



ik4 research alliance

Ikerlan S.Coop  
Pº J.M. Arizmendiarieta, 2  
20500 ARRASATE - MONDRAGÓN  
GIPUZKOA  
Fernando Martínez  
943 71 24 00 - fmartinez@ikerlan.es



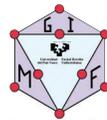
Maier Technology Centre-MTC  
Polígono Industrial Arabieta  
Apartado 51  
48300 GERNIKA - BIZKAIA  
Mario Ordóñez  
94 625 92 65 - marord@mtc.maier.es



ik4 research alliance  
Fundación Cidetec  
Parque Tecnológico de Miramón  
Paseo Miramón, 196  
20009 Donostia - GIPUZKOA  
Estibalitz Ochoteco  
943 30 90 22 - eochoteco@cidetec.es



Inasmets  
Mikelegi Pasealekua, 2  
Parque Tecnológico / Teknologi Parkea  
20009 Donostia - GIPUZKOA  
Fernando Seco  
943 00 37 04 - fernando.seco@inasmets.es



Grupo de Investigación en Metalurgia Física

Grupo de Investigación en Metalurgia Física  
UPV/EHU  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Bº Sarriena s/n  
48940 LEIOA (BIZKAIA)  
Jose Mº San Juan  
94 601 24 78 - wmpsanuj@lg.ehu.es



Grupo de Magnetismo y Materiales Magnéticos  
UPV/EHU  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Bº Sarriena s/n  
48940 LEIOA (BIZKAIA)  
Jon Gutiérrez  
94 601 25 53 - jon@we.lc.ehu.es



Laboratorio de Química Macromolecular  
UPV/EHU  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Bº Sarriena s/n  
48940 LEIOA (BIZKAIA)  
Jose Luis Vilas  
94 601 59 67 - gfpvivij@lg.ehu.es



Robotiker-Tecnalia  
Parque Tecnológico, Edif. 202  
48170 Zamudio - BIZKAIA  
Mercedes Ferros  
94 600 22 66 - mferros@robotiker.es



Mondragón Goi Eskola Politeknikoa (MGEP)  
Loramendi 4, Aptdo. 23  
20500 Mondragón - GIPUZKOA  
Jon Aurrekoetxea  
943 79 47 00 - jaurrekoetxea@eps.mondragon.edu



