



ik4 research alliance

Ikerlan S.Coop
P^o 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

Grupo de Investigación en Metalurgia
Física
UPV/EHU - Facultad de Ciencia y
Tecnología LEIOA - BIZKAIA
Apartado 644, 48080 BILBAO
Jose M^o 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



Labortutua

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

M A T E R I A L A K

ABRIL 2009



Boletín externo ACTIMAT nº 23



- 1 SENSORES DE ONDA ACUSTICA
- 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.org



■ ■ ■ **SENSORES DE ONDA ACÚSTICA EN SUSTRATOS PIEZOELECTRICOS**

IKERLAN P^a José María Arizmendiarieta, 2 Arrasate (Gipuzkoa)

1. INTRODUCCIÓN

Los dispositivos de onda acústica AW (*Acoustic Wave*) han sido ampliamente utilizados en los últimos años, especialmente como osciladores y líneas de retardo de alta frecuencia en la industria de las telecomunicaciones. Utilizan diferentes patrones de metalización para generar y volver a recibir una onda mecánica en un cristal piezoeléctrico. El comportamiento de la onda se puede modificar por construcción de los patrones de metalización. Los dispositivos AW se fabrican con materiales cristalinos principalmente el cuarzo, niobato de litio y tantalato de litio, todos ellos piezoeléctricos. Este aspecto es fundamental puesto que es el efecto piezoeléctrico del sustrato el que se utiliza para transformar la energía de una señal eléctrica recibida por el patrón de metalización en una onda acústica que se propagará a lo largo de la superficie del mismo o por el interior de su volumen.

En función de la disposición geométrica de la metalización que actúa como transductor y de las direcciones de corte de los sustratos piezoeléctricos, existen diferentes tipos de dispositivo pero en todos los casos las características de las señales eléctricas devueltas están condicionadas por la velocidad de propagación de la onda mecánica en el sustrato y por las dimensiones físicas del dispositivo. Todos estos factores se ven afectados por la situación del sustrato: temperatura, stress, strain, masa añadida..., por lo que el dispositivo es sensible a estas magnitudes y se comporta como sensor.

Según el parámetro que se quiera monitorizar el tipo de dispositivo adecuado es diferente. A continuación se presentan las características principales de cada uno de ellos.

2. DISPOSITIVOS DE ONDA ACÚSTICA SUPERFICIAL (SAW: SURFACE ACOUSTIC WAVES)

Los dispositivos SAW (Surface Acoustic Wave) son componentes electrónicos que utilizan como transductor un conjunto de electrodos interdigitados, IDT (Inter Digital Transducer), grabados en una de las caras de un sustrato piezoeléctrico. La señal eléctrica que llega al IDT da lugar, por efecto piezoeléctrico, a una onda acústica que se propaga a lo largo de la superficie del sustrato. Estructuras metálicas en lugares bien definidos actúan como reflectores y causan una reflexión parcial de la onda SAW que se propaga de nuevo hacia el mismo IDT (dispositivo de una puerta) o hacia otro (dispositivo de doble puerta). Debido a la reciprocidad del efecto piezoeléctrico la onda acústica vuelve a dar lugar a una señal eléctrica.

La frecuencia de operación y el ancho de banda dependen del espaciado y número de líneas en el IDT. Se suele trabajar en frecuencias entre 10 MHz y 2,5 GHz. En este rango de frecuencias, la longitud de onda es baja por lo que la señal ultrasónica se atenúa con rapidez y la onda acústica se restringe a una zona muy superficial del sustrato.

Tipos de dispositivos SAW

Ondas acústicas superficiales Rayleigh (RSAW)

En este caso, la propagación de la onda Rayleigh provocará que cada partícula sobre la superficie del sustrato experimente un movimiento vertical perpendicular a la superficie, como puede verse en la Figura 1.

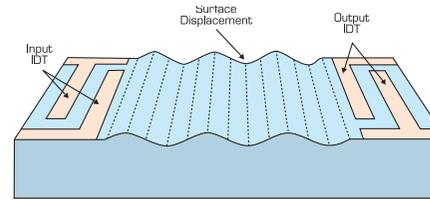


Figura 1. Propagación de la onda acústica en un dispositivo RSAW

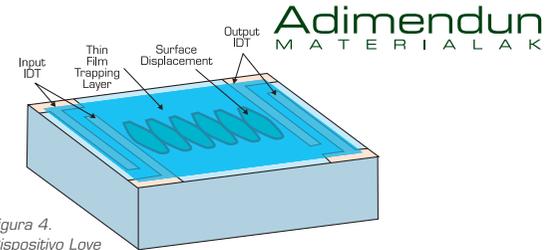


Figura 4. Dispositivo Love

Este tipo de dispositivo SAW es muy apto para medir propiedades mecánicas y eléctricas en su superficie. En cambio, debido al desplazamiento vertical que se produce, no puede ser usado para sensorizar líquidos puesto que la onda mecánica generada resulta totalmente amortiguada. Para la sensorización de gases se deposita sobre el sustrato una película sensible al gas en cuestión que modificará sus características mecánicas y eléctricas en función de la concentración de gas presente (ver Figura 2)

