



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
Joseito Pomposo
943 30 90 22 - jpomposo@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
UPV/EHU - Facultad de Ciencia y Tecnología LEIOA - BIZKAIA
Apartado 644, 48080 BILBAO
Jose Mº San Juan
94 601 24 78 - wrmpsanuj@lg.ehu.es



Grupo de Magnetismo y Materiales Magnéticos
UPV/EHU - Facultad de Ciencia y Tecnología LEIOA - BIZKAIA
Apartado 644, 48080 BILBAO
Jon Gutiérrez
94 601 25 53 - jon@we.lc.ehu.es



Laboratorio de Química Macromolecular
UPV/EHU - Facultad de Ciencia y Tecnología LEIOA - BIZKAIA
Apartado 644, 48080 BILBAO
Jose Luis Vilas
94 601 59 67 - gfpvivil@lg.ehu.es



Robotiker
Parque Tecnológico, Edif. 202
48170 Zamudio - BIZKAIA
Mercedes Ferro
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



ik4 research alliance

Adimendun

MATERIA LA K

JULIO 2009



Boletín externo ACTIMAT nº 24



- 1 DESARROLLO DE MATERIALES CON PROPIEDADES CONDUCTORAS PARA APLICACIONES TEXTILES
- 2 ACTIVIDADES
- 3 PUBLICACIONES Y CONGRESOS
- 4 NOVEDADES

Información



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.org



■ ■ ■ **DESARROLLO DE MATERIALES CON PROPIEDADES CONDUCTORAS PARA APLICACIONES TEXTILES**

GAIKER-IK4. Parque Tecnológico, Ed. 202
Zamudio (Bizkaia)

Introducción

Durante los últimos años, científicos e investigadores han centrado su atención en el área de los textiles con funciones eléctricas. El interés en este campo se debe al potencial para desarrollar textiles que puedan sentir, reaccionar y ajustarse de manera controlada a las condiciones medioambientales. Actualmente, la ejecución de estas funciones se realiza mediante dispositivos y circuitería electrónica integrados en el propio textil (Figura 1), lo cual implica la necesidad de condiciones de procesamiento diferentes.

Un aspecto importante es el hecho de que los materiales empleados para los circuitos electrónicos deben estar caracterizados por un bajo peso, una gran elasticidad y flexibilidad, así como una buena estabilidad química, con el fin de que garanticen el confort del usuario y que sean prácticos para el uso cotidiano.

Por ello, se necesitan rutas alternativas que permitan fabricar textiles eléctricos, lo cual exige un desarrollo sustancial con relación a tecnologías de cables flexibles para interconectar los dispositivos eléctricos. Los materiales poliméricos resultan muy atractivos para llevar a cabo esta propuesta debido a su bajo coste, bajo peso y un fácil y económico procesamiento. Estas propiedades han hecho de ellos unos materiales ampliamente utilizados en la industria textil.

Actualmente, el desarrollo de compuestos eléctricamente conductores a partir de mezclas de polímeros con materiales conductores, tales como negro de humo, fibras y nanotubos de carbono, está siendo un área importante de estudio. Así, las propiedades eléctricas de estos composites varían dependiendo de la dispersión de

las partículas en la matriz polimérica, siendo el factor crítico el grado de incorporación del aditivo, que debe ser el menor posible con el fin de facilitar el procesamiento, pero siendo asimismo suficiente para conseguir la conductividad eléctrica deseada. Es por ello necesario conseguir un equilibrio entre estos dos factores.

Efecto de la incorporación de aditivos conductores en las propiedades eléctricas

Las propiedades eléctricas de los composites resultantes de añadir partículas conductoras a un polímero dependen de la morfología de dichos componentes, así como de las condiciones y métodos de procesamiento utilizados.

El uso de nanotubos de carbono (CNT) como reforzante de matrices poliméricas ofrece grandes ventajas sobre los reforzantes convencionales. Los CNTs son estructuras cilíndricas formadas a partir de láminas de grafito enrolladas sobre sí mismas. Las dimensiones de los nanotubos son muy

variables, siendo su diámetro del orden del nanómetro, mientras que la longitud puede llegar hasta las micras, o incluso milímetros. Habitualmente, los nanotubos de carbono presentan una estructura multipared, formada por nanotubos de distintos diámetros enrollados unos sobre otros en una estructura coaxial.

La adición de CNTs a los polímeros no solo aporta una mejora de las propiedades mecánicas, sino también estabilidad térmica y conductividad eléctrica. Cabe destacar que su eficacia en aplicaciones de sistemas compuestos depende fundamentalmente de una dispersión homogénea en el sistema y de una buena adhesión interfacial, por lo que suelen ser necesarios tratamientos previos.