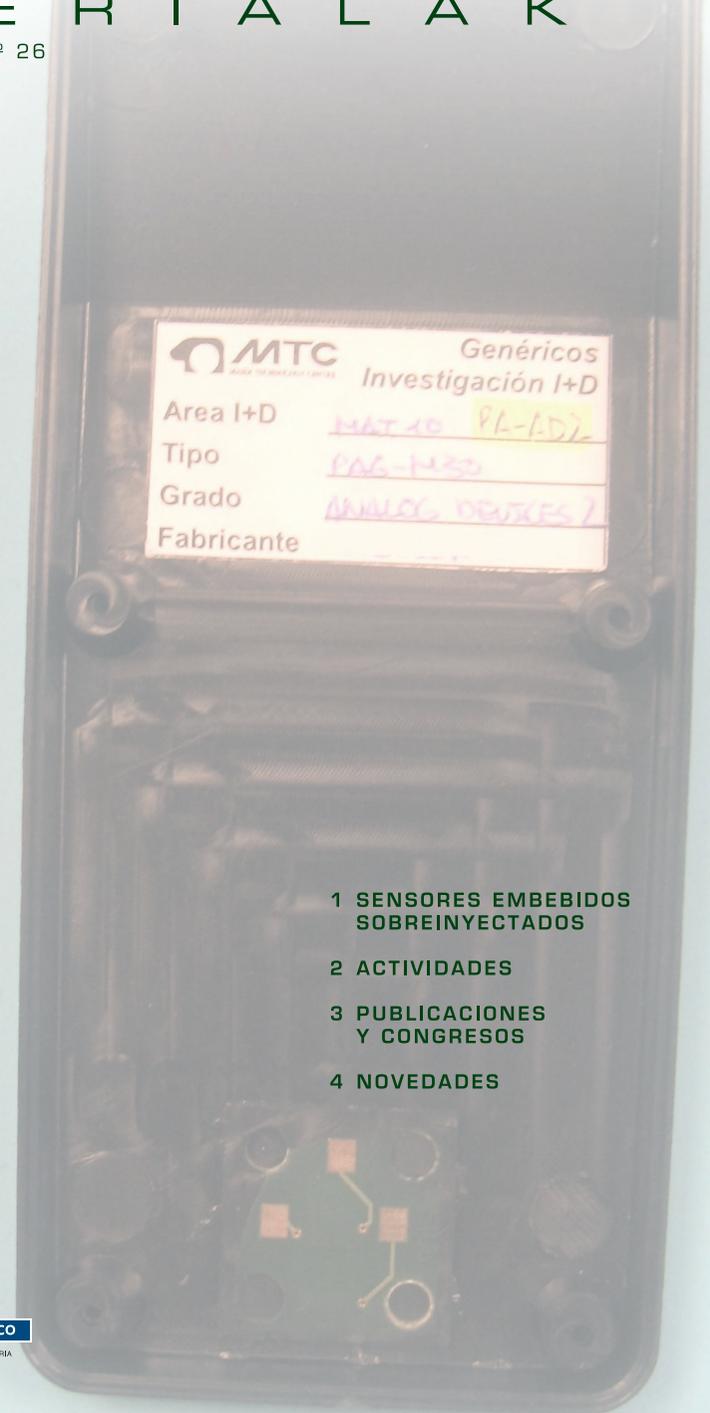
# Adimendun

## MATERIA LA K

ENERO 2010



Boletín externo ACTIMAT nº 26



MTC Genéricos  
Investigación I+D  
Area I+D MAT 10 PL-ADJ  
Tipo FAG-M30  
Grado ANALOG DEVICES?  
Fabricante

- 1 SENSORES EMBEBIDOS SOBREENYECTADOS
- 2 ACTIVIDADES
- 3 PUBLICACIONES Y CONGRESOS
- 4 NOVEDADES



Para solicitar información acerca de estos artículos y publicaciones, contactar con

**JOSÉ RAMÓN DIOS**  
GAIKER-IK4  
CENTRO TECNOLÓGICO

Parque Tecnológico, Edificio 202  
48170 Zamudio BIZKAIA SPAIN  
Tel.: 34 94 600 23 23  
Fax: 34 94 600 23 24  
e-mail: dios@gaiker.es  
http://www.actimat.es

Depósito Legal:  
BI-3410-09  
© Actimat



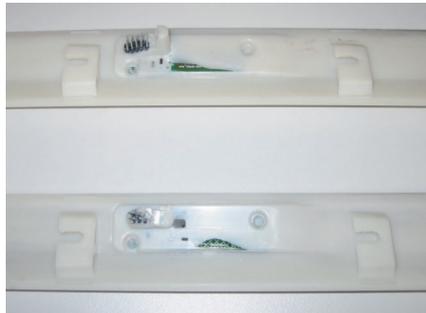
# SENSORES EMBEBIDOS SOBREENYECTADOS

## ■ ■ ■ SENSORES EMBEBIDOS SOBREENYECTADOS

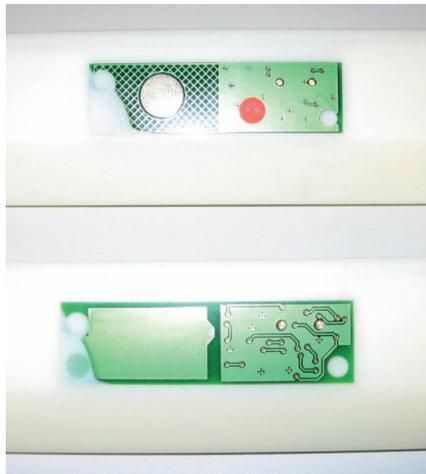
MAIER TECHNOLOGY CENTRE

A continuación se describen los resultados de las actividades de evaluación realizadas sobre un prototipo demostrador funcional, obtenido por inyección de material termoplástico, que incluye sensores empotrados (sobreenyectados). La pieza seleccionada es una moldura lateral de automoción y el tipo de sensor es de presencia.

En una primera serie de pruebas se han determinado las condiciones óptimas de inyección. Los parámetros críticos considerados son: temperatura de masa y velocidad de inyección.



Pieza de ABS con sensor sobreenyectado. Cara no vista. Sensor tipo Q (superior) y tipo P (inferior).



Pieza de ABS con sensor sobreenyectado. Cara vista. Sensor tipo Q (superior) y tipo P (inferior).

Posteriormente se han inyectado series consecutivas de veinticinco piezas con cada tipo de sensor seleccionado, utilizando los condiciones de procesado conseguidas en las pruebas anteriores.

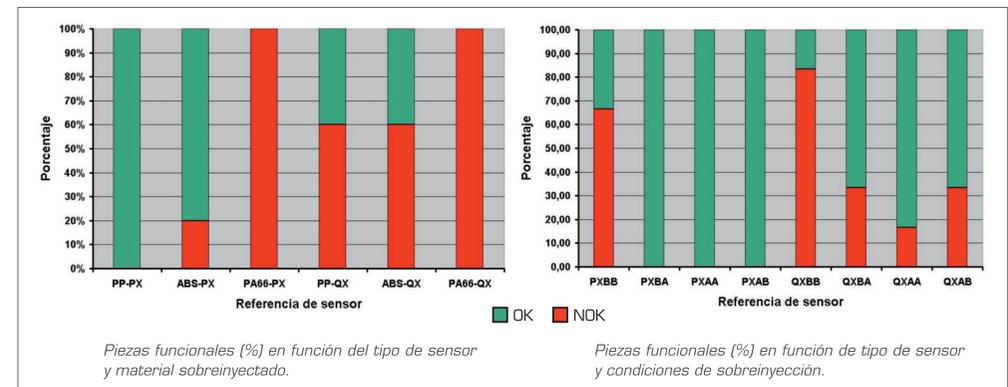
## Resultados

Las muestras se codifican según indicado a continuación:

