rasante, espectroscopía de absorción y emisión UV-VIS-IR, y espectroscopía de aniqui-

| EQUIPMENT |

Estrumat possesses a significant amount of equipment located in specialising laboratories, for the accomplishment of its activities.

This allows us to work on the following:

Design and processing of advanced structural materials

Synthesis and production of metallic and ceramic powders of new materials by means of diverse technologies (spray pyrolysis, mecano-synthesis, atomisation in gas and water), as well as the later consolidation for metallurgy of powders to make components. Production of ultrafine and nanometric grained materials applying a severe plastic deformation with ECAE (Equal Channel Angular Pressing). In Estrumat also is being working on aspects related to the mechanical behaviour of polymeric materials and at the manufacture and characterisation of nanocomposites.

Surface treatments and modification

Estrumat has the capacity to develop and optimise of processes of superficial treatment and of deposition of coatings to improve the mechanical and / or chemical behaviour of structural materials. We possess capacities of superficial modification with laser, thermal projection of metals, ceramics multilayer for thermal barriers and compounds, sol-gel coating. We also have multiple capacities for welding of ferrous and not-ferrous alloys (TIG, MIG, plasma, laser) and the characterisation of the resistance to the corrosion and environmental degradation.

Nanoestructural and microstructural characterisation

Technology of microscopy, absorption and emission UV-VIS-IR spectroscopy, and positron annihilation spectroscopy are used to characterise the structure of the materials (composition,

lación de positrones para caracterizar la estructura de los materiales (composición, morfología y distribución espacial de las fases y de las intercaras), junto a la nueva microscopía de fuerzas atómicas (con fuerzas eléctricas o magnéticas) y a las técnicas de determinación de propiedades mecánicas a escala nanométrica (nanoindentación, nanorayado) para obtener una información detallada de la relación entre la estructura y las propiedades de los materiales a escala nanométrica y micrométrica.

Comportamiento mecánico en condiciones extremas de sollicitación

Estrumat cuenta con un laboratorio para caracterización de las propiedades mecánicas de materiales en condiciones extremas de sollicitación, uniaxial o multiaxial, monótona o cíclica, desgaste y abrasión utilizando 3 máquinas hidráulicas de ensayos universales, un actuador hidráulico independiente y 5 máquinas electromecánicas universales de ensayo. Velocidades de deformación desde ensayos estáticos de fluencia con palancas hasta ensayos dinámicos mediante dispositivo de torre de caída, barra Hopkinson y cañón de gas. Cámaras criogénicas para realizar ensayos hasta 77 K y hornos hasta 2.300 K. Cámaras ambientales para la realización de ensayos en diferentes ambientes controlados (líquidos, gases corrosivos, ultra alto vacío, soluciones salinas y condiciones hot/wet). La caracterización mecánica se complementa con el uso y desarrollo de técnicas sofisticadas de extensometría (laser speckle, correlación digital de imágenes y cámaras de alta velocidad) que permiten extraer de los ensayos la información necesaria para determinar la relación entre la microestructura del material y sus propiedades.

Simulación y modelización

El desarrollo de modelos que permitan predecir las propiedades mecánicas de los nuevos materiales estructurales requieren de la utilización de grandes equipos de cálculo científico. Estrumat cuenta con una estación de trabajo AlphaServer ES40 con cuatro procesadores, capacidad de proceso en paralelo, 8 Gb de memoria central y 144 Gb de disco y un servidor Dell Poweredge 1900 server con dos procesadores Intel Xeon Quad-Core, a 3GHz, 8 Gb de memoria central y 2 TB de disco duro.

Las herramientas de cálculo disponibles incluyen programas comerciales de simulación por elementos finitos (Abaqus, Ansys) y diferencias finitas (Autodyn, LSDyna) así como otros desarrollados en el Estrumat para el estudio de la fractura sólidos mediante fisuras cohesivas o para analizar la deformación y rotura de tejidos.

morphology and spatial distribution of the phases and the interfaces) close to the new microscopy of atomic forces (together with electrical or magnetic forces) and to the technologies of determination of mechanical properties to nanometric (nanoindentation, nanostripped) scale, in turn obtaining detailed information of the relationship between the structure and the properties of the materials to nanometric and micrometric scale.

Mechanical behaviour in extreme conditions

Estrumat possesses a laboratory for characterisation of the mechanical properties of materials under extreme conditions, uniaxial or multiaxial, stress states, monotonous or cyclical, wear and graze, using 3 hydraulic and 5 electromechanical universal testing machines and a independent hydraulic actuator. Strain rate from static tests up to ballistic penetration (gas gun, drop weight tower, Hopkinson split bar). Cryogenic chambers for testing up to 77 K and furnaces up to 2300 K. Environment chambers for testing in different controlled environment (corrosive liquids or gases, high vacuum, saline solutions and hot/wet conditions). This mechanical characterisation is complemented by use and development of sophisticated extensometry technology (laser speckle, digital image correlation technique, and high speed cameras) that allows extraction from the tests of the necessary information to determine the relationship between the microstructure of the material and its properties.

Simulation and modelling

Estrumat possesses an AlphaServer with four processors, 8 Gb of RAM memory and 144 Gb of hard disc, and a Dell Poweredge 1900 server with two Intel Xeon Quad-Core processors @ 3GHz, 8 Gb RAM memory and 2 TB of hard disc.

The available calculation tools of calculation include commercial simulation programs for finite elements (Abaqus, Ansys) and finite differences (Autodyn, LSDyna) as well as others developed in the Estrumat for the solid study of the fracture by means of cohesive fissures or analysis of the deformation and break of fabrics.

169



! PUBLICACIONES Y PATENTES RELEVANTES / RELEVANT PATENTS & PUBLICATIONS !