Las nanofibras de carbono son nanofilamentos generados catalíticamente, de dimensiones semejantes a los anteriores, pero con una disposición diferente de los planos de grafito. En cuanto a sus propiedades, estas presentan una alta resistencia y rigidez, presentando además buenas propiedades térmicas y eléctricas. Por ello, añadidas a la matriz polimérica aumentan la conductividad de la misma.

Si bien estas distintas cargas conductoras basadas en el carbono (nanotubos, nanofibras, negro de humo, etc.) poseen propiedades excepcionales a escala nano, la principal dificultad reside en el desarrollo de un nuevo material, nanocomposite, que presente estas propiedades también a escala macro. A menudo los nanocomposites desarrollados presentan una conductividad considerablemente menor que las cargas conductoras. Para obtener nanocomposites con buena conductividad las cargas conductoras han de estar dispersas y orientadas a lo largo de la matriz, y a la vez ha de haber contacto entre las cargas para permitir la propagación de la señal eléctrica a través de las mismas.

Una posible forma de mejorar la conductividad de estos nanocomposites consiste en la orientación de las cargas estirando las fibras inmediatamente después del proceso de extrusión. La novedad de este trabajo reside en la creación de filamentos orientados

utilizando métodos de procesamiento tradicionales (extrusión) con una línea de estirado especialmente diseñada a tal efecto. El proceso de estirado junta las cadenas moleculares y las orienta a lo largo del eje de la fibra, facilitando la formación de una red tridimensional entre las cargas incrementando de esta forma la conductividad eléctrica.

Desarrollo de nanocomposites conductores

El objetivo principal del trabajo realizado en GAIKER-IK4 es el desarrollo de hilos conductores para ser utilizados como cableado eléctrico en textiles inteligentes y manteniendo a la vez las propiedades de los hilos textiles convencionales (módulo de Young, resistencia a la tensión, elongación de ruptura).

Para ello se han desarrollado y caracterizado monofilamentos conductores a partir de matrices poliméricas convencionales, a las cuales se les han añadido los diferentes nanoaditivos con el fin de que los nanocompuestos tengan propiedades eléctricas. Como matrices poliméricas se han utilizado polipropileno (PP) y poliamida-6 (PA), matrices comúnmente usadas en la industria textil. Como aditivos eléctricamente conductores se han utilizado nanotubos de carbono de pared múltiple MWNTs (diámetro=10 nm, longitud= 0.1-10 µm) y nanofibras de carbono NFs (diámetro=20-80nm, longitud>30 µm) del tipo planos apilados en espiral.

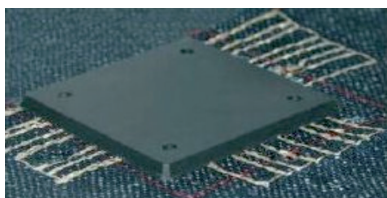
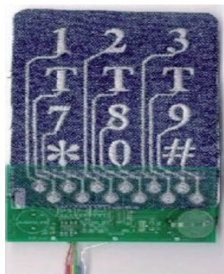


Figura 1. Teclado textil y módulo electrónico moldado sobre tejido. (Musical jacket Project, MIT, 2001).



Figura 2. Miniextrusora Haake Minilab.





Figura 3. Bobinas de monofilamento de polipropileno con nanotubos de carbono.

Para llevar a cabo las diferentes formulaciones se ha utilizado una miniextrusora (Figura 2) ya que permite realizar medidas reológicas y mezclas de pequeñas cantidades de material. Su sistema está basado en dos husillos cónicos contra-rotatorios con un canal reológico integrado, en el cual dos sensores de presión permiten medir la viscosidad del material. Asimismo, mediante una válvula es posible controlar el tiempo de residencia del material dentro de la cavidad. Con el fin de obtener las muestras en forma de hilo se utiliza una boquilla cilíndrica, sometiendo a la muestra a un proceso de estirado manual, lo que permite disminuir el diámetro del hilo obtenido a 0,3 mm.

Efecto de las condiciones de procesado en la conductividad eléctrica

Uno de los objetivos del trabajo realizado en GAIKER-IK4 es estudiar la influencia de las condiciones de procesado del hilo en la conductividad eléctrica. Para ello se ha realizado una tabla de experimentos para realizar la mezcla de las matrices poliméricas



con las cargas, variando el tipo y la cantidad de aditivo añadido, a diferentes velocidades de cizalla y con diferentes tiempos de residencia. La temperatura de procesado se mantiene constante para cada matriz polimérica.