CÓDIGO	SENSOR	MATERIAL
PP-PX	Tipo P	PP-T20
ABS-PX	Tipo P	ABS
PA66-PX	Tipo P	PA66-(M+GF)40
PP-QX	Tipo Q	PP-T20
ABS-QX	Tipo Q	ABS
PA66-QX	Tipo Q	PA66-(M+GF)40

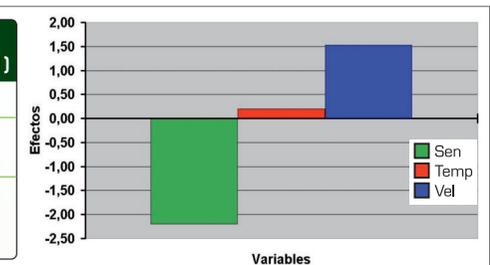
CÓDIGO	SENSOR	VELOCIDAD INYECCIÓN	TEMPERATURA INYECCIÓN
PXBB	Tipo P	Baja	Baja
PXBA	Tipo P	Baja	Alta
PXAA	Tipo P	Alta	Alta
PXAB	Tipo P	Alta	Baja
QXBB	Tipo Q	Baja	Baja
QXBA	Tipo Q	Baja	Alta
QXAA	Tipo Q	Alta	Alta
QXAB	Tipo Q	Alta	Baja

Los resultados del análisis funcional de los sensores sobreenyectados son:



Se ha realizado un diseño de experimentos para determinar los parámetros que más influyen en la funcionalidad de la pieza:

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	NIVEL (BAJO/ -1)	NIVEL (ALTO/ +1)
X1	Tipo sensor	Tipo P	Tipo Q
X2	Temperatura de masa (°C)	215	235
X3	Velocidad de inyección (mm/s)	20	35

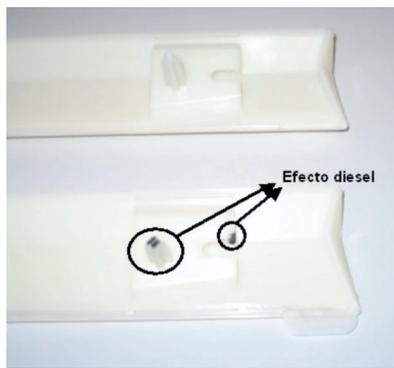




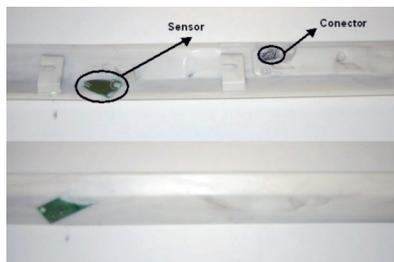
Los resultados obtenidos de este diseño de experimentos son:

- El factor más importante sobre la funcionalidad es el tipo de sensor. De los sensores considerados, el tipo P es el que presenta un comportamiento más robusto.
- La temperatura de masa es el factor que menos influye. En todo caso, cuanto más alta sea mejor funcionalidad presentan los sensores.
- La velocidad de inyección es un factor que afecta mucho. Cuanto mayor sea menos probabilidades existen que el sensor pierda la funcionalidad.

Por otro lado, se observa que las diferentes condiciones de procesado utilizadas para sobreinyectar los sensores no afectan significativamente al aspecto general (acabado superficial) de las piezas obtenidas. No obstante, utilizando una alta velocidad de inyección presentan marcas de quemados por atrapamiento de gases (efecto diesel) y sobrellenados.



Efecto de la velocidad de inyección. Baja velocidad (arriba) y alta velocidad (inferior), con marcas de efecto diesel en el final de llenado.



Efecto de la velocidad de inyección. Muestra en la que se han separado el conector y el sensor. Cara no vista (arriba) y cara vista (inferior).

## Ensayos según Cuaderno de Cargas

Las piezas con sensores sobreinyectados se han ensayado según cuaderno de cargas especificación funcional de aplicaciones de exterior de automoción. Del total de ensayos se consideran más restrictivos, desde el punto de vista de la funcionalidad de los componentes electrónicos, los de resistencia térmica y ciclados climáticos. La descripción de las condiciones de ensayo y resultados obtenidos se incluye a continuación.

### Ensayo de resistencia al ciclado climático

El ensayo consiste en someter la pieza a 7 ciclos consecutivos de:

- Paso 1: 16±1 h / 40°C / 95% de humedad relativa.
- Paso 2: 3±1 h / -20°C.
- Paso 3: 6±1 h / 85°C.

