aitex®
textile research institute

SMARTCOMP

I+D DE COMPOSITES INTELIGENTES BASADOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TEXTILES INTELIGENTES Y FUNCIONALES.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO 3
2. ANTECEDENTES Y MOTIVACIONES 5
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO 7
4. PLAN DE TRABAJO 10
5. RESULTADOS OBTENIDOS 15
6. TRANSFERENCIA A EMPRESAS 74

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE, y está cofinanciado por los fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

1.FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO

Nº EXPEDIENTE	IMDEEA/2017/7
TÍTULO COMPLETO	SMARTCOMP: I+D DE COMPOSITES INTELIGENTES BASADOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TEXTILES INTELIGENTES Y FUNCIONALES
PROGRAMA	PROYECTOS DE I+D DE CARÁCTER NO ECONÓMICO DESARROLLADOS POR LOS CENTROS TECNOLÓGICOS DE LA COMUNITAT VALENCIANA EN COOPERACIÓN CON EMPRESAS DE LA COMUNITAT VALENCIANA
ANUALIDAD	2017
PARTICIPANTES	(SI PROCEDE)
COORDINADOR	(SI PROCEDE)
ENTIDADES FINANCIADORAS	IVACE – INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL www.ivace.es FONDOS FEDER – PROGRAMA OPERATIVO FEDER DE LA COMUNITAT VALENCIANA 2014-2020
ENTIDAD SOLICITANTE	AITEX
C.I.F.	G03182870

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius i Treball, a través de IVACE (Institut Valencià de Competitivitat Empresarial) y está cofinanciado por los fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

GENERALITAT VALENCIANA | TOTS A UNA veu
IVACE INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL
UNIÓN EUROPEA Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa
"Proyecto cofinanciado por los Fondos FEDER, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014 - 2020"

2.ANTECEDENTES Y MOTIVACIONES

El proyecto SMARTCOMP se centrará en el desarrollo de estructuras textiles dotadas de inteligencia, es decir, elementos textrónicos, con aplicación en el desarrollo de composites de matriz termoestable multifuncionales.

Los esfuerzos de I+D en los últimos años en el ámbito de textiles con aplicación en composites pasan por la obtención de estructuras textiles de elevadas prestaciones mecánicas y de bajo coste. El ámbito textil, a través de los denominados como textiles inteligentes, ofrece numerosas posibilidades de innovación en términos de nuevas propiedades multifuncionales en el ámbito de los materiales compuestos.

El reto asociado al presente proyecto de I+D pasa por la obtención de textiles inteligentes susceptibles de ser integrados en la estructura multicapa de un material compuesto que deba ser resinado o bien laminado. Por tanto, deben ser textiles con una resistencia térmica media y compatibles con los procesos de fabricación de material compuesto y con las resinas termoestables habitualmente utilizadas en este campo.

3.OBJETIVOS DEL PROYECTO

El principal objetivo del presente proyecto es la investigación y el desarrollo de nuevos composites inteligentes basados en la implementación de textiles funcionales existentes mediante los procesos de laminación e infusión de resinas.

Las funcionalidades añadidas a los composites y laminados en el presente proyecto se van a obtener mediante la implementación de:

- Tejidos calefactables para conseguir una mejora en el confort de los consumidores en el interior del hogar.
- Elementos piezoeléctricos con funciones de sensorización y generación de energía.
- Elementos de apantallamiento electromagnético para la protección de radiaciones electromagnéticas.
- Elementos de iluminación mediante la utilización de tecnología OLED con fines decorativos y de interiorismo.

De este modo, debido al gran abanico de funcionalidades sobre las que se trabajará en el marco del presente proyecto y a las técnicas de prototipado que se utilizarán, se plantea un proyecto de I+D bienal que persigue una adecuada transferencia tecnológica desde el instituto tecnológico promotor (AITEX) hacia aquellos sectores económicos potencialmente interesados en los resultados alcanzados:

- Decoración.
- Interiorismo.
- Hábitat.
- Industrias creativas en general.

La duración de la investigación se ha planteado a dos años debido a lo novedoso y ambicioso del proyecto que incorporará tejidos funcionales centrados en la obtención de artículos para el hipersector de las industrias creativas. La multitud de variables a tener en cuenta en los procesos utilizados pueden generar desarrollos para gran variedad de aplicaciones. Para ello se focalizarán los trabajos del proyecto en el desarrollo de prototipos funcionales que ofrezcan soluciones útiles a las exigencias del mercado.