El estudio de las propiedades eléctricas se ha realizado mediante un equipo Keithley Fuente-Medidor 2602 (Figura 3). Para medir la conductividad de los hilos obtenidos, se utiliza el método Voltímetro-Amperímetro ó Método de las dos puntas, que consiste en introducir un voltaje entre las dos puntas de medición obteniéndose el valor de la resistencia. Para obtener el valor de conductividad eléctrica se aplica la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{l}{A \cdot R} \text{ (S/cm)}$$

Siendo:

- l= Longitud del hilo (cm)
- R= Valor de resistencia obtenido (Ω)
- A= Sección del hilo = πR² (cm²)

Las muestras obtenidas, en general, presentan valores de resistencia bastante elevados. No obstante, la conductividad de las formulaciones que contienen nanotubos de carbono como aditivo es notablemente mayor que en el resto de los casos, lo que es atribuible al mayor valor de conductividad que presentan los nanotubos de carbono respecto a las nanofibras. Cabe destacar asimismo que se obtienen mejores valores de conductividad

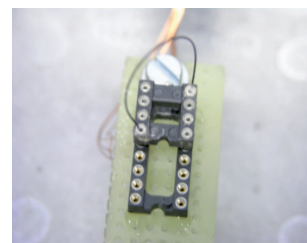


Figura 4. Equipo utilizado para medir la conductividad e imagen de la muestra para la aplicación del método de dos puntas.

usando el PP como matriz polimérica frente a la PA. Por ello el análisis comparativo de las condiciones de procesado se ha realizado atendiendo a los valores obtenidos en los composites con PP como matriz polimérica y nanotubos de carbono como aditivo.

Las propiedades eléctricas de los composites resultantes de añadir partículas conductoras a un polímero dependen de la morfología de dichos componentes, por lo que la dispersión de los aditivos en la matriz es un factor a considerar a la hora de analizar la conductividad obtenida. Así, las muestras procesadas a velocidades de cizalla y tiempos de residencia bajos presentan altos valores de resistividad, es decir, una conductividad baja. Esto es debido a la insuficiente dispersión de las cargas en la matriz debido a la baja cizalla. Igualmente, velocidades de cizalla excesivamente elevadas dan como resultado un material poco conductor, lo que es atribuible a la posible ruptura de los nanotubos de carbono por la excesiva cizalla ejercida. Por ello, los valores de conductividad más elevados se dan cuando la muestra es procesada a velocidades y tiempos de residencia intermedios, ya que se consigue la óptima dispersión del aditivo en la matriz, siendo el mayor valor de conductividad obtenido 0.4 S/cm.

Efecto de la temperatura en la conductividad eléctrica

Para el análisis del efecto de la temperatura sobre la conductividad se realiza inicialmente un estudio reológico de la matriz polimérica a diferentes temperaturas dado que el límite de percolación disminuye generalmente a medida que aumenta el índice de fluidez (MFI). Por ello, la viscosidad de la matriz polimérica afecta directamente al grado de dispersión de los (nano)-aditivos durante el procesado. Valores altos de MFI favorecen la dispersión de agregados durante el procesado, facilitando la formación de una red tridimensional. Sin embargo, si la viscosidad de una matriz polimérica es demasiado baja (MFI demasiado alto), la cizalla ejercida por la matriz no es lo suficientemente fuerte como para romper efectivamente los aglomerados y como resultado el límite de percolación aumenta debido a la mala dispersión del aditivo.

Una vez estudiado el comportamiento reológico de la matriz, se realiza el compound de la matriz con los nanoaditivos a las diferentes temperaturas, eligiendo como condiciones de procesado aquellas que dan como resultado los mayores valores de conductividad (velocidad de cizalla y tiempo de residencia intermedios), corroborándose que una temperatura intermedia, y por consiguiente una viscosidad intermedia, permite una dispersión óptima de los aditivos. Este hecho se refleja en un mayor valor de la conductividad obtenida.

Efecto del grado de estirado

Otro factor que influye en la conductividad es el grado de estirado del monofilamento, para lo cual una vez sacado el material de la miniextrusora se le somete a un proceso de estirado con una proporción de estirado 1:4 en un equipo para la producción de monofilamentos, el cual consta de una serie de rodillos que permiten un control de la relación y velocidad de estirado al que se le somete a la muestra, junto con elementos calefactores que permiten controlar la temperatura del proceso. (Figura 4)

Las medidas de conductividad de los monofilamentos obtenidos muestran que el proceso de estirado provoca un ligero aumento en los valores de conductividad obtenidos en relación con los hilos sacados manualmente de la miniextrusora, debido la orientación de los aditivos en la matriz.

Con el trabajo realizado hasta la fecha se ha conseguido obtener hilo de polipropileno semiconductor. El trabajo se centrará en obtener resultados similares con otras matrices poliméricas.■

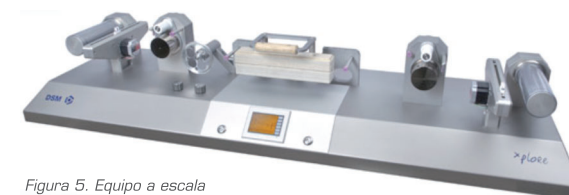


Figura 5. Equipo a escala de laboratorio para la producción de monofilamentos.