CÓDIGO	FUNCIONALIDAD	CÓDIGO	FUNCIONALIDAD
P1AA	OK	Q1AA	NOK
P2AA	NOK	Q3AA	OK
P3AA	OK	Q4AA	OK

### Ensayo de resistencia térmica

El ensayo consiste en estufar la pieza a 85°C durante 30 horas.

CÓDIGO	FUNCIONALIDAD	CÓDIGO	FUNCIONALIDAD
3P01	OK	3Q04	OK
3P15	OK	3Q16	OK
3P22	OK	3Q25	OK



Muestras después de ensayo de ciclado térmico.



Muestras después de envejecimiento térmico.



Carcasa inyectada en PA6-M30 con sensor sobreinyectado (izqda, cara no vista; dcha cara vista).

## Conclusiones

Respecto de las consideraciones de diseño se han detectado los siguientes aspectos:

- Los pines de conexión eléctrica de los sensores deben estar a 90° o paralelos respecto a la PCB. No admite inclinaciones intermedias.
- Para embeber completamente el sensor dentro de la pieza inyectada es necesario un aumento considerablemente el espesor. En el caso de piezas con acabados estéticos este sobreespesor puede representar un problema importante (rechupes).
- Es necesario proteger los conectores del sensor, previo a su inserción en el molde, para evitar que queden recubiertos por el material plástico inyectado y asegurar la continuidad eléctrica en la pieza final conseguida.
- La utilización de una velocidad de inyección alta supone que la salida de gases del molde ha de rediseñarse, para evitar el efecto diesel.

En cuanto al procesado, se observa que las mejores condiciones, dentro de las ventanas de procesado recomendadas para cada tipo de material plástico, son una alta temperatura de masa y una alta velocidad de inyección.

En cuanto a los ensayos de funcionalidad de sensores sobreinyectados:

- Los sensores que presentan un comportamiento más robusto son los de tipo P.
- No se detectan efectos graves de "Early failure rate":
- Un tercio de los sensores no supera los ensayos de ciclado climático.
- Ambos tipos de sensores resisten el envejecimiento térmico (30 h / 85°C). ■

■ ■ ■ **COPOLÍMEROS DE POLIESTIRENO Y HOMOPOLIPÉPTIDOS**  
LABORATORIO DE QUÍMICA MACROMOLECULAR - UPV/EHU

Desde que en 1906 Leuch publicara la primera síntesis de N-carboxianhídridos de distintos aminoácidos (NCA-s) partiendo del aminoácido correspondiente, se ha observado que estos compuestos cíclicos son de una importancia extraordinaria en la creación de nuevos compuestos macromoleculares (proteínas sintéticas, homopolipéptidos, materiales híbridos,...).

En los últimos años ha adquirido un gran interés la posibilidad de sintetizar copolímeros dibloque o tribloque en los que al menos uno de los bloques está constituido por un polipéptido. Las ventajas que presentan estos compuestos respecto al resto de macromoléculas son derivadas de dos propiedades principalmente.

- La estructura secundaria y terciaria que son capaces de adoptar los homopolipéptidos envolviendo a modo de micela a aquellas partes de la molécula insolubles en los disolventes en la que sí se disuelve el homopolipéptido. Esta propiedad permite, entre otras cosas, encapsular y liberar posteriormente sustancias en entornos concretos.
- La biocompatibilidad que gracias a la parte peptídica presentan los compuestos. Esta característica permite, y permitirá en un futuro no tan lejano, preparar y suministrar una gran variedad de moléculas que contienen sustancias imposibles de ser introducidas en el organismo humano, hasta el momento debido a su toxicidad y/o incompatibilidad para con los tejidos orgánicos.

La síntesis en el caso de los copolímeros dibloque esta dividida en tres grandes etapas.

**1) Síntesis de NCAs partiendo de los aminoácidos correspondientes.**

En esta investigación se han utilizado la L-alanina, L-penilalanina y las formas protegidas O-benzyl-L-tirosina, S-benzyl-L-cisteína y el 5 benzil ester de L-ácido glutámico.

La ciclación de los aminoácidos se realiza mediante una variante del método Funch-Farting en presencia de fosgeno (esquema 1).

La principal dificultad que exhiben los NCA-s es la del almacenamiento. Estos monómeros, en presencia de una base son capaces de desprotonar su grupo amina y transformarse en un anión NCA que actúa como un iniciador nucleofílico. Por ello, se aconseja sintetizar las NCA-s poco antes de ser utilizadas en las reacciones de polimerización, y almacenarlas a temperaturas muy bajas hasta el momento de ser empleadas.

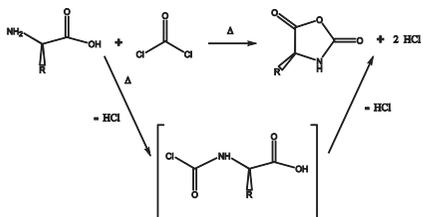
**2) Síntesis del macroiones poliestireno con grupos amino-terminales.**

La elección de un macroión adecuado se fundamenta principalmente en dos aspectos: la elaboración de un polímero "sintético" con un peso determinado y una polidispersidad reducida que posibilite la obtención de copolímeros fáciles de reproducir; y, la elaboración de un macroión cuya velocidad de propagación sea mucho mayor que la velocidad de iniciación de los propios anhídridos evitando así homopolimerizaciones y reacciones paralelas no deseadas.