Publicaciones más relevantes / Relevant Publications

F. Gálvez, D.A. Cendón, A. Enfedaque y V. Sánchez-Gálvez. High strain rate and high temperature behaviour of metallic materials for jet engine turbine containment. *Journal of Physique IV*. 134. 269-274. 2007.

E. Arévalo, C. González, F. Gálvez and J. Llorca. Modelling Low Velocity Impact in C/epoxy Laminates. 23rd International Symposium on Ballistics, (F. Gálvez and V. Sánchez-Gálvez, Eds.), vol. 2, pp. 1123-1132, 2007.

E. Totry, C. González y J. Llorca. Influence of the Loading Path on the Strength of Fiber-Reinforced Composites Subjected to Transverse Compression and Shear. *International Journal of Solids and Structures*, 45, 1663-1675, 2008.

P. B. Oliete, J. I. Peña, A. Larrea, V. M. Orera, J. Llorca, J. Y Pastor, A. Martín, and J. Segurado. Ultra-high strength nanofibrillar Al₂O₃-YAG-YSZ eutectics. *Advanced Materials*, 19:2313-2318, 2007.

Fogagnolo JB, Amador D, Ruiz-Navas EM, Torralba, JM, "Solid solution in Al-4.5 wt% Cu produced by mechanical alloying. *Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing* 433 (1-2): 45-49 2006.

Gomez B, Gordo E, Torralba JM, "Influence of milling time on the processing of Fe-TiCN composites, *Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing* 430 (1-2): 59-63 2006.

Milosevic O, Mancic L, Rabanal ME, Torralba JM, Yang BR, Townsend P, "Structural and luminescence properties of Gd₂O₃: Eu³⁺ and Y₃Al₅O₁₂: Ce³⁺ phosphor particles synthesized via aerosol, Journal of the Electrochemical Society 152 (2005) G707-G713.

Sicre-Artalejo, J; Petzoldt, F; Campos, M, Torralba, JM. High-density inconel 718m: Three-dimensional printing coupled with hot isostatic pressing, International Journal Of Powder Metallurgy 44 (2008) 35-43.

A. Ureña, M. V. Utrilla, J. Rams, P. Rodrigo, M. Ferrer. Electroless multilayer coatings on aluminium-silicon carbide composites for electronics packaging. Journal of the European Ceramic Society 27, 3983-3986, (2007)

Pardo, M.C. Merino, A.E. Coy, F. Viejo, M. Carboneras and R. Arrabal Influence of Ti, C and N concentration on intergranular corrosion behaviour of AISI 316 and 321 stainless steels. Acta Materialia. 55 (2007) 2239-2251.

J. Rodríguez, P. Poza, M.A. Garrido, A. Rico. Dry sliding wear behaviour of aluminium-lithium alloys reinforced with SiC particles. Wear 262 (2007) 292-300.

V. de Castro, T. Leguey, A. Muñoz, M.A. Monge and R. Pareja. Microstructure and tensile properties of Y₂O₃-dispersed titanium produced by arc melting. Materials Science and Engineering: A, Volume 422, Issues 1-2, 25 April 2006, Pages 189-197.

Muñoz, J.A. Alonso, M.J. Martínez-Lope, E. Moran, R. Escamilla. M. Synthesis and study of the crystallographic and magnetic structure of SeCoO₃. Physical Review B 73, 104442 (2006).

A. Muñoz, J.A. Alonso, M.J. Martínez-Lope, H. Falcón, M. García-Hernández and E. Morán. High pressures synthesis and study of the crystal structure and magnetic structure of the disordered SeNiO₃ and SeMnO₃ perovskites". Dalton Transactions 41, 4936-4943 (2006).

Patentes / Patents

Método de tratamiento superficial con láser. Joaquín Rams Ramos, Alejandro Ureña Fernández, M^a Dolores López González, Antonio J. López Galisteo, Ángel Pardo, M^a Concepción Merino, Fernando Viejo, Raúl Arrabal. P200601688. España. Universidad Rey Juan Carlos y Universidad Complutense de Madrid. Fecha de solicitud: 6 Junio 2006.



Células fotovoltaicas flexibles de Materiales policristalinos

Flexible photovoltaic cells polycrystal made of polycrystal materials

FOTOFLEX-CM



<http://www.ciemat.es/portal.do?TR=C&IDR=1146>

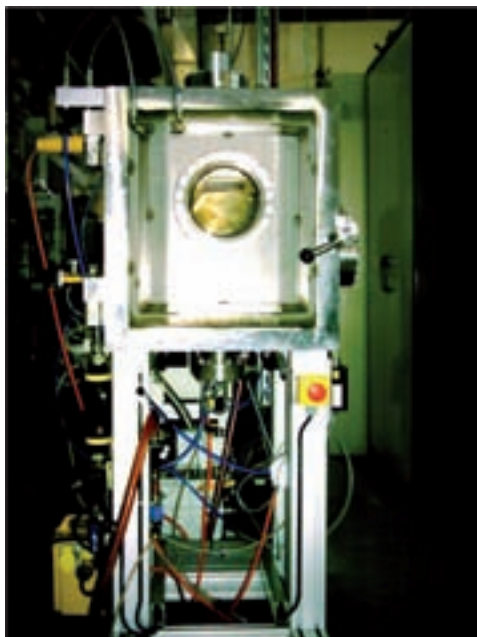
RESUMEN

El programa persigue un doble objetivo: por un lado el desarrollo de células de laboratorio eficientes de lámina delgada de materiales policristalinos (Cu(InGa)(SSe)_2 y CdTe) sobre sustratos de polímeros flexibles y por otro el estudio y viabilidad de los procesos de preparación de los materiales fotovoltaicos y de los sustratos poliméricos a una escala preindustrial. Entre los posibles campos de aplicación de esta tecnología, estarían la industria aeronáutica y espacial.