AMORTIGUADORES MAGNETOREOLÓGICOS

MONDRAGÓN GOI ESKOLA POLITEKNIKOA, Arrasate - Mondragón (Gipuzkoa)

La actividad del grupo de fluidos de MGEF dentro del proyecto ACTIMAT se centra en generar fluidos magnetoreológicos (MR) adecuados a las necesidades de la aplicación industrial dónde se implementen. Este objetivo conlleva por un lado sintetizar, caracterizar y modelar el comportamiento magnetohidrodinámico del fluido y por otro, diseñar y modelar el prototipo de la aplicación para predecir y evaluar el efecto del fluido MR en la función de la aplicación. En este sentido, el grupo de MGEF ha aplicado la metodología descrita a un prototipo de amortiguador magnetoreológico destinado a la atenuación del ruido y de las vibraciones de una lavadora.

Los amortiguadores magnetoreológicos son una base de innovación en diferentes sectores como el militar, la ingeniería civil, los electrodomésticos o la automoción. Aunque su ámbito de aplicación es extenso, todavía se trata de una tecnología nueva en plena evolución con un amplio margen de desarrollo, del que en un futuro más cercano cualquier producto en el que el comportamiento dinámico sea importante podrá beneficiarse.

Para analizar el efecto MR se ha diseñado un prototipo de amortiguador MR con doble vástago y sin acumulador, tal y como se muestra en la figura 1. El conducto de paso del fluido se ha definido externo al amortiguador y con una geometría adecuada para un mejor control del efecto MR.

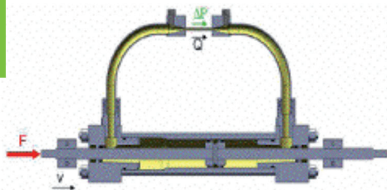


Figura 1. Diseño del prototipo de amortiguador MR.

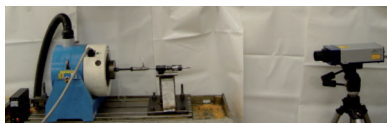


Figura 2. Método de ensayo del prototipo de amortiguador MR.

El comportamiento dinámico del amortiguador MR dista considerablemente de los amortiguadores convencionales, por lo que se ha desarrollado un método de ensayo y de análisis específico [1]. Este comportamiento se caracteriza por el umbral inicial de actuación del amortiguador que se manifiesta en la transición del régimen estático al dinámico. Para captar esta transición se ha propuesto un método de ensayo y de análisis en lazo abierto y sin control, figura 2.

La ventaja de la información adicional del régimen de trabajo posibilita desarrollar modelos de comportamiento más completos. Así por ejemplo, se ha desarrollado un modelo del amortiguador sin fluido [2] en el que se modela tanto la fricción estática, la dinámica y el transitorio entre ambas

para un amplio rango de frecuencias, figura 3.

Las capacidades de este modelo son muy superiores a los modelos analizados en la bibliografía. Como se observa en la figura 4 el modelo propuesto representa la histéresis tanto de alta como de baja velocidad, así como los cruces en dicha histéresis. También se predice la variación de la magnitud de fuerza a partir de una velocidad determinada y todo ello con un ajuste excelente a los valores experimentales en la banda de frecuencias analizada.

En la figura 5 se muestra la implementación del prototipo de amortiguador MR diseñado en una lavadora FAGOR-F2814, con el fin de controlar y atenuar su respuesta dinámica en diferentes ciclos de lavado con la aplicación del campo magnético adecuado.

Para ejercer el control correcto sobre dispositivos que contengan fluido MR, como en el caso del amortiguador, hace falta predecir el comportamiento del fluido en diferentes condiciones de funcionamiento, por lo que es necesario desarrollar un modelo fiable del

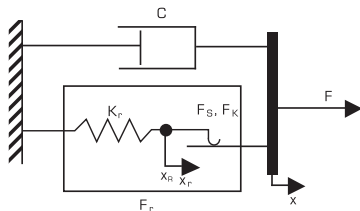


Figura 3. Modelo de fricción propuesto.