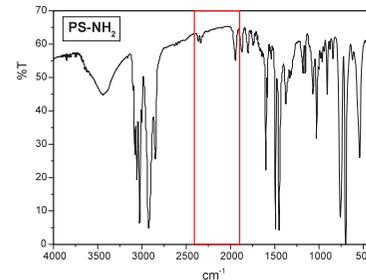
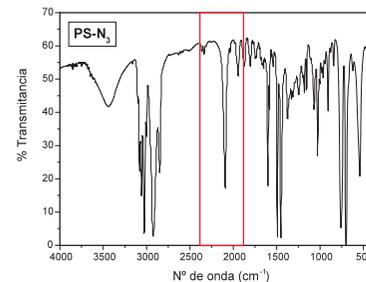
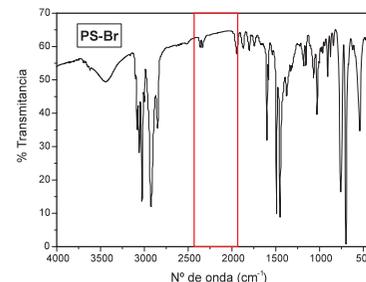
Es por ello que se ha elegido una polimerización vía ATRP (Atom Transfer Radical Polymerization) como primer paso para la obtención del monobromuro de poliestireno.

La azidación es un paso intermedio para lograr la aminación final. Como queda demostrado en distintos artículos la eficacia y el rendimiento de la aminación de la mayoría de polímeros monobromados mediante la azidación y una posterior reducción es mucho mayor que en el caso de la aminación directa.

En las gráficas adjuntas se observa la evolución del poliestireno a lo largo de las tres reacciones (formación del PS-Br vía ATRP partiendo del monómero, azidación del monobromuro de poliestireno a PS-N<sub>3</sub> y reducción de la azida terminal para lograr una amida terminal, PS-NH<sub>2</sub>) mediante la aparición y la desaparición del grupo azida.



Gráfica 1. Espectros infrarrojos realizados a una muestra de poliestireno tras cada paso de polimerización.



Esquema 1. Esquema de la reacción de ciclación de un aminoácido con fosgeno según el método Fuchs-Farting

**3) Síntesis de los copolímeros de poliestireno con NCA-s de aminoácidos.**

En la última etapa de la síntesis de los copolímeros se hacen reaccionar el macroión PS-NH<sub>2</sub> con los NCA-s de los distintos aminoácidos. La reacción se ha de efectuar en un medio inerte por la facilidad que presentan los anhídridos para abrir sus ciclos y reaccionar con sustancias nucleofílicas, e incluso electrofílicas evitando llevar a buen puerto la reacción ansiada.

Por otro lado, la poca polidispersidad que presenta el PS-NH<sub>2</sub> y la posibilidad de jugar con la cantidad de NCA-s añadida a la copolimerización permite lograr fácilmente copolímeros con distintas relaciones entre la longitud de la cadena de cada uno de los bloques. Estas relaciones ocasionan a su vez diferentes empaquetamientos en las macromoléculas. ■

■ ■ ■ **COMPOSITES ADAPTATIVOS REFORZADOS CON HILOS DE ALEACIONES CON MEMORIA DE FORMA**

MONDRAGON GOI ESKOLA  
POLITEKNIKOA (MGEP).

Los materiales composites pueden aligerar la estructura hasta un 70% del peso de la misma estructura metálica, y puede absorber entre 10 y 20 veces más de energía de impacto. Sin embargo, el uso de composites estructurales no-activos no permite adaptarse a todas las especificaciones que deben cumplir los componentes (patrones de absorción de energía), por ejemplo el comportamiento requerido al frontal del automóvil será diferente si se trata de un impacto con otro coche o si se trata del atropello de un peatón. Para solventar esta limitación se plantea desarrollar y caracterizar composites de matriz termoplástica y con hilos de aleaciones con memoria de forma (SMA; Shape Memory Alloys) embebidos. Si bien es cierto que hasta la fecha los composites reforzados con SMA han sido ampliamente estudiados para el control de vibraciones, el desarrollo para aplicaciones de impacto está en un estado embrionario.