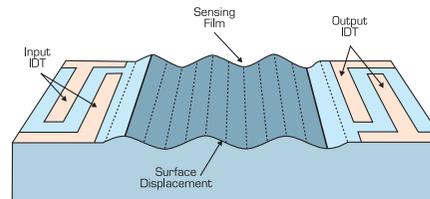


Figura 2. Dispositivo RSAW preparado para sensorizar gases

Ondas superficiales transversales (STW) y dispositivos Love

Al igual que en el tipo Rayleigh, la onda es transversal a la dirección de propagación pero en este caso esa dirección transversal se sitúa en el propio plano superficial. Se utiliza además una metalización adicional (ver Figura 3) o un deposición (dispositivo Love, Figura 4) con el fin de impedir cualquier propagación de la onda acústica hacia el interior del sustrato.

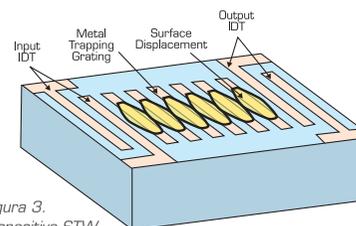


Figura 3. Dispositivo STW

Al no existir componente vertical en el desplazamiento, el STW podría en teoría ser usado para aplicaciones de sensorización de líquidos. No obstante, el líquido depositado en la superficie del dispositivo podría cortocircuitar los electrodos impidiendo la excitación de la STW. Se han probado estrategias de aislamiento eléctrico de los IDTs respecto del líquido pero dan lugar a pérdidas significativas por lo que estos dispositivos se usan exclusivamente para sensorización de gases una vez depositada una película sensible.

3. DISPOSITIVOS DE ONDA ACÚSTICA EN VOLUMEN (BAW: BULK ACOUSTIC WAVES)

En este caso, la onda acústica generada en el sustrato piezoeléctrico no se limita a una de sus superficies sino que se transmite en todo su volumen.

Tipos de dispositivos BAW

Dispositivos TSM (Thickness Shear Mode)

En este caso se sitúa un electrodo en cada superficie del sustrato (ver Figura 5) y se transmite en todo el volumen una vibración cuya máxima amplitud se produce en las caras externas. Esta vibración se produce en el plano del cristal y no presenta componente perpendicular al mismo por lo que se puede trabajar en líquidos y gases sin excesiva atenuación (ver Figura 6).

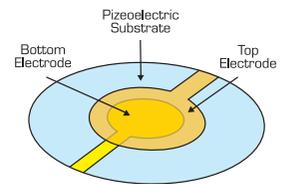


Figura 5. Metalización de un dispositivo TSM

Dispositivos SH-APM (Shear Horizontal Acoustic Plate Mode)

Estos dispositivos combinan lo mejor de los tipos SAW y BAW. La excitación se produce,

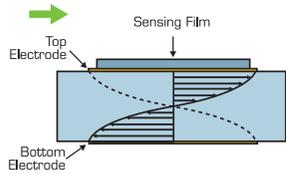


Figura 6. Propagación de la onda acústica en un dispositivo TSM

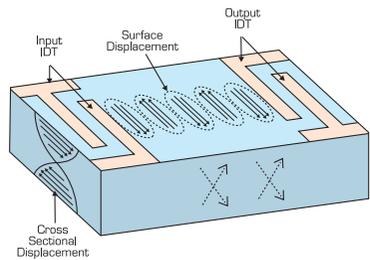


Figura 7. Metalización y propagación en dispositivo SH-APM

SENSORES DE ONDA ACÚSTICA

igual que en el caso SAW, con electrodos situados en una sola cara pero la onda generada se transmite en todo el volumen del sustrato hasta llegar a la cara opuesta. Esto hace que se pueda aislar por completo la cara de excitación de la cara sensible por lo que es muy adecuado para sensorizar líquidos (ver Figura 7).