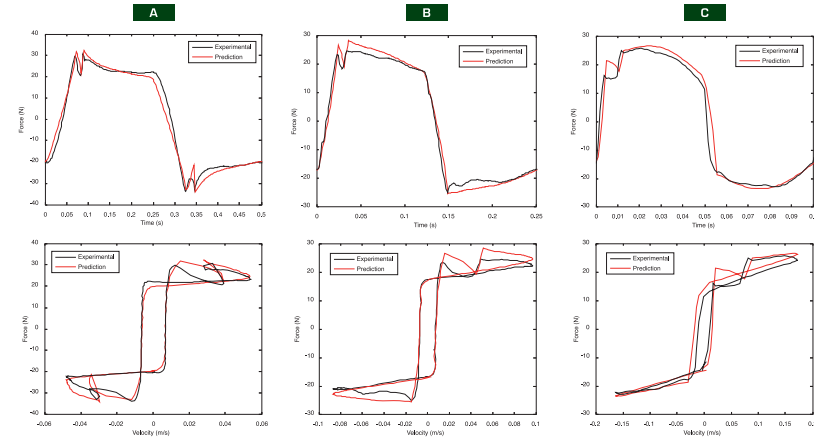


Figura 4. Curvas experimentales y numéricas de fuerza tiempo y fuerza velocidad del modelo propuesto para frecuencias de; a) 2 Hz, b) 4 Hz, y c) 10Hz.

comportamiento reológico de los fluidos magnetoreológicos. El grupo de fluidos de MGEF ha desarrollado un modelo [3,4] que predice el comportamiento magnetoreológico del fluido ante diferentes excitaciones magnéticas, figura 6. La validación de este modelo viene dada por la correlación con los resultados experimentales [5-7] que se muestra en la figura 7.



Figura 5. Implementación del prototipo de amortiguador MR en una lavadora.

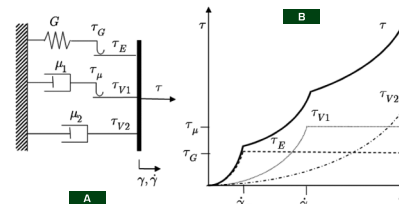


Figura 6. Modelo de fluido MR propuesto: (a) diagrama, (b) reograma.

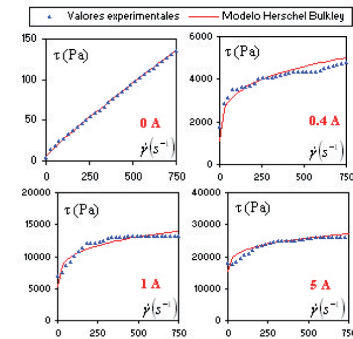


Figura 7. Reograma del fluido MR Lord MRF-122-2ED para intensidades de 0A, 0.4A, 1 A y 5A.

Referencias

- [1] M. Zubieta, M.J. Elejabarrieta, M.M. Bou-Ali (2009). Open loop controlled damper test method for static and dynamic characterization. *Journal Mechanism and Machine Theory*, Vol. 44, Páginas 1560-1569; 2009. ISSN: 0094-114X.
- [2] M. Zubieta, H. Urrutia, M.J. Elejabarrieta, M.M. Bou-Ali (2007). Characterization of the friction of a damper in open loop control. 12th IFToMM World Congress (Primer premio del Congreso). Besancon (Francia), Junio 2007
- [3] M. Zubieta, M.J. Elejabarrieta, M.M. Bou-Ali (2009). Characterization and modelling of the magnetization of the magnetorheological fluids. *Smart Materials and Structures* (En imprenta). ISSN 1361-665X
- [4] M. Zubieta, M.J. Elejabarrieta, M.M. Bou-Ali (2008). Model of the behaviour of magnetorheological fluids to analyse the preyield. *Magnetohydrodynamics*, Vol. 44, No. 4, 379-386. ISSN: 0024-992X.
- [5] M. Zubieta, M.J. Elejabarrieta, M.M. Bou-Ali (2009). Numerical method for the determination of the shear stress of magnetorheological fluids with the parallel-plate measuring system. *Rheology Acta* 48, 89-95. ISSN: 1435-1528.
- [6] M. Zubieta, M.J. Elejabarrieta, M.M. Bou-Ali (2008). Quantitative characterization of magnetorheological fluids for smart lubrication. *Proceedings of LUBMAT 2008, Lubrication management and technology conference, San Sebastián, Junio 2008.*
- [7] M. Zubieta, S. Eceolaza, M. J. Elejabarrieta, M.M. Bou-Ali (2008). Caracterización y modelado del comportamiento magnético de los fluidos magnetoreológicos. *Libro de Actas del Congreso CNIMOB, X Congreso Nacional de Materiales, San Sebastián, Junio 2008.*

■ ■ ■ CICLADO TÉRMICO EN ALEACIONES CON MEMORIA DE FORMA

Grupo de Investigación en Metalurgia Física. UPV/EHU.

Dentro del estudio teórico-experimental que estamos desarrollando sobre las aleaciones con memoria de forma de la familia Cu-AlNi describimos aquí algunos resultados interesantes del denominado efecto de memoria de temperatura

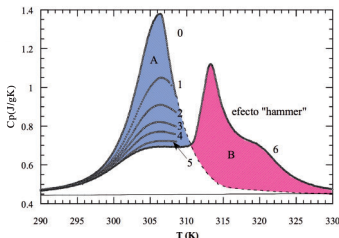


Figura 1: Efecto memoria de temperatura. Calorimetría Adiabática.