La actividad investigadora en el último año se ha centrado en dos aspectos fundamentales:

**1. Propagación de frentes de transformación durante la transformación SIM inducida por impacto**

El estudio se centra en el análisis de los frentes de transformación martensítica inducida por tensión (Stress Induced Martensite, SIM) durante el impacto mediante una cámara termográfica de alta velocidad. El carácter exotérmico/endotérmico de la transformación SIM directa/reversa modifica la temperatura local, haciendo visible la nucleación y propagación de los frentes de transformación de fase. La nucleación, debido a la concentración de tensión generada por las mordazas, comienza casi siempre en los extremos de los hilos. Durante el impacto no se generan más frentes de transformación que los de estas zonas de amarre. En la zona que no ha sufrido transformación la temperatura se mantiene constante en los valores correspondientes a los ensayos en los que únicamente se produce la deformación elástica de la austenita. Estos resultados demuestran que a velocidades de deformación cercanas a 10 s<sup>-1</sup> la transformación SIM es inhomogénea, comportamiento

que coincide con lo verificado a velocidades muy bajas ( $<10^{-4} \text{ s}^{-1}$ ), por lo que se concluye que se trata de un proceso isotérmico y sin frentes de transformación múltiples. Este no es el caso de las sollicitaciones intermedias, entre  $10^{-4}$ - $10^{-2} \text{ s}^{-1}$ , en las que se generan varios focos de nucleación de frentes de transformación.

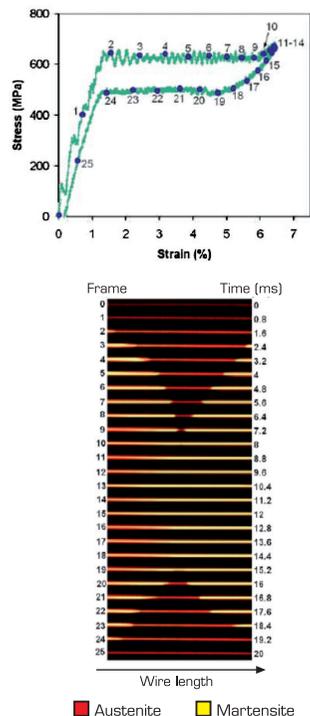


Figura 1. Evolución de los frentes de propagación de la transformación SIM durante un impacto de  $10 \text{ s}^{-1}$  y  $\epsilon=6.5\%$ . a) curva tensión-deformación, b) imágenes tomadas cada 0,8 ms mediante una cámara termográfica.

## 2. Ensayos de pull-out en condiciones de impacto para composites SMA/pCBT

Una de las variables más importantes de cara a fabricar un material composite es la adherencia de la intercara entre la fibra de refuerzo y la matriz para poder transmitir las cargas a las fibras. No se tiene constancia de referencias bibliográficas que traten la resistencia de la intercara NiTi/polímero a velocidades de deformación de impacto. De ahí que el objetivo haya sido el de evaluar la resistencia de la intercara de unión en materiales compuestos de aleaciones con memoria de forma de NiTi

embebidas en matriz termoplástica pCBT, tanto ante cargas estáticas como ante impacto. Las principales conclusiones son:

- La intercara formada por matriz pCBT reforzada con alambre de NiTi de 0,5 mm de diámetro resiste fuerzas mayores que las necesarias para producir la transformación inducida por tensión en el NiTi tanto en estático como a velocidades de deformación de impacto (figura 2).
- La intercara formada por matriz pCBT reforzada con alambre de NiTi de 0,5 mm resiste fuerzas mayores ante impacto que en estático.
- El acabado sandblasted resiste fuerzas mayores que el acabado pickled.

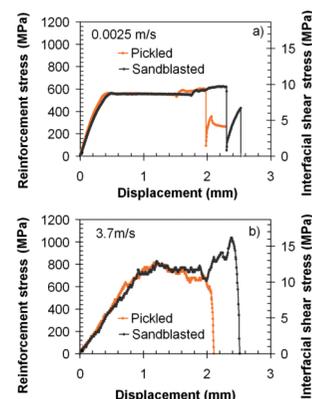


Figura 2. Resultados de los ensayos de pull-out en condiciones quasi-estáticas (a) e impacto (b).

Los resultados de la investigación se han divulgado en las siguientes publicaciones:

1. J. Zurbitu, G. Castillo, I. Urrutibeascoa, J. Aurrekoetxea, "Low-energy tensile-impact behavior of superelastic NiTi shape memory alloy wires", *Mechanics of Materials*, 41 (2009) 1050.
2. J. Zurbitu, S. Kustov, G. Castillo, L. Aretxabaleta, E. Cesari, J. Aurrekoetxea, "Instrumented tensile-impact test method for shape memory alloy wires", *Materials Science and Engineering A*, 524 (2009) 108.
3. J. Zurbitu, G. Castillo, I. Urrutibeascoa, J. Aurrekoetxea, "Effect of impact induced strain on the SIM transformation of superelastic NiTi shape memory alloy wires", *Journal of Materials Engineering and Performance*, 18 (2009) 600.
4. J. Zurbitu, G. Castillo, L. Aretxabaleta, J. Aurrekoetxea, "Phase transformation fronts propagation during the Stress Induced Martensitic transformation in NiTi Shape Memory Alloy wires at impact strain rates", *8th European Symposium on Martensitic Transformations*, Prague (Czech Republic), Septiembre 2009.
5. J. Zurbitu, A. Agirregomezkorta, M. Samionandia, G. Castillo, I. Urrutibeascoa, J. Aurrekoetxea, "Setting up of pull-out test at impact strain rates for SMA wire/pCBT adaptive composite", *17th International Conference on Composite Materials (ICCM-17)*, Edinburgh (UK), Julio 2009.