ABSTRACT

The program pursues a double goal: development of efficient laboratory cells of fine plate polycrystalline materials / Cu(InGa)(SSe)_2 y CdTe over flexible polymers substrates and in the other side, the study and viability of process for preparation of photovoltaics materials and of polymeric substrates in a preindustrial scale. Potential areas of application are the Aerospace and Space industry.

171



a)



b)

Figura 1. Sistema de depósito por evaporación en flujo modulado (MFD) en áreas de $10 \times 10 \text{ cm}^2$ desarrollado y contruido en el CIEMAT.
a) Vista exterior de la cámara; b) Vista interior de la misma.

Figure 1. System for modulated flux deposition by vaporization (MFD) in 10 cm^2 developed and manufactured by CIEMAT.
a) External view of the chamber; b) inner view of the chamber.

| SOCIOS / PARTICIPANTS |

Coordinador / **Manager**
M^a TERESA GUTIÉRREZ GARCÍA

Técnico de gestión / **Programme Manager**
SONIA C. ANTOLÍN MARTÍNEZ

Socios / **Participants**



CIEMAT

Coordinador: **M.ª TERESA GUTIÉRREZ GARCÍA**



ICTP-CSIC. Dpto. de Química Macromolecular

Responsable: **JAVIER DE ABAJO GONZÁLEZ**

CSIC



UAM. Departamento de Física Aplicada

Responsable: **MÁXIMO LEÓN MACARRÓN**



UAM. Departamento de Materiales

Responsable: **VERÓNICA BERMÚDEZ BENITO**

172

| OTROS COLABORADORES / OTHER PARTICIPANTS |

Empresas y organismos asociados / **Companies and organizations**



EADS CASA ESPACIO, S.L.

ALFONSO MARTÍNEZ

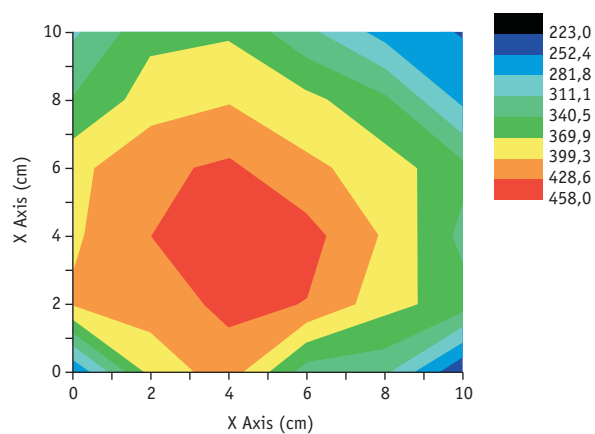
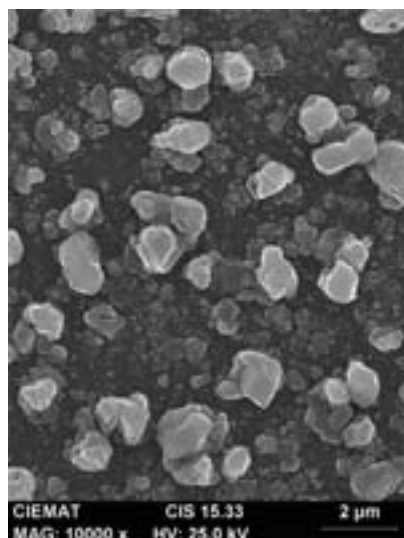


Figura 2. Microfotografía de una lámina delgada de CuInS₂ producida mediante MFD.

Figure 2. Microphotography of a CuInS₂ thin film produced MFD.

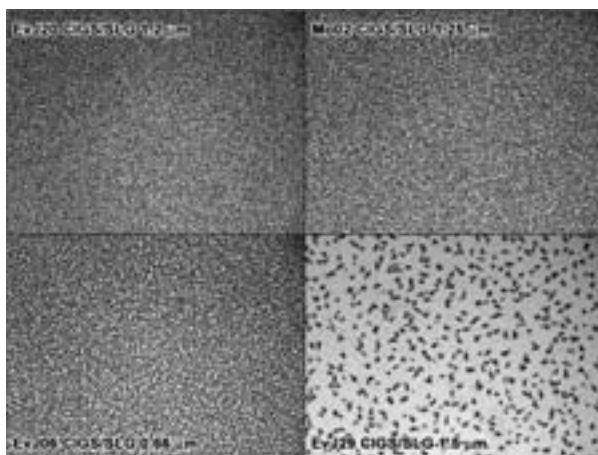


Figura 3. Comparación del texturado de las películas de CuInGaSe_2 para diferentes condiciones de crecimiento.

Figure 3. Surface morphology of CuInGaSe_2 films for different growth conditions.

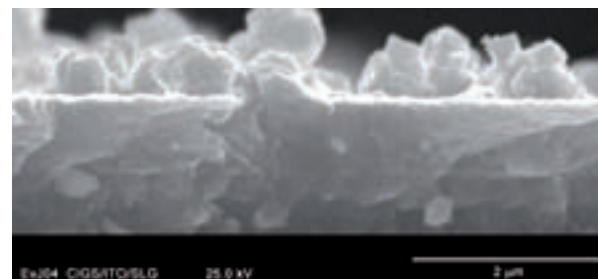


Figura 4. Crecimiento columnar tanto del Mo sobre el vidrio como del absorbente sobre el Mo.

Figure 4. Column growth of both Mo on soda-lime glass and absorbent on Mo.