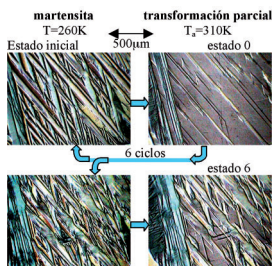


Figura 2: Observaciones ópticas del retraso de la transformación asociado a la memoria de temperatura.

desplazamiento de la transformación. La figura 1 muestra estos resultados para la aleación Cu (82.3%) Al (13.7%) Ni (4%) sometida a 6 ciclos parciales y para $T_a=310.1K$, que corresponde a un 80% de transformación. La curva 0 es el calor específico sin memoria de temperatura. Las curvas de 1 a 5 son los resultados de las etapas de calentamiento parciales y la curva 6 muestra la transformación total subsiguiente que muestra el efecto "hammer". Las áreas bajo estas curvas representan la entalpía de la transformación y por tanto son una medida del progreso de la misma en los diversos casos. El retraso de la transformación resulta evidente si se comparan las curvas 1 y 6. El área A (en azul) corresponde a la fracción de martensita transformada sin efecto memoria que pasa a transformarse por encima de T_a como consecuencia de este efecto, representado por el área B (en rojo). Como puede verse en la figura 2, las observaciones ópticas confirman estos resultados.

En paralelo se ha desarrollado un modelo termodinámico que permite explicar estos fenómenos tanto desde un punto de vista cualitativo como cuantitativo. El modelo utiliza los valores de la energía libre en ambas fases y predice una relación cuasi-lineal entre la energía elástica de cada plaqueta de martensita y su temperatura de transformación. Estos resultados, recogidos con detalle en las referencias [2, 3, 4], son importantes desde un punto de vista tecnológico porque ofrecen expresiones predictivas de la cinética de la transformación martensítica en ciclos de transformación parcial que puede tener lugar en determinadas condiciones de trabajo. Este modelo y sus predicciones pueden generalizarse para otras aleaciones con memoria de forma. ■

Referencias

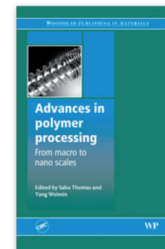
[1] "The hysteresis cycle modification in thermoelastic martensitic transformation of shape memory alloys". G. Airoldi, A. Corsi and G. Riva, Scripta Materialia 36, 11 (1997) 1273-1278.
 [2] "Temperature memory effect in Cu-AlNi shape memory alloys studied by adiabatic calorimetry". J. Rodríguez-Aseginolaza, I. Ruiz-Larrea, M.L. Nó, A. López-Echarri and J. San Juan, Acta Materialia 56 (2008) 3711-3722.
 [3] "A new quantitative approach to the thermoelastic martensitic transformation: the density of elastic states". J. Rodríguez-Aseginolaza, I. Ruiz-Larrea, M.L. Nó, A. López-Echarri and J. San Juan, Acta Materialia 56 (2008) 6283-6290.

PUBLICACIONES ■ ■ ■

• "Surface modification of textiles", Woodhead Textiles Series No. 97. Qufu Wei (Editor). This book reviews fundamental issues relating to textile surfaces and their characterisation and explores the exciting opportunities for surface modification of a range of different textiles.

The surface of textiles offers an important platform for functional modifications in order to meet special requirements for a variety of applications. The surface modification of textiles may be achieved by various techniques ranging from traditional solution treatment to biological approaches. This book:

- Reviews fundamental issues relating to textiles surfaces and their characterisation
- Examines various types of surface modification suitable for textiles including plasma treatments and nanoparticles
- Discusses surface modification strategies for various textile applications including expansion into technical textile applications
- Explores the exciting opportunities for surface modification of a range of textiles as well as emerging approaches shaping future trends.



• "Advances in polymer processing: From macro- to nano-scales", S Thomas, W Yang (Editors). Processing techniques are critical to the performance of polymer products which are used in a wide range of industries. This book reviews the latest advances in polymer processing, techniques and materials and will be an invaluable reference for engineers and academics concerned with polymer processing.

- The latest advances in polymer processing, techniques and materials are reviewed analysing new challenges and opportunities.
- The fundamentals of polymer processing are discussed, considering the compounding and mixing of polymers as well as extrusion.
- Alternative processing technologies such as calendaring and coating and thermoforming of polymers are included.
- The moulding process and post-processing technologies are examined with particular focus on online monitoring and computer modelling of polymers.