## PUBLICACIONES ■ ■ ■

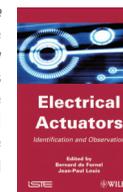
- **Smart textile coatings and laminates**, *W C Smith (Editor)*. Smart coatings can produce coatings that offer above and beyond the normal functions of a coating, these range from improving the performance of fabrics, producing new forms of materials to providing decoration. This book reviews a variety of topics about textile coatings and laminates and aims to provide a stimulus for developing new and improved textile products.



The first part of the book introduces the fundamentals of textile coatings and laminates, addressing general areas such as coating and laminating processes and techniques, as well as base fabrics and their interaction in coated fabrics. Part two discusses different types of smart and intelligent coatings and laminates for textiles. Topics include microencapsulation technology, conductive coatings, breathable coatings and phase change materials and their application in textiles.

With its highly distinguished editor and array of international contributors, *Smart textile coatings and laminates* will be a valuable reference book for chemists, textile technologists, fibre scientists, textile engineers and all those wishing to improve and understand the developments in textile coating and laminating technology. It will also be suitable for researchers in industry or academia. Más información: <http://www.woodheadpublishing.com>

- **Smart Electrical Actuators: Applications and Performance**, *Bernard de Fornel, Jean-Paul Louis (Editors)*. This helpful resource covers a large range of information regarding electrical actuators. In particular, robustness, a very problematic issue, is fully explored in a dedicated chapter. The text also deals with the estimate of non-measurable mechanical variables by examining the estimate of load moment, then observation of the positioning of a command without mechanical sensor. Finally, it examines the conditions needed to measure variables and real implementation of numerical algorithms. This is a key working resource for electrical engineers. Más información: <http://eu.wiley.com>



## CONGRESOS ■ ■ ■

- **26-29 Enero 2010. Electrospinning 2010**, Melbourne (Australia). Más información: <http://www.csiro.au/org/ElectroSpin-2010.html>
- **18-22 Enero. 11th Joint Magnetism and Magnetic Materials (MMM)/Intermag Conference**, Washington D.C., (USA). Más información: <http://www.magnetism.org/>
- **14-18 Febrero. 2010 TMS Annual Meeting & Exhibition**, Seattle, (USA). Más información: <http://www.programmaster.org/PM/PM.nsf/ApprovedAbstracts/FE4DCA1E8DF7A76B85257668003CD899?OpenDocument>
- **21-26 Febrero. SPIE Advanced Lithography 2010**, San Diego (USA). Más información: <http://spie.org/x10942.xml>
- **7-11 Marzo 2010, SPIE Smart Structures and Materials & Nondestructive Evaluation and Health Monitoring 2010**, San Diego (USA). Más información: <http://spie.org/x12228.xml>
- **8-10 Marzo. Polymer Nanocomposites**, Bethlehem, Pennsylvania (USA). Más información: <http://www.4spe.org/conferences/polymer-nanocomposites>
- **23-24 Marzo. Smart Systems Integration 2010**, Como (Italia). Más información: <http://www.mesago.de/en/SSI/main.htm>
- **24-25 Marzo, Nanocomposites & Nanotubes**, Bruselas (Belgica). Más información: [www.plastics-events.com](http://www.plastics-events.com)
- **11-15 Abril. Novel Aspects of Surfaces and Materials (NASM 3)**, Manchester (Reino Unido). Más información: <http://www.nasm.org.uk/>
- **14-16 Abril. Smart Fabrics**, Miami (USA). Más información: <http://www.smartfabrics-conference.com/>
- **20-22 Abril. Techtextil Russia 2010- International Trade Fair for Technical Textiles, Nonwovens and Protective Clothing**, Moscú, (Rusia). Más información: <http://www.techtextil-messefrankfurt.ru/index.php?lang=en>
- **7-10 Abril. POLYCHAR 18 World Forum for Advanced Materials**, Siegen, (Alemania). Más información: <http://www.uni-siegen.de/fb8/polychar18/>

## ■ ■ ■ NUEVAS TESIS DOCTORALES

### Grupo de Magnetismo y Materiales Magnéticos UPV/EHU.

El 5 de Octubre se llevó a cabo en el Salón de Grados, la defensa de Tesis Doctoral "Control micro y nanométrico de posición de actuadores basados en materiales con memoria de forma" por Dña Estibalitz Asua Uriarte del Departamento de Electricidad y Electrónica de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPV/EHU de Leioa. Directores de la Tesis Víctor Etxebarria Ecenarro y Alfredo García Arribas.

Las aleaciones con memoria de forma (SMA) y las aleaciones con memoria de forma ferromagnética (FSMA) son dos de los más destacados integrantes de la familia de los denominados "materiales inteligentes".