173

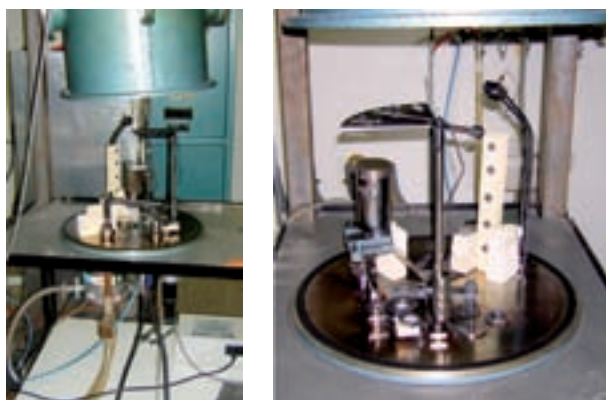


Figura 5. Equipo de evaporación FLASH diseñado en la UAM.

Figure 5. FLASH evaporation equipment manufactured by "UAM".



| LÍNEAS DE TRABAJO DESTACADAS |

- Desarrollo de polímeros.
- Pulverización catódica de Molibdeno.
- Pulverización catódica de óxidos conductores transparentes.
- Desarrollo de sustratos fotovoltaicos flexibles.
- Preparación de capas ventana por CBD, MFD, EF y CSS.
- Absorbentes preparados por MFD, EF y CSS.
- Intercaras y células.
- Depósitos en grandes áreas.
- Viabilidad de los depósitos en continuo.

| RESEARCH LINES |

- Polymer development.
- Cathodic spraying of Molybdenum.
- Cathodic Spraying of transparent conducting oxides.
- Flexible photovoltaic substrates development.
- Preparation of window layers by means of CDB, MFD, EF and CSS.
- Absorbents prepared by MFD, EF and CSS.
- Interfaces and cells.
- Deposits in wide areas.
- Feasibility of continuous deposits.

INFRAESTRUCTURA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA Y SERVICIOS

- Equipos de pulverización catódica y MFD para grandes áreas.
- RMN. Cromatografía de exclusión, DSC, TGA, DMA, FT-IR, SEM, Propiedades mecánicas de filmes.
- EF, tratamientos térmicos, XPS, Auger, TEM, RBS, SEM, EDX, TRXF, Efecto Hall.
- CSS, SEM, EDX, Fotoluminiscencia, características I-V, respuesta espectral.

EQUIPMENT

- Equipment for cathodic spraying and MFD for wide areas.
- NMR. Exclusion chromatography, DSC, TGA, DMA, FT-IR, SEM, mechanic properties of films.
- EF, Thermic treatments, XPS, Auger, TEM, RBS, SEM, EDX, TRFX, Hall Effect.
- CSS, SEM, EDX, photoluminescence, I-V characteristics, spectral response.

PUBLICACIONES Y PATENTES RELEVANTES / RELEVANT PATENTS & PUBLICATIONS

Optical properties of CuGa_3Se_5 single crystals. S. Levchenko, N. N. Syrбу, A. Nateprov, E. Arushanov, J. M. Merino and M. León. Journal of Physics D: Applied Physics, 39 (2006), 1515-1520.

Fundamental absorption edge in CuIn_5Se_8 and CuGa_3Se_5 single crystals. M. León, S. Levchenko, N. N. Syrбу, A. Nateprov, V. Tezlevan, J. M. Merino and E. Arushanov. Phys. Stat. Sol (a) 203, N°11, (2006), 2904-2908.

Urbach's tail in the absorption spectra of CuIn_5Se_8 and CuGa_3Se_5 single crystals. E. Arushanov, S. Levchenko, N. N. Syrбу, A. Nateprov, V. Tezlevan, J. M. Merino and M. León. Phys. Stat. Sol (a) 203, N°11, (2006), 2909-2912.

Modeling the optical constants of CuIn_3Se_5 and CuGa_3Se_5 Crystals. M. León, R. Serna, S. Levchenko, A. Nateprov, A. Nicorici, J. M. Merino & E. Arushanov. Journal of Applied Physics, 101(1), (2006) Art. n° 013524.

Dielectric functions and fundamental band gaps of $\text{Cu}_2\text{In}_4\text{Se}_7$, CuGa_3Se_5 & CuGa_5Se_8 crystals. M. León, S. Levchenko, A. Nateprov, A. Nicorici, J M Merino, R Serna & E Arushanov. Journal of Physics D: Applied Physics, 40(3) (2007) 740-748.

Bi doped CdTe: increasing potentialities of CdTe based solar cells. C.M.Ruiz, O. Vigil, E. Saucedo, G Contreras-Puente, V. Bermúdez. J. Phys.: Condens. Matter 18 (2006) 7163?-7169.

Thin-film polyimide-(indium tin oxide, ITO) composites for photovoltaic applications. A.E. Lozano, J. De Abajo, J.G. de la Campa, C. Guillén, J. Herrero and M.T. Gutiérrez. Journal of Applied Polymer Science, 103 (2007) 3491-3497



Modelización Matemática y Simulación Numérica en Ciencia y Tecnología

Mathematical Modelling and Numerical Simulation in Science and Technology

SIMUMAT



<http://www.simumat.es>

175

RESUMEN

El término SIMUMAT es la abreviatura del Grupo de Investigación en Modelización Matemática y Simulación Numérica en Ciencia y Tecnología.

Dicho grupo está formado por investigadores del ámbito de la Matemática Aplicada de la Comunidad de Madrid que se coordinan para abordar, tanto desde el punto de vista de la modelización como del análisis matemático y la simulación numérica, problemas de gran complejidad provenientes de diversos ámbitos de las Ciencias y la Tecnología, que exigen para su solución del concurso de diversos campos de especialización.