<http://www.woodheadpublishing.com/>

CONGRESOS ■ ■ ■

- **22-24 septiembre 2009. 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON MECHANICS AND TECHNOLOGY OF COMPOSITE MATERIALS.** St. Constantine and Elena, (Bulgaria), Para más información: <http://www.clpchm.bas.bg/conference/>
- **23-25 septiembre 2009. ICMIE 2009 - International Conference on Mechanical and Industrial Engineering.** Amsterdam (Holanda), Para más información: <http://www.waset.org/wcset09/amsterdam/icmie/>
- **23-25 septiembre 2009. The 6th International Conference on Textile and Polymer Biotechnology.** Het Pand (Belgica), Para más información: <http://www.intb.org/>
- **28-30 septiembre, Nanotech Europe 2009.** Berlin (Alemania). Para más información: <http://www.nanotech.net/>
- **1-2 de Octubre 2009: Nanomateriales. Valoración de Riesgos para la Salud y el Medio Ambiente.** Zamudio. GAIKER-K4. Para más información: http://www.gaiker.es/document/formacion/jornada_nanomateriales.pdf
- **5-9 octubre 2009: 20th International Conference on Optical Fibre Sensors.** Edinburgh Conference Centre, Heriot Watt University, Edinburgo (Reino Unido). Para más información: <http://ofs20.iop.org/>
- **19-22 octubre 2009: 4th International Conference on Surfaces Coatings And Nanostructured Materials.** Crowne Plaza, Roma (Italia). Para más información: <http://www.nanosmat2009.com/>

martensítica, el resultado final es un claro retraso de la siguiente transformación total. Además, la repetición consecutiva de los ciclos de calentamiento parciales (procedimiento "hammer") acentúa este retraso [1]. La presencia de estos fenómenos modifica las propiedades de estas aleaciones precisamente en los rangos de temperatura de interés, lo que puede afectar a sus posibles aplicaciones tecnológicas. Por tanto la historia térmica y sobre todo las posibles transformaciones incompletas deben ser tenidas en cuenta ya que permiten modificar la temperatura de transformación. Hay que subrayar que estos efectos memoria pueden ser eliminados mediante una transformación completa.

Hemos estudiado este efecto mediante calorimetría adiabática y observaciones ópticas directas. Las curvas calorimétricas muestran un característico pico adicional por encima de T_a que aumenta con el número de ciclos parciales previos, lo que permite medir el

■ ■ ■ Nuevas Tesis Doctorales

- Modelización y Simulación de actuadores electromecánicos avanzados.



Dr. Naiara Vidal.

El pasado 26 de Junio de 2009, presentó su trabajo de Tesis, Naiara Vidal Lecue en "Modelización y Simulación de dispositivos electromecánicos avanzados". Siendo los directores el Dr. Jose Manuel Barandiaran y Dr. Jorge Feuchtwanger del departamento de Electricidad y Electrónica de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad del País Vasco de Leioa.

Un actuador es un elemento funcional, que convierte un determinado aporte de energía (señal eléctrica) en una energía mecánica a través de un proceso controlado. La energía inicial depende del tipo de actuador y puede ser eléctrica, carga, voltaje, temperatura o presión de un fluido. Obteniéndose una respuesta de salida del tipo, fuerza, desplazamiento, torsión... En la actualidad existen numerosos actuadores convencionales en base a sistemas neumáticos, hidráulicos y electromecánicos. Los de más reciente aparición son los desarrollados en base a "smart materials" o materiales activos y se caracterizan por que pueden cambiar sus propiedades físicas en función de los estímulos del entorno.

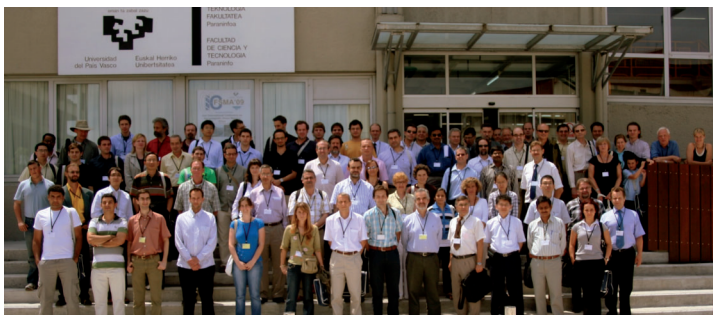
La tesis presentada, se basa en la optimización de este tipo de actuadores que incluyen nuevos materiales magnéticos activos. En ella se han estudiado dispositivos como un generador / medidor de flujo para calderas de gas, un actuador lineal electromecánico para la bomba de agua de lavavajillas y lavadoras, un actuador magnetostrictivo y uno basado en una aleación con memoria de forma (shape memory alloy). De cara a optimizarlos y mejorar sus posibilidades técnicas de aplicación se han utilizado herramientas de simulación y optimización, como Análisis de Elementos Finitos y Análisis Modal. ■

■ ■ ■ Presencia de ACTIMAT en el Congreso Internacional ICFSMA 2009



ACTIMAT ha participado en la realización del 2º Congreso Internacional de Conferencias sobre Aleaciones Ferromagnéticas con Memoria de Forma (ICFSMA) los días 1-3 de Julio en la Universidad del País Vasco, que reunió unos 90 expertos de 17 países.