En esta primera anualidad del proyecto SMARTCOMP, y con la finalidad de alcanzar los objetivos del proyecto, se va a trabajar en la optimización de los parámetros para la correcta obtención de los productos funcionales mediante los procesos de infusión de resinas y de laminación. Para la segunda anualidad quedarán pendientes las tareas de reingeniería de los productos obtenidos, estas se centrarán en la mejora en los procesos de obtención de los prototipos para cumplir el objetivo final del proyecto de forma satisfactoria.

Mediante este planteamiento, el proyecto SMARTCOMP persigue la obtención de prototipos validados que sirvan para la fabricación de artículos con funcionalidades añadidas que suscite interés para su posterior comercialización en los sectores de aplicación.

Para alcanzar el objetivo global del proyecto, será necesario abordar los siguientes objetivos parciales de las actividades concretas del plan de trabajo:

- Elaborar un estado del arte que permita conocer la situación actual de desarrollo de dispositivos OLED en tejidos técnicos y composites.
- Elaborar un estado del arte que permita conocer la situación actual del desarrollo de tejidos calefactables y su posible aplicación en tejidos técnicos y composites.
- Elaborar un estado del arte que permita conocer la situación actual de desarrollo de elementos de apantallamiento electromagnético (fibras y/o aditivos) y su implementación en tejidos técnicos y composites.

- Elaborar un estado del arte que permita conocer la situación actual de desarrollo de dispositivos piezoeléctricos y su aplicabilidad en tejidos técnicos y composites.

- Identificar elementos textrónicos para su posterior implementación en laminados y composites funcionalizados.
- Desarrollar laminados funcionalizados mediante laminación en continuo, adaptando el proceso de laminación según necesidades.
- Desarrollar composites inteligentes mediante infusión de resina asistida por vacío, y adaptando el proceso de infusión según necesidades.
- Caracterizar las diversas funcionalidades adquiridas por los productos obtenidos mediante laminación o infusión de resina.
- Validar los procesos utilizados y materiales desarrollados considerando su mejora mediante ajuste de las condiciones de producción a través de reingeniería.
- Difundir los resultados de la investigación generados en el marco de esta iniciativa.
- Transferencia de tecnología a los sectores industriales potencialmente interesados en los resultados del proyecto SMARTCOMP.

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE, y está cofinanciado por los fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

4.PLAN DE TRABAJO

El presente trabajo de I+D tiene como principal objetivo el desarrollo de estructuras textiles inteligentes para su posterior aplicación en la fabricación de composites con matriz termoestable. Estos productos serán de gran interés para poder ser utilizados en los sectores de la decoración, interiorismo, hábitat e industrias creativas.

Para alcanzar el objetivo previsto del proyecto SMARTCOMP, será necesario conseguir los objetivos específicos, por ello se ha definido un plan de actuación organizado en siete paquetes de trabajo, los cuales se nombran a continuación:

PT 0: Gestión y coordinación.

PT 1: Estudio del estado del arte.

PT 2: Investigación y desarrollo de composites calefactables.
- T2.1: Circuitería calefactable en tejido técnico.
- T.2.2: Laminación de tejido técnico y material calefactable.
- T.2.3: Desarrollo de prototipos de composite calefactable.
- T.2.4: Caracterización de composite calefactable.
- T.2.5: Reingeniería de composite calefactable.

PT 3: Investigación y desarrollo de composites piezoeléctricos.
- T.3.1: Desarrollo de velos piezoeléctricos.
- T.3.2: Laminación de material piezoeléctrico sobre tejido técnico.
- T.3.3: Desarrollo de prototipos de composite piezoeléctrico.
- T.3.4: Caracterización de composite piezoeléctrico.
- T.3.5: Reingeniería de composites piezoeléctricos.

PT 4: Investigación y desarrollo de composites de apantallamiento electromagnético.
- T.4.1: Laminación de material apantallante sobre tejido técnico.
- T.4.2: Desarrollo de prototipos de composite apantallante.
- T.4.3: Caracterización de composite apantallante.
- T.4.4: Reingeniería de composites apantallantes.

PT 5: Investigación y desarrollo de composites lumínicos.
- T.5.1: I+D Integración de elementos lumínico en tejidos técnicos.
- T.5.2: Laminación de sistemas OLED sobre tejidos técnicos.
- T.5.3: Desarrollo de prototipos de composites lumínicos.
- T.5.4: Caracterización de composites lumínicos.
- T.5.5: Reingeniería de composites lumínicos.