4. ACTIVIDAD EN IKERLAN

Los dispositivos SAW se han usado tradicionalmente como filtros y resonadores

para telecomunicaciones. Al analizar la influencia de factores externos como la temperatura o la tensión mecánica, no deseables desde el punto de vista electrónico, se vio la posibilidad de utilizarlos como sensores.

Como principal atractivo de esta tecnología cabe destacar su reducido tamaño, su bajo coste de producción y consumo y su idoneidad para configurar redes inalámbricas de sensores.

En la actualidad se observa una gran actividad investigadora encaminada a adaptar dispositivos de onda acústica como elementos sensores en entornos en los que otro tipo de sensorización no es posible: zonas de difícil acceso, partes móviles u ocultas y entornos exigentes.

De momento, sólo una pequeña parte de la actividad científica mencionada ha dado lugar a aplicaciones comerciales pero la presencia de este tipo de dispositivos se está incrementando en campos como la automoción, la medicina, la biología o la protección medioambiental. Se trata de soluciones desarrolladas a medida para satisfacer necesidades concretas. Los productos se venden como sistemas

completos y no es posible disponer de los sensores como elemento individual para ser evaluados. En todos los casos, tanto el diseño del propio dispositivo transductor como su encapsulado están realizados a medida de la aplicación correspondiente y es poco probable que sirvan para otra situación.

En este contexto, el interés de IKERLAN se orienta hacia el dominio de la tecnología desde sus aspectos más fundamentales para evitar, en la medida de lo posible, dependencias externas a la hora de desarrollar sensores y sistemas basados en ondas acústicas adaptados a las más diversas aplicaciones en las que puedan resultar ventajosos. El conocimiento de la tecnología requiere abordar diferentes aspectos totalmente complementarios e imprescindibles para completar el diseño personalizado del sistema sensor. Algunos de los aspectos en los que se está trabajando son:

Material usado como sustrato

El material elegido es decisivo desde el punto de vista del comportamiento ante variaciones de temperatura y tensiones mecánicas, además de influir en el nivel de acoplamiento electromecánico, en las pérdidas en el material y en la velocidad de propagación de la onda acústica. El uso de uno u otro material puede influir también en la correcta adherencia de las pistas metálicas que configuran el dispositivo y en el proceso de fabricación que haya que utilizar. Al tratarse de materiales piezoeléctricos anisotrópicos, no sólo hay que seleccionar el material sino también la dirección de corte más idónea y la dirección de propagación de la onda que se desea.

Diseño de la geometría de la metalización

Tal como se ha visto en la descripción de los diferentes dispositivos de onda acústica, el diseño global seleccionado para la metalización condiciona el tipo de onda acústica que se va a generar. Pero además, la concreción de cada uno de sus detalles repercute decisivamente en la calidad de la señal, la frecuencia de operación, el ancho de banda, los niveles de señal obtenidos y la adaptación eléctrica al sistema de interrogación que se utilice.

Fabricación y caracterización de dispositivos

Se está utilizando la técnica de fotolitografía para fabricar distintos dispositivos de onda acústica según los diseños realizados. De este modo se puede disponer de muestras para caracterizar su comportamiento frente a distintos parámetros y valorar la bondad de los criterios utilizados en el diseño (ver Figura 8 y Figura 9).

Ubicación y encapsulado

Según los requisitos de cada aplicación se estudia y selecciona la solución más adecuada