La principal característica que estos materiales presentan es que sus dimensiones pueden ser modificadas como resultado de una transición de fase estructural debido a un cambio de temperatura o a la aplicación de campo magnético, respectivamente. Esta propiedad puede ser utilizada para generar movimiento o fuerza en dispositivos electro-mecánicos y micromáquinas.

La precisión de los actuadores está limitada por la característica no lineal estímulo-respuesta del material activo, y por esta razón, tradicionalmente, los actuadores basados en SMAs han sido utilizados principalmente como actuadores "todo o nada". En este trabajo, se utiliza un hilo de una aleación de Níquel-Titanio (Nitinol) como elemento activo en distintos prototipos de actuadores de microposicionamiento.

El principal propósito de esta investigación es controlar de manera fina la contracción del hilo. El hilo debe contraerse y relajarse en torno a posiciones de contracción intermedias dentro de su rango de movimiento, así como contraerse y relajarse gradualmente a velocidad constante. Los resultados experimentales demuestran que una estrategia de control Proporcional-Integral combinada con un método de compensación de la histéresis de estos materiales, permite obtener precisiones en la posición en torno a 3-4  $\mu\text{m}$ .

Además, se diseña un actuador basado en FSMA y se presentan los primeros resultados de control obtenidos. Se demuestra experimentalmente que se pueden obtener errores de posición en torno a 5 nm, con la ventaja de que, en estos materiales, la actuación se produce sin contacto.

Los experimentos realizados demuestran que tanto los SMAs como los FSMAs, son serias alternativas para ser utilizados como actuadores de precisión en micromáquinas o incluso, para el caso concreto de los FSMAs, en posicionamiento nanométrico.

### Fundación Cidetec -IK4.

El 18 de Diciembre de 2009 se llevó a cabo en el Salón de Actos de la Universidad Complutense de Madrid, la defensa de la Tesis Doctoral titulada "Diseño de biosensores electroquímicos de ADN. Aplicaciones a la determinación de microorganismos patógenos" por Don Oscar Andres Loaiza Fernández, actualmente Jefe de Proyecto de la Unidad de Sensórica y Fotónica de CIDETEC. Los directores de la Tesis Doctoral han sido José Manuel Pingarrón Carrazón, María Pedrero Muñoz y Susana Campuzano Ruiz.



La primera parte de la Tesis consistió en la puesta a punto de un método de determinación de ADN y sulfonamidas empleando para ello un biosensor amperométrico de peroxidasa.

En la segunda parte de este trabajo se desarrollaron diferentes tipos de sensores electroquímicos de ADN que utilizan electrodos de oro modificados con monocapas autoensambladas y que se basan en diferentes estrategias de inmovilización de oligonucleótidos sonda que emplean uniones covalentes a diferentes sustratos modificados con monocapas: MPA previamente activada con EDC/NHSS, de DTSP y/o oligonucleótidos sonda tiolados o biotinilados para la obtención de biosensores desechables de ADN.

Por otra parte, se desarrollaron genosensores basados en el empleo de nanopartículas magnéticas para la detección electroquímica de una secuencia específica del gen lacZ, característico de la familia de las Enterobacterias.

En la última parte de esta Tesis Doctoral se abordó la síntesis y caracterización de nanoalambres mixtos de níquel y oro para el control de procesos bioelectrocatalíticos.

Los resultados obtenidos demuestran la aplicabilidad de los genosensores al análisis de microorganismos patógenos disminuyendo enormemente los tiempos de análisis. ■

## ■ ■ ■ NUEVOS EQUIPOS EN ACTIMAT

### GAIKER-IK4.

Desde el pasado mes de Diciembre GAIKER-IK4, dispone de un nuevo equipo para la realización de filamentos sintéticos. A partir de los compuestos realizados en GAIKER se obtendrá un monofilamento que será caracterizado mecánicamente fundamentalmente en base a dos normas:

- UNE EN ISO 1973: Determinación de la densidad lineal y
- UNE EN ISO 5079: Determinación de la fuerza de rotura y del alargamiento en la rotura de fibras individuales.

El equipo consiste básicamente en dos unidades: la unidad de bobinado a alta velocidad, hasta 200 m/min y la unidad de estirado a baja velocidad. La relación de estirado puede ser como máximo de 1:10 y puede hacerse a temperatura ambiente o con calor ya que el monofilamento se hace pasar por un horno que puede alcanzar hasta 300°C.

La alimentación se realiza con el Minilab de HAAKE, ya disponible en GAIKER-IK4 con anterioridad. Esto permite obtener un monofilamento a partir de unos pocos gramos de material y de esta manera el proceso de desarrollo de nuevos hilos se reduce considerablemente en tiempo y dinero. Este equipo es muy útil también, cuando se dispone de poca cantidad de material o aditivos muy caros, ya que se puede obtener una buena cantidad de metros de fibra a partir de unos pocos gramos y realizar la caracterización del material aplicando los ensayos propios de las fibras.