PT 6: Protección y transferencia de resultados.

PT 7: Difusión del proyecto.

PAQUETES DE TRABAJO	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PT0 GESTIÓN Y COORDINACIÓN			☼		☼				☼			☼
Entregable 0.1.												◇
Entregable 0.2.												
Hito 0.1.												▲
Hito 0.2.												
PT1 ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE												
Entregable 1.1.									◇			
Hito 1.1.									▲			
PT2 I+D COMPOSITES CALEFACTABLES												
T.2.1. Circuitería calefactable en tejido técnico.												
T.2.2. Laminación de tejido técnico y material calefactable.												
T.2.3. Desarrollo de prototipos de composites calefactables.												
T.2.4. Caracterización de composites calefactables.												
T.2.5. Reingeniería de composites calefactables.												
Entregable 2.1.												◇
Entregable 2.2.												
Hito 2.1.												▲
Hito 2.2.												
PT3 I+D COMPOSITES PIEZOELÉCTRICOS												
T.3.1. Desarrollo de velos piezoeléctricos.												
T.3.2. Laminación de material piezoeléctrico sobre tejido técnico.												
T.3.3. Desarrollo de prototipos de composites piezoeléctricos.												
T.3.4. Caracterización de composites piezoeléctricos.												
T.3.5. Reingeniería de composites piezoeléctricos.												
Entregable 3.1.												◇
Entregable 3.2.												
Hito 3.1.												▲
Hito 3.2.												

CONFIDENCIAL

PAQUETES DE TRABAJO	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PT4 I+D COMPOSITES APANTALLAMIENTO ELECTROMAGÉTICO												
T.4.1. Laminación de material apantallante sobre tejido técnico.												
T.4.2. Desarrollo de prototipos de composites apantallantes.												
T.4.3. Caracterización de composites apantallantes.												
T. 4.4. Reingeniería de composites apantallantes.												
Entregable 4.1.												◇
Entregable 4.2.												
Hito 4.1.												▲
Hito 4.2.												
PT5 I+D COMPOSITES LUMÍNICOS												
T.5.1 Integración de elementos lumínicos en tejidos técnicos.												
T. 5.2. Laminación de sistemas OLED sobre tejidos técnicos.												
T.5.3. Desarrollo de prototipos de composites lumínicos.												
T.5.4. Caracterización de composites lumínicos.												
T.5.5. Reingeniería de composites lumínicos.												
Entregable 5.1.												◇
Entregable 5.2.												
Hito 5.1.												▲
Hito 5.2.												
PT6 PROTECCIÓN Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS												
T.6.1. Protección de los resultados de la investigación												
T.6.2. Transferencia de conocimiento y tecnología a empresas CV												
Entregable 6.1.												◇
Entregable 6.2.												

Hito 6.1.												▲
Hito 6.2.												
PT7 I+D DIFUSIÓN DEL PROYECTO												
Entregable 7.1.												◇
Entregable 7.2.												
Hito 7.1.												▲
Hito 7.2.												

CONFIDENCIAL

5.RESULTADOS OBTENIDOS

1. OBJETO DEL ENTREGABLE.

El presente documento denominado *INFORME E.1.1. Informe técnico. Estudio del estado de la tecnología asociada a la temática científico-técnica del proyecto SMARTCOMP,* corresponde al paquete de trabajo *PT1_Estudio del estado del arte* del proyecto *SMARTCOMP: Investigación y desarrollo de composites inteligentes basados en la implementación de textiles inteligentes y funcionales.*

El objetivo del presente entregable se centra en la búsqueda de información, normativa y su correspondiente análisis que permita determinar las especificaciones técnicas aplicables a los nuevos composites con propiedades inteligentes a desarrollar en el marco del proyecto SMARTCOMP, tipo: composites calefactables, piezoeléctricos, lumínicos o de apantallamiento electromagnético. La posibilidad de estos composites a ser utilizados en sectores como la decoración, interiorismo, hábitat o industrias creativas, abre un amplio abanico de aplicaciones finales del producto. En este sentido, se ha realizado una rigurosa búsqueda de normativa y artículos de investigación llevados a cabo por la comunidad científica en los últimos años sobre este tema ya que se trata de productos con un gran interés industrial.

2. COMPOSITES CALEFACTABLES.

Según la norma ISO 7730:2005 el confort térmico se define como "la condición mental que expresa satisfacción con el entorno térmico". Para tener una sensación de confort térmico han de cumplirse dos condiciones. La primera es