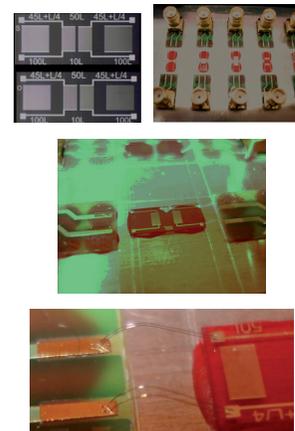


Figura 8. Varios dispositivos preparados para su caracterización

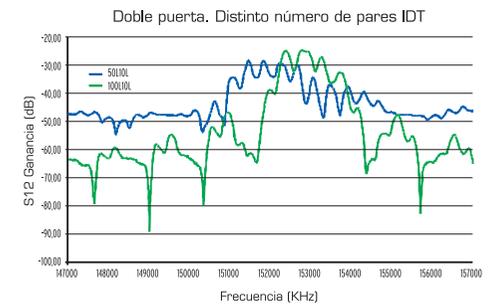


Figura 9. Caracterización en función del número de electrodos del IDT

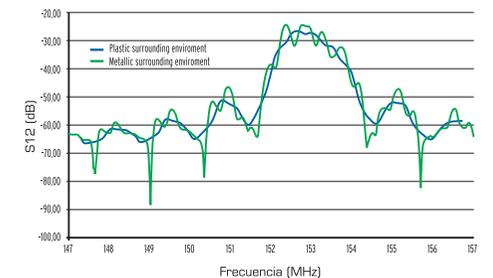


Figura 10. Influencia del entorno en la calidad de la señal

formas posibles de excitación. Se puede trabajar interrogando mediante pulso único, tren de pulsos, frecuencia fija continua o pulsada o barrido en frecuencias. En cada uno de los casos la manera de procesar la señal devuelta por el sensor resulta diferente. La señal devuelta por el sensor lleva implícita la información sobre el estado del sustrato que lo contiene y su entorno. Esa información puede analizarse mediante su reflejo en diferentes parámetros de medida: retardo, desfase, amplitud o frecuencia resonante.

La decisión final sobre el método elegido dependerá de la robustez de la medida pero también, en el caso de una aplicación industrial, del coste y consumo de los componentes electrónicos que se seleccionen y de su garantía de suministro. ■

para alojar el sensor garantizando la integridad del conjunto, satisfaciendo los requisitos establecidos y teniendo en cuenta su futura conexión con la electrónica exterior que puede afectar notablemente a la calidad de la señal tal como puede verse en la Figura 10.

Desarrollo de sistemas de interrogación

Se están analizando diferentes estrategias posibles para interrogar los sensores de onda acústica. La decisión de cuál de ellas usar está muy condicionada por la ubicación física y los niveles de señal y acoplamiento que se consiguen en cada caso.

El punto de partida de las alternativas para el diseño electrónico, se sitúa en las diferentes

■ ■ ■ MATERIALES POLIMÉRICOS CON PROPIEDADES PIEZOELECTRICAS

Laboratorio de Química Macromolecular. UPV/EHU.

Las limitaciones en ciertos sectores de la industria de los materiales piezoeléctricos que actualmente se encuentran en el mercado, cerámicas principalmente, han llevado a la búsqueda de otros materiales más ligeros y de mayor facilidad de procesado o transformación como son los materiales poliméricos.

El polímero piezoeléctrico por excelencia, el Polifluoruro de Vinilideno (PVDF) o sus copolímeros, presentan como principal limitación el comportamiento térmico, ya que por encima de 100°C sufren una pérdida irreversible de sus propiedades.

La búsqueda de nuevos materiales poliméricos con propiedades piezoeléctricas a elevadas temperaturas nos ha llevado a la síntesis de nuevas poliimidas. Estas poliimidas térmicamente más estables, presentan grupos dipolares en su seno que las confieren dichas propiedades, se han sintetizado cuatro nuevos polímeros diferentes y se han obtenido sus parámetros eléctricos y sus propiedades térmicas obteniéndose resultados prometedores.

Debido a su potencial uso en aplicaciones con requerimientos térmicos específicos, es necesario determinar el mayor número de parámetros posibles para establecer ya no solo sus condiciones de uso sino también su interrelación con el entorno. Para ello, actualmente se están caracterizando térmicamente estas poliimidas obteniendo coeficientes térmicos del material tales como:

La conductividad térmica:

magnitud que relaciona el calor que fluye por unidad de tiempo a través de un área unidad de la lámina de material de espesor unidad, con una diferencia de temperatura unidad entre sus caras.

$$q = -K \cdot \nabla T$$

La efusividad térmica:

magnitud que mide la capacidad del material para intercambiar calor con el entorno cuando no estamos en condiciones estacionarias. En condiciones transitorias el flujo de calor no es proporcional a la conductividad térmica sino a su efusividad térmica.

$$e = \sqrt{\rho \cdot c \cdot K}$$

$$q = \frac{e \cdot (T_1 - T_2)}{\sqrt{\pi \cdot t}}$$

La difusividad térmica:

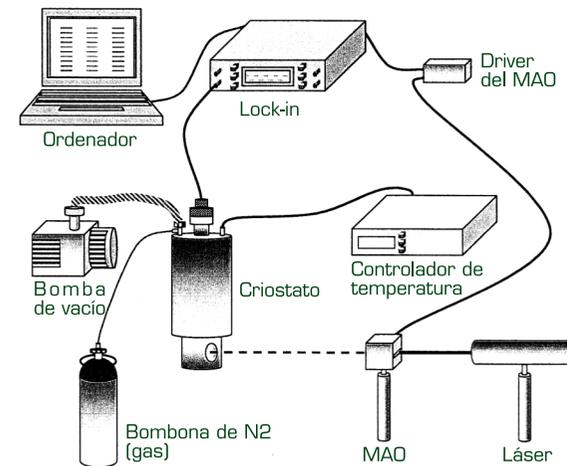
magnitud que cuantifica la velocidad a la que se distribuye el calor en un material y esta velocidad depende no sólo de la conductividad térmica sino también de la velocidad a la que la energía puede ser almacenada. El significado físico de la difusividad está asociado con la velocidad de propagación del calor, y por lo tanto, con el tiempo que el material tarda en alcanzar el equilibrio térmico.