Dentro de cada una de las líneas que más adelante se detallan se dará respuesta a la justificación de las líneas, los resultados que se esperan obtener así como a quién puede interesar.

| SOCIOS / PARTICIPANTS |

Coordinador / **Manager**
ENRIQUE ZUAZUA

Técnico de gestión / **Programme Manager**
PAULA ARREDONDO



Universidad Autónoma de Madrid
Coordinador: **RAFAEL ORIVE**

ABSTRACT

The term SIMUMAT is the abbreviation for the Grupo de Investigación en Modelización Matemática y Simulación Numérica en Ciencia y Tecnología (Research Group into Mathematical Modelling and Numerical Simulation in Science and Technology).

This team is composed of researchers involved in Applied Mathematics in the Community of Madrid, a group coordinated with the aim of tackling problems of great complexity from the perspective of modelling, mathematical analysis and numerical simulation in diverse fields of Science and Technology, and requiring the participation of different specialized fields for their solution.

Details of each of these lines of research are provided below, together with their purpose and motivation, the results that are expected to be obtained, and all those for whom they may be of interest.



Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
Coordinador: **FERNANDO MONGE**



Universidad Carlos III de Madrid
Coordinador: **ALBERTO IBORT**



Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
Coordinador: **DAVID MARTÍN**

| LÍNEAS DE TRABAJO DESTACADAS |

Mecánica de fluidos, singularidades y diseño óptimo de aeronaves

Trata de encontrar obtención de modelos globales fiables de la circulación sanguínea con aplicaciones biomédicas, hasta el cambio climático y, también, el diseño óptimo de las aeronaves del futuro, con menor resistencia aerodinámica, menor ruido, más estables, con mayor capacidad de transporte, etc.

- Aplicación de la dinámica de fluidos computacional al estudio de configuraciones aeronáuticas, y otras como barcos, vehículos terrestres, estructuras civiles (puentes), aerogeneradores, vientos orográficos, etc.
- Resolución y entendimiento de las ecuaciones adjuntas y métodos asociados.
- Desarrollo de aplicaciones de análisis y diseño aerodinámico.
- Estudio de nuevos modelos de simulación.
- La aceleración mediante dispositivos hardware de aplicaciones CFD.

Los resultados que se esperan obtener son:

- Diseño óptimo que permita una menor resistencia aerodinámica, menor ruido, mayor estabilidad y mayor capacidad de transporte.
- Desarrollo de una herramienta de adaptación de malla y estimación del error basada en la metodología adjunta.
- Aceleración Hardware mediante FPGAs. Aceleración Hardware mediante GPUs.
- Análisis de rendimiento de técnicas paralelización y descomposición de dominios para configuraciones complejas en plataformas de computación heterogéneas.
- Implementación de mejoras computacionales en código DLR TAU.

Las capacidades son las siguientes:

- Desarrollo y aplicación de herramientas CFD.
- Cálculo de cargas aerodinámicas.

| RESEARCH LINES |

Fluid mechanics, singularities and optimal aircraft design.

These concern the search for reliable global models of blood circulation with biomedical applications, and those dealing with climate change, as well as optimal design for aircraft of the future having greater aerodynamic resistance, reduced noise, greater stability and increased transport capacity, etc...

- Application of computational fluid dynamics to the study of aeronautic configurations, and others such as shipping vessels, motorized land vehicles, civil engineering structures (bridges), aerogenerators, orographic winds, etc..
- Resolution and understanding of adjoint equations and associated methods.
- Development of aerodynamic design and analysis applications.
- Study of new simulation models.
- Acceleration by means of CFD application hardware devices.

The results expected to be obtained are as follows:

- Optimal design to provide greater aerodynamic resistance, reduced noise, greater stability and increased transport capacity.
- Development of a tool for mesh adaptation and error estimation based on the adjoint method.
- Hardware acceleration by means of FPGAs. Hardware acceleration by means of GPUs.
- Performance analysis of parallelization techniques and domain decomposition for complex configurations in heterogeneous computation platforms.
- Implementation of computational improvements in DLR TAU code.

Las capacidades son las siguientes:

- Development and application of CFD tools.
- Aerodynamic load calculation.
- Design for optimization of aerodynamic load.

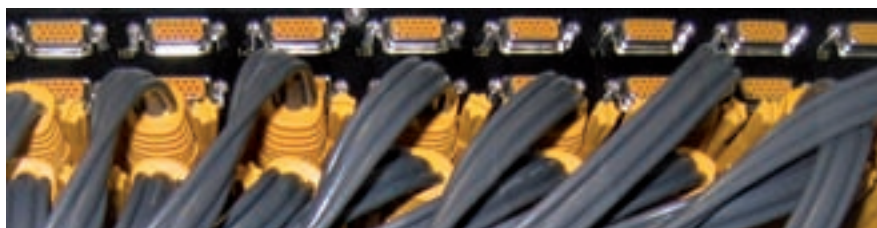


Figura 1. Laboratorio de computación.

Figure 1. Computation laboratory.

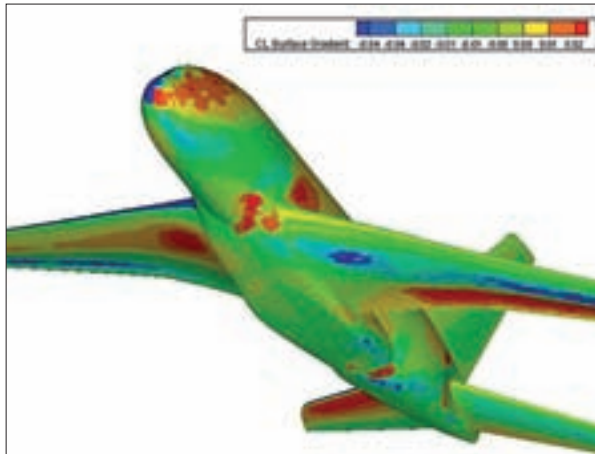
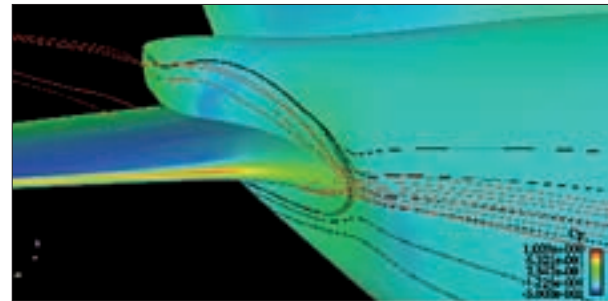


Figura 2. Optimización en el diseño de aeronaves.