El Congreso organizado por el Grupo de Investigación en Magnetismo y Materiales Magnéticos de la UPV/EHU, contó además con una pequeña muestra de empresas fabricantes de dispositivos en base a materiales con memoria de forma magnética. Dentro de esta muestra, ACTIMAT como sponsor del Congreso estuvo también presente con un pequeño stand en el cual se pudieron mostrar algunos materiales y dispositivos desarrollados en el seno del proyecto. ■



■ ■ ■ Entrega de diplomas en la 2ª Edición del Master Universitario Propio en Materiales Inteligentes.

El pasado día 9 de julio, se celebró en el Salón de Grados de la Facultad de Ciencia y Tecnología, una sesión académica con la que se finalizó la segunda edición del Master Universitario Propio de Materiales Inteligentes. Título Propio de la UPV/EHU y unos de los hitos de ACTIMAT en el que se han formado 30 especialistas en Materiales Inteligentes en sus dos ediciones (2005/07 y 2007/09).



En el acto fue presidido por la Vicerrectora de Ordenación Académica, Dña. Carmen González y contó con la presencia del Director de Tecnología del Gobierno Vasco, D. Edorta Larrauri, la Decana de la Facultad de Ciencia y Tecnología, Dña. Esther Domínguez y los responsables del Master, D. Luis M. León y D. José Manuel Barandiarán, así como una nutrida representación de los profesores que han participado en esta edición del Master.

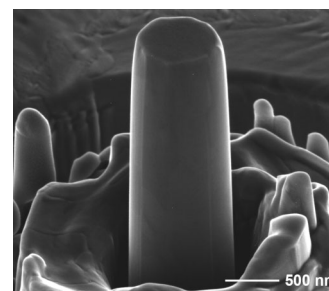
Aprovechando esta entrega de diplomas se realizó la presentación del Master Universitario con acceso a Doctorado "Nuevos Materiales" y que se impartirá en el próximo curso académico en la Facultad de Ciencia y Tecnología. ■

■ ■ ■ Un trabajo de GIMF- ACTIMAT en la revista Nature Nanotechnology

La revista Nature Nanotechnology, número uno mundial en este campo, ha publicado este mes de julio un impactante descubrimiento realizado por un equipo de investigadores de la Universidad del País Vasco en Leioa y del Massachusetts Institute of Technology (Cambridge, USA), liderado por el Catedrático José M. San Juan del Grupo de Investigación en Metalurgia Física de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPV/EHU, en el marco del proyecto ACTIMAT.

Las aleaciones con memoria de forma (SMA), por sus siglas en inglés "shape memory alloys", presentan una transformación de fase reversible que les confiere unas interesantes propiedades como sensores y actuadores, ver Boletín ACTIMAT nº 6 de Enero 2005.

J. San Juan y su equipo UPV/EHU – MIT han demostrado ahora [San Juan et al., Nature Nanotechnology 4 (2009) pp 415-419] que las dos fases responsables de la memoria de forma en aleaciones de Cu-Al-Ni son más estables en nano-pilares que en muestras de dimensiones macroscópicas. Como consecuencia, la transformación martensítica reversible inducida por tensión exhibe un "efecto de tamaño" en micro y nano estructuras de SMA de Cu-Al-Ni. Este efecto de tamaño da lugar a unas excelentes propiedades de "ultra-alto amortiguamiento", con tiempos de respuesta de tan solo unos pocos milisegundos. Gracias a este descubrimiento, micro y nano estructuras fabricadas con SMA de Cu-Al-Ni pueden ofrecer una solución práctica para amortiguamiento de vibraciones e impactos a nano-escala, abriendo el camino para el desarrollo de micro dispositivos (MEMS) más precisos y fiables. Por ello es de esperar que el presente trabajo tenga a corto plazo una importante repercusión tecnológica en sectores tales como la aeronáutica, automoción, domótica, robótica y biomedicina donde los MEMS están teniendo una creciente implantación. La puerta está abierta para unas nuevas generaciones de MEMS más seguros y duraderos, que sin duda mejorarán nuestra calidad de vida. ■



Nano-pilar, tallado mediante Focused Ion Beam, empleado para los ensayos de nano-compresión y medida del "efecto de tamaño" en la transformación martensítica, de [San Juan et al., Nature Nanotechnology 4 (2009) pp 415-419].