$$D = \frac{K}{\rho \cdot c}$$

La técnica utilizada para medir estos coeficientes térmicos es la Calorimetría Fotopiroeléctrica (PPE). Esta técnica consiste en hacer incidir sobre una de las caras de la muestra un haz de luz modulado mientras que otra de las caras está en contacto con un detector piroeléctrico, un cristal de LiTaO3 en nuestro caso (esquema 1). Esta radiación periódica

genera una onda térmica que se propaga por la muestra hasta llegar al detector que la transforma en señal eléctrica, de dicha señal, de su fase y su amplitud, podemos extraer información sobre las propiedades térmicas de la muestra (difusividad térmica, calor específico, conductividad térmica y efusividad térmica).

La calorimetría fotopiroeléctrica presenta dos ventajas fundamentales, en primer lugar, debido a su elevada sensibilidad, tiene una buena relación señal-ruido e introduce en la muestra un gradiente de temperatura muy pequeño y por otra parte, permite obtener la dependencia con la temperatura de las propiedades térmicas con una única medida. Es la técnica más precisa que actualmente se encuentra disponible para medir la difusividad y la conductividad térmica. ■



Esquema 1. Esquema de la técnica de calorimetría Fotopiroeléctrica (PPE).

■ ■ ■ DEMOSTRADOR ROBOTIZADO PARA TRATAMIENTO DE PIEZAS SEMIELABORADAS

Robotiker-Tecnalia

Las líneas de actuación que ROBOTIKER-TECNALIA desarrolla en el proyecto ACTIMAT, se sitúan, principalmente, en el ámbito de los nuevos procesos inteligentes para la fabricación. Dentro de estas líneas se sitúa las actividades relacionadas con la utilización de la visión artificial para el control de procesos y productos, sobre todo relacionados con temas de calidad final de producto.

En este sentido, ROBOTIKER-TECNALIA ha desarrollado un demostrador basado en un sistema robotizado asistido por un equipo de visión artificial. El objetivo final es la definición de procedimientos, tecnologías y soluciones que permitan la sustitución de tareas ahora manuales por sistemas con un alto grado de automatización.

Las ventajas que aportan este tipo de soluciones son las siguientes:

- Se disminuye o elimina la intervención humana en operaciones que pueden llegar a provocar lesiones, mejorando la seguridad del operario.
- Se eliminan tareas tediosas para el operario en las que este no aporta ningún valor añadido.

- Se aumenta la calidad del proceso al obtener un mayor grado de repetibilidad, lo que provoca características similares, independientes de aspectos como fatiga o experiencia, para las piezas producidas.
- Se minimiza la penalización que el factor de coste salarial supone para la competitividad en la industria manufacturera europea.
- Se utilizan técnicas de percepción industrial en línea con el proceso para no modificar sustancialmente los aspectos productivos del mismo y no incrementar los tiempos de ciclo

El principal equipamiento que constituye el sistema demostrador consta de:

- Una cámara y su óptica asociada. Se necesita una alta resolución para ver con claridad ciertas zonas de la pieza y poder averiguar los puntos de trabajo del robot.
- Iluminación adecuada, compuesta por tres lámparas de alta frecuencia (50KHz) específicamente concebidas para aplicaciones de visión artificial.
- Un robot. La pieza se puede situar de manera arbitraria sobre una mesa, por lo

que son necesarios seis grados de libertad para acceder a todos los puntos de la misma.

- Un controlador, el IRC 5 de ABB.
- Una mesa de trabajo, en la que se van a realizar las operaciones y que debe mantener su rigidez y consistencia para soportar la presión del robot al operar sobre ella. Como la pieza esta colocada de manera arbitraria, la trayectoria del robot es diferente para cada ocasión y desconocida a priori, por lo que la mesa debe ser suficientemente amplia para no interrumpir los movimientos del robot. Debe incluir también una estructura superior para situar el sistema de visión artificial apta para el cerramiento con que se quiere dotar al sistema y poder así concentrar la intensidad lumínica de las lámparas sobre la pieza.
- Un ordenador con LabWindows/CVI 8.5, en el que se ha desarrollado un programa que se encarga de la captura de los datos, su procesamiento y el envío de la información. Para ello se han utilizado librerías especializadas para sistemas de percepción industrial.