Figure 2. Optimization in aeroplane design.



177

- Diseño para optimización de cargas aerodinámicas.
- Análisis y diseño de aerogeneradores.
- Soporte para tests en túneles de viento.
- Estudios de seguridad aérea: heavy rain, ice accretion.
- Soporte a certificación de aviación civil.
- Implementación de modelos de transacción y turbulencia.

Puede ser de utilidad para el sector aeronáutico, el sector naval, el sector ferroviario, el sector energético, la ingeniería.

Mecánica geométrica, medios con microestructura, control y robótica

Nos proponemos el estudio, tanto analítico como numérico, de sistemas mecánicos noholónomos, sistemas de control infra-actuados y control óptimo (estabilidad y planificación de trayectorias con aplicaciones al diseño y construcción de sistemas de navegación de vehículos y aeronaves), sistemas en teoría clásica de campos y su especialización al caso de medios con microestructura.

Uso de herramientas de geometría diferencial para el desarrollo de integradores numéricos preservando estructura de distintos tipos de sistemas dinámicos.

Los resultados que se esperan obtener:

- Diseño de nuevos integradores numéricos con mejores propiedades cualitativas que los diseñados ad hoc.
- Análisis geométrico de sistemas dinámicos.

Las capacidades más desatacadadas son el dominio de técnicas geométricas novedosas de gran aplicabilidad al estudio de sistemas mecánicos y problemas de control óptimo.

La investigación es fundamental, pero alguno de los resultados podrían ser de utilidad en sectores de ingeniería y diseño de mecanismos robóticos.

- Aerogenerator analysis and design.
- Wind tunnel test support.
- Air traffic safety studies: heavy rain, ice accretion.
- Civil aviation certification support.
- Implementation of transaction and turbulence models.

Could be of great use in the aeronautic, naval, railway and energy sectors as well as in engineering.

Geometric mechanics, media with microstructure, control and robotics.

We propose the analytic and numerical study of non-holonomic mechanical systems, underactuated control systems and optimal control (stability and planning of trajectories with applications to the design and construction of navigational systems for vehicles and aircraft), systems in classical field theory and their specialization in cases of media with microstructure.

The use of differential geometry tools for the development of numerical integrators preserving the structure of different types of dynamical systems.

Results expected to be obtained:

- Design of new numerical integrators with greater qualitative properties than those designed ad hoc.
- Geometric analysis of dynamical systems.

The most outstanding features are the mastery of new geometric techniques with great applicability to the study of mechanical systems and problems of optimum control.

Research work is of a fundamental nature, but some of the results could be useful in the engineering sector and the design of robotic mechanisms.

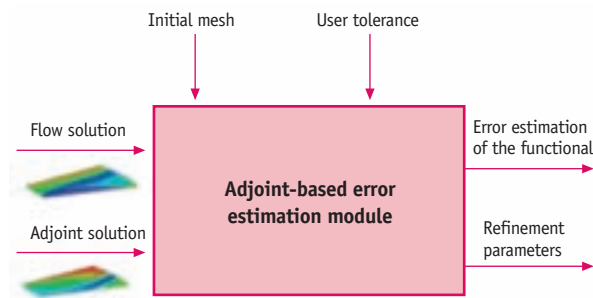


Figura 3. Adaptación de malla y estimación de error basado en metodología adjunta.
Figure 3. Adjoint-based error estimation module.

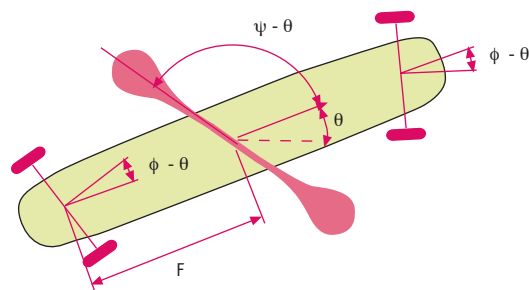


Figura 4. Preservando la función de energía en los grupos de Lie.
Figure 4. Preserving the energy function in Lie groups.

Modelización y simulación determinista y estocástica de fenómenos y sistemas complejos en biología, sociología y economía

Se trata de dar respuesta a cada una de las siguientes cuestiones:

- Utilización de la teoría de juegos en problemas de comportamiento social y evolución.
- Utilización de la teoría de grafos en el estudio de redes sociales.
- Modelización matemática de moléculas (ADN) con objeto de analizar la relación forma-función.
- Utilización de herramientas de análisis estocástico en la modelización de procesos económicos. Interacción con diferentes empresas.
- Difusión no local, transporte de masas, EDP's estocásticas.
- Metodología estadística con datos funcionales.
- Nuevos métodos en reconocimiento de formas ("patter recognition").

Recientemente estamos interesados en la utilización de métodos de discriminación estadística en problemas de diagnóstico automático de isquemia utilizando espectros de resonancia magnética.

Las metodologías, bastante amplias, que se mencionan en esta línea son de interés para investigadores de diferentes áreas, incluyendo las ciencias biomédicas y la economía.