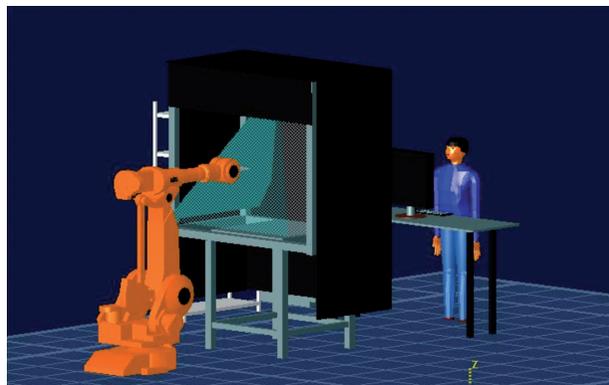


Figura 1. Simulación del proceso

En dicha interfaz gráfica se muestra la foto de la pieza en cuestión (Fig. 2), sobre la que se identifican un número de puntos de trabajo que se enviarán posteriormente al controlador del robot junto con sus coordenadas respectivas.

La imagen que se muestra a continuación visualiza la identificación de los puntos de trabajo sobre las piezas.

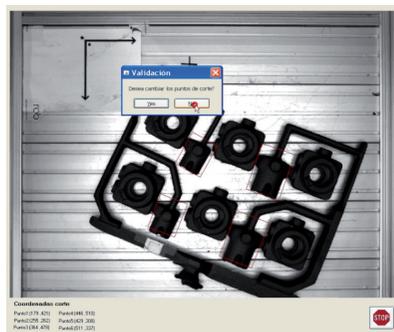


Figura 2. Visualización de los puntos de trabajo

Una vez verificada la viabilidad del proceso a nivel de laboratorio, los próximos pasos consistirán en la adecuación del desarrollo para su utilización efectiva por las empresas interesadas. Los trabajos futuros se verán reflejados en la integración de la solución con el sistema de transporte de piezas en planta, el desarrollo de la interfaz hombre-máquina y la adaptación de la solución a un entorno industrial. ■

Distribución en planta

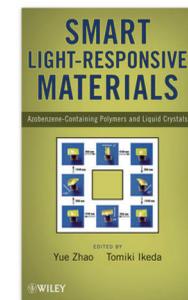
La secuencia de trabajo es la siguiente:

1. Una pieza se sitúa de manera arbitraria sobre la mesa de trabajo.
2. Un operario controla la aplicación desde un ordenador personal a través del cual puede realizar las siguientes operaciones:
 - Realizar el proceso paso a paso:
 - Capturar una imagen para sacar una foto de la pieza.
 - Procesar la información para que el programa calcule los puntos de corte.
 - Enviar los datos al robot para que acceda a dichos puntos.
 - Salir de la aplicación
 - Realizar un proceso continuo: Donde se realiza la captura de la imagen, el procesamiento de los datos y el envío de información en un único paso.

PUBLICACIONES ■■■

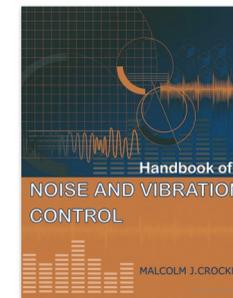
- **“Smart Light-Responsive Materials: Azobenzene-Containing Polymers and Liquid Crystals”, Y. Zhao (Editor), Tomiki Ikeda (Editor).** This book reviews the cutting-edge significant research in the field of smart light-responsive materials based on azobenzene polymers and liquid crystals.

Emphasis is placed on the discovery of new phenomena from the past 5 years, their underlying mechanisms, new functionalities, and properties achieved through rational design. Edited by leading authorities in the field, Zhao and Ikeda, the chapters are authored by an internationally-recognized team of experts from North America, Europe, and Asia. Smart Light-Responsive Materials will serve to catalyze new research that will lead this field over the next 5-10 years. Más información: <http://eu.wiley.com/>



- **Handbook of Noise and Vibration Control.** Malcolm J. Crocker. Two of the most acclaimed reference works in the area of acoustics in recent years have been the Encyclopedia of Acoustics, 4 Volume set and the Handbook of Acoustics spin-off.

Crocker's new handbook covers an area of great importance to engineers and designers. Noise and vibration control is one largest areas of application of the acoustics topics covered in the successful encyclopaedia and handbook. It is also an area that has been under-published in recent years. Crocker has positioned this reference to cover the gamut of topics while focusing more on the applications to industrial needs. In this way the book will become the best single source of need-to-know information for the professional markets. Más información: <http://eu.wiley.com/>



CONGRESOS ■■■

- **9-11 Junio 2009. Contact and Surface 2009**, Algarve (Portugal). Más información: <http://www.wessex.ac.uk/09-conferences/contact-surface-2009.html>
- **14-18 Junio 2009. SPIE Europe Optical Metrology 2009**, Munich (Alemania). Más información <http://spie.org/optical-metrology.xml>
- **14-19 Junio 2009. 20th International Conference on Noise and Fluctuations**, Pisa (Italia). Más información: <http://www.icnf2009.org>
- **16-18 Junio 2009. Nanomaterials 09**, Bonn (Alemania). Más información: <http://www.nanomaterials09.com>
- **23-27 Junio 2009. Piezoresponse Force Microscopy and Nanoscale Phenomena in Polar Materials**, Aveiro (Portugal). Más información: http://www.asylumresearch.com/News/PFM2009_2nd%20announcement.pdf
- **1-3 Julio 2009. 2nd International Conference on Ferromagnetic Shape Memory Alloys.** Universidad del País Vasco, Leioa (País Vasco). Más información: <http://www.ehu.es/icfsma>

■ ■ ■ NUEVAS TESIS DOCTORALES EN ACTIMAT 2008-2010



Tesis leídas en 2008:

Optimización del diseño mecánico. "Minimización de la fase de try-out de troqueles mediante corrección de los errores debidos a la flexibilidad del conjunto prensa-troquel". Realizada por Dionisio del Pozo de Robotiker, Enero 2008.

Desarrollo de nuevos materiales fotoconductores "Síntesis y caracterización térmica de copolímeros de acenafileno". Realizada por Lorenzo Navarro del Laboratorio de Química Macromolecular (LQM), UPV/EHU. Defensa realizada en Febrero 2008.

Desarrollo de sensores piezoeléctricos orgánicos a elevada temperatura. "Nuevos polímeros piezoeléctricos en base poliimida". Realizada por Beatriz Gonzalo de Gaiker-IK4, ha sido realizada en el Laboratorio de Química Macromolecular (LQM) con la colaboración del Grupo de Investigación en Metalurgia Física de la UPV/EHU. MF. Defensa realizada en Febrero 2008.

Desarrollo de sensores magnetostrictivos "Materiales poliméricos magnetostrictivos". Realizada por Cristina Rodríguez de Gaiker-IK4 en la UPV/EHU en colaboración entre el Laboratorio de Química Macromolecular (LQM) y el Grupo de Investigación en Magnetismo y Materiales Magnéticos (MMM). Defensa realizada en Marzo 2008.

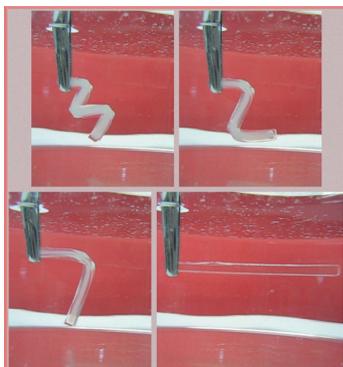
Visión artificial aplicada al control de procesos. "Técnicas inteligentes en percepción visual aplicadas a la agricultura de precisión". Realizada por Alberto Tellaeche de Robotiker, Marzo 2008.

Estudio sistemático de aleaciones con memoria de forma ferromagnética. "Transiciones magnéticas y estructurales en aleaciones ferromagnéticas con memoria de forma". Realizada por Patricia Lázpita Arizmediarrieta del Grupo de Investigación en Magnetismo y Materiales Magnéticos (MMM), UPV/EHU. Defendida en Abril de 2008 (Foto)

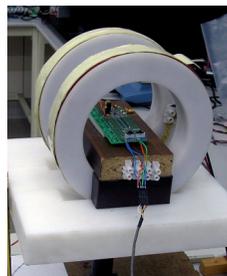
Desarrollo de sensores magnéticos biocompatibles. "Nanopartículas metálicas Core/shell en base hierro". Realizada por Esther Iglesias del Laboratorio de Química Macromolecular (LQM), UPV/EHU. Defensa en Mayo 2008

Control activo de vibraciones y ruido estructural. "Control Activo Acústico Estructural en estructuras de alta rigidez mediante materiales inteligentes". Realizada por Aitziber Aizpuru de Mondragon Goi Eskola Politeknikoa (MGEP), defendida el 10 de julio de 2008.