Nuevos horizontes en Matemática Computacional

Aprovechamiento de la estructura matemática específica de los modelos que se utilizan en distintos problemas aplicados para desarrollar nuevos algoritmos computacionales que permitan obtener soluciones numéricas para estos problemas de manera más eficiente y/o precisa. Incluye: mecánica de fluidos, diseño óptimo de aeronaves, robótica, flujos oceánicos, tomografía, nuevos métodos de compresión de imágenes, etc.

Identificación de las propiedades matemáticas rigurosas de precisión, coste computacional, convergencia, y estabilidad de los algoritmos que se pretenden desarrollar. Incluye: el estudio de nuevos métodos de elementos finitos de Galerkin discontinuos con descomposición de dominios para ecuaciones en derivadas parciales, integradores geométricos para ecuaciones diferenciales ordinarias, nuevos algoritmos para cálculo de autovalores y autovectores para matrices con estructuras especiales.

Modelling and deterministic and stochastic simulation of phenomena and complex systems in biology, sociology and economics

Responses are sought to the following questions:

- The use of game theory in problems of social behaviour and evolution.
- The use of graph theory in the study of social networks.
- Mathematical modelling of molecules (DNA) with the aim of analyzing the form-function relation.
- The use of stochastic analysis tools in the modelling of economic processes. Interaction with different companies.
- Non-local diffusion, mass transport, stochastic PDEs.
- Stochastic methodology with functional data.
- New methods of patter recognition.

We have recently been involved in the use of statistical discrimination methods in problems of automatic diagnosis of ischemia using magnetic resonance spectra.

The broad range of methodologies mentioned in this research line are of interest for researchers in different areas, including biomedical sciences and economics.

New horizons in Computational Mathematics

The use of specific mathematical structures in models employed in different problems applied to the design of new computational algorithms to enable numerical solutions to be obtained to these problems in a more efficient and/or accurate manner. This includes: fluid mechanics, optimal aircraft design, robotics, oceanic flows, tomography, new methods of image compression, etc...

Identification of the rigorous mathematical precision properties, computational cost, convergence, and stability of the algorithms to be developed. This includes: the study of new Galerkin discontinuous finite element methods with domain decomposition for partial differential equations, geometric integrators for ordinary differential equations, new algorithms for the calculation of eigenvalues and eigenvectors for matrices with special structures.

Los resultados a obtener son:

- Nuevos algoritmos para resolver numéricamente distintos tipos de ecuaciones en derivadas parciales, ordinarias, para calcular autovalores y autovectores de matrices.
- Nuevos métodos numéricos para tratar problemas estadísticos con datos sobreabundantes mediante observaciones funcionales. Métodos novedosos de compresión de imágenes mediante ondículas.

Capacidad de desarrollo e implementación de nuevos métodos numéricos adaptados a estructuras matemáticas específicas. Análisis matemático de las propiedades de los nuevos algoritmos.

Puede ser interesante para cualquier empresa cuyas necesidades computacionales y de simulación no se vean satisfechas por el uso de paquetes de software estándar.

| INFRAESTRUCTURA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA Y SERVICIOS |

En la actualidad SIMUMAT dispone de un laboratorio de computación donde realizar todas las simulaciones numéricas y cálculos conducentes a las líneas de investigación abiertas. Odisea, está compuesto por 16 nodos duales en Rack. Cada placa dual consta de dos procesadores Intel Xeon EMT64 de 64 bits a 3,2 Ghz, lo que hace un total de 32 procesadores disponibles.

Los nodos están interconectados entre sí mediante dos redes: una red de tipo Gigabit para las tareas de sistema y otra red de tipo Infiniband (con ancho de banda de más de 16 Mb/seg) a través de la cual se realizan todas las comunicaciones en los programas que se ejecutan de forma paralela empleando MPI.

The results expected to be obtained are:

- New algorithms for numerically solving different types of partial differential equations, ordinary differential equations, for the calculation of matrix eigenvalues and eigenvectors.
- New numerical methods for tackling statistical problems with overabundant data by means of functional observations. Fresh methods of image compression by means of wavelets.

The capacity to develop and implement new numerical methods adapted to specific mathematical structures. Mathematical analysis of the properties of new algorithms.

Could well be of interest for those companies whose computational and simulation requirements are not being met by the use of standard software packages.

| EQUIPMENT |

SIMUMAT currently has at its disposal a computation laboratory where all the numerical simulation and calculations conducive to the open research lines are carried out. Odyssey, consists of 16 dual nodes in Rack. Each dual plate consists of two Intel Xeon EMT64 processors of 64 bits at 3.2 Ghz, making altogether a total of 32 available processors.

The nodes are interconnected by two networks: one Gigabit-type network for system tasks and another Infiniband-type network (with a bandwidth of more than 16 Mb/sec) through which all communication in the programmes is carried out in parallel using MPI.

179



| PUBLICACIONES Y PATENTES RELEVANTES / RELEVANT PATENTS & PUBLICATIONS |

D. Iglesias, J.C. Marrero, D. Martín de Diego y E. Martínez. Discrete Nonholonomic Lagrangian Systems on Lie Groupoids. *Journal of Nonlinear Science* (2008).

J.C. Marrero, D. Martín de Diego y E. Martínez. Discrete Lagrangian and Hamiltonian Mechanics on Lie groupoids. *Nonlinearity* 19 (2006), 1313-1348.

Berrendero, J.R., Mendes, B.V.M. y Tyler, D.E. (2007). On the maximum bias functions of MM-estimates and constrained M-estimates of regression *The Annals of Statistics* 13-40.

Cuevas, A., Fraiman, R. y Rodríguez-Casal, A. (2007). A nonparametric approach to the estimation of lengths and surface areas. *The Annals of Statistics* 35, 1031-1051.

Iribarren, J.L. y Moro, E. (2008). Information diffusion epidemics in social networks. Preprint <http://arxiv.org/abs/0706.0641>. Este trabajo ha obtenido un premio de "Shared University Research" por parte de IBM.