Síntesis, caracterización y aplicaciones de polímeros conductores "Relación estructura-propiedades en polímeros conductores con aplicaciones avanzadas". Realizada por Pedro M^º Carrasco de CIDETEC en la UPV/EHU en colaboración entre el Departamento de Nuevos Materiales (CIDETEC) y el Laboratorio de Análisis Térmico del Departamento de Ciencia y Tecnología de Polímeros (UPV). Defensa realizada en Enero 2009. ■



Polímero con Memoria de Forma, Laboratorio de Química Macromolecular UPV/EHU y Gaiker-IK4.



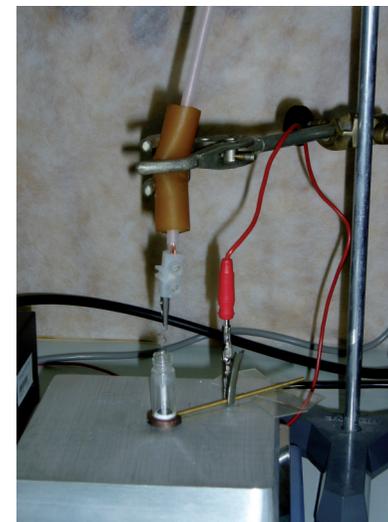
Sensor en base a materiales con Magneto Impedancia Gigante (GMI), Grupo de Investigación en Magnetismo y Materiales Magnéticos (UPV/EHU) e Ikerlan.

■ ■ ■ NUEVAS PATENTES EN ACTIMAT 2008-2010

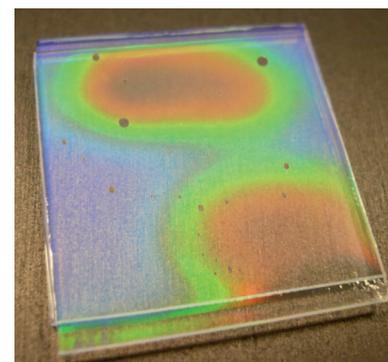
- Desarrollo de una nueva formulación electrocrómicas única compuesta por todos los materiales electroactivos. Preparación de dispositivos adecuados para ventanas inteligentes. **"Composiciones electrocrómicas basadas en viológenos, formulables y aplicables a temperatura ambiente".** PCT200800258. Autores: Cristina Pozo-Gonzalo, Josetxo Pomposo, Hans Grande; Maitane Salsamendi, Rebeca Marcilla / CIDETEC.

- Adaptación de una formulación electrocrómicas para su utilización en filtros. **"Dispositivos de ayuda y protección en la visión".** P200801761. Autores: Rosa María Coco Martín, Rubén Cuadrado Asensio, María Begoña Coco Martín, José Alberto Lázaro Yagüe, Cristina Pozo Gonzalo, Maitane Salsamendi Tellería, José Adolfo Pomposo Alonso, Hans-Jurgen Grande Tellería, Ricardo Vergaz Benito, Juan Carlos Torres Zafra, David Barrios Puerto, José Manuel Sánchez Pena / CIDETEC.

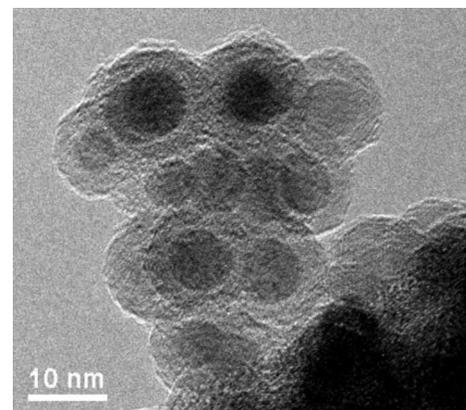
- Desarrollo de sensores magnéticos biocompatibles. **"Procedimiento para la síntesis de nanopartículas metálicas estables, nanopartículas metálicas obtenidas y usos de las mismas".** P200801296. Autores: N. Pérez, J.R. Marín, J.L. Vilas, L.M. León. Lab. Química Macromolecular (LQM). UPV/EHU. ■



Polarizador para la obtención de polímeros piezoeléctricos, Laboratorio de Química Macromolecular UPV/EHU y Gaiker-IK4.



Material termocrómico, Cidetec.



Nanopartículas de hierro, con un elevado porcentaje de hierro bcc, permitiendo la obtención de nanopartículas superparamagnéticas con un valor de imanación de saturación elevado. Laboratorio de Química Macromolecular UPV/EHU.