Uno de los resultados más relevantes es la colaboración con el centro alemán DLR en el desarrollo del código TAU utilizado actualmente por todo el consorcio Airbus.



Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación **Liaison Offices**

CSIC <http://www.ott.csic.es/>

INTA <http://www.inta.es/otri/otri.asp>

NEBRIJA <http://www.nebrija.es/areas/otri/index.htm>

UAH <http://www.uah.es/otrosweb/inves/OEIS/inicio.asp>

UC3M <http://otri.uc3m.es/pages/homeotri.htm>

UCM <http://www.ucm.es/info/otri/>

UPM <http://www.upm.es/investigacion/otri/>

UPCO <http://www.upcomillas.es/otri/presentacion.aspx>

182

Red de laboratorios madri+d **madri+d Laboratory Network**

<http://www.madrimasd.org/Laboratorios/default.asp>

Marketplace Tecnológico madri+d

<http://www.madrimasd.org/marketplace/>





Redes Europeas de Transferencia de Tecnología European Technology Transfer Networks

EEN Network <http://www.enterprise-europe-network.ec.europa.eu/>

EUREKA Network <http://www.eureka.be/home.do>

IRC madri+d <http://www.madrimasd.org/MadridIRC/>

IRC Network <http://www.ircnet.lu/>

ProTon Europe Network <http://www.protoneurope.org/>

Red OTRI <http://www.redotriuniversidades.info/>

Otros enlaces relacionados Other useful links

AENOR <http://www.aenor.es>

CDTI <http://www.cdti.es/>

CORDIS <http://cordis.europa.eu/es/home.html>

ENAC <http://www.enac.es>

IPR Helpdesk <http://www.ipr-helpdesk.org/ES/default.htm>

OEPM <http://www.oepm.es/>

WIPO <http://www.wipo.int/export/portal/index.html.es>



MIEMBROS DE MADRI+D

MEMBERS OF MADRI+D

Coordinación / Coordination:

Dirección General de Universidades
e Investigación
Comunidad de Madrid
madrimasd@madrimasd.org

Universidad de Alcalá **UA**
otriuah@uah.es

Universidad Autónoma de Madrid
UAM
otri.fguam@uam.es

Universidad Carlos III de Madrid
UC3M
otri@uc3m.es

Universidad Complutense
de Madrid **UCM**
otri@rect.ucm.es

Universidad Nacional de Educación
a Distancia **UNED**
golle@pas.uned.es

Universidad Politécnica de Madrid
UPM
otri.investigacion@upm.es

Universidad Rey Juan Carlos **URJC**
cinttec@urjc.es

Universidad Alfonso X El Sabio
fundación@uax.es

Universidad Antonio de Nebrija
UNNE
abustin@nebrija.es

Universidad Europea de Madrid **UEM**
otri@uem.es

Universidad San Pablo **CEU**
otri@ceu.es

Universidad Pontificia Comillas
UPCO
investigacion@otri.upcomillas.es

Asociación para la Investigación
y el Desarrollo Industrial de los
Recursos Naturales **AITEMIN**
direccion@aitemin.es

Centro de Estudios y
Experimentación de Obras Públicas
CEDEX
manuel.echeverria@cedex.es

Centro Español de Metrología **CEM**
otri@cem.es

Centro de Investigaciones
Energéticas Medioambientales
y Tecnológicas
CIEMAT
otri.utt@ciemat.es

Centro Nacional de Investigaciones
Oncológicas **CNIO**
oficina@cnio.es

Consejo Superior
de Investigaciones Científicas **CSIC**
ott@csic.es

Instituto Geológico y Minero
de España **IGME**
sec.dg@igme.es

Instituto Madrileño
de Investigación y Desarrollo Rural,
Agrario y Alimentario **IMIDRA**
josemaria.cepeda@madrid.org

Instituto Nacional de Investigación
y Tecnología Agraria y Alimentaria
INIA
otri@inia.es

Instituto Nacional de Técnica
Aeroespacial **INTA**
otri@inta.es

Instituto de Salud Carlos III
ISCI III
otri@isciii.es

Confederación Empresarial
de Madrid **CEIM-CEOE**
dsota@ceim.es

Cámara de Comercio
inn1@camaramadrid.es

Agencia "Pedro Laín Entralgo"
Consejería de Sanidad y Consumo
de la Comunidad de Madrid
investigacion.sanitaria@salud.madrid.org

Asociación Española
de Constructores de Material
Aeroespacial **ATECMA**
atecma.general@recol.es

Asociación Española
de Bioempresas **ASEBIO**
secretariageneral@asebio.com

Asociación Española de Fabricantes
de Equipos y Componentes
para Automoción **SERNAUTO**
sernauto@sernauto.es

Asociación Española del Hidrógeno
AeH
aeh.info@ariema.com

Asociación Multisectorial
de Empresas Españolas de
Electrónica y Comunicaciones
ASIMELEC
cdt@asimelec.es

Asociación de Empresas
de Electrónica, Tecnologías de la
Información y Telecomunicaciones
de España **AETIC**
otri@aetic.es

Centro de Innovación Tecnológica
para las Artes Gráficas de Madrid
eventos@infoagm.es

Confederación Española
de Organizaciones de Panadería
CEOPAN
ceopan@ceopan.es

Federación Empresarial
de la Industria Química Española
FEIQUE
info@feique.org

Federación Española de Empresas
de Tecnología Sanitaria **fenin**
fenin@fenin.org

Federación de Municipios
de Madrid **FMM**
cdt@fmmadrid.com

Fundación Universidad Empresa **FUE**
info@fue.es

Parque Científico de Madrid
parque.cientifico@pcm.uam.es

Instituto de Empresa Business School
vicecdecato@ie.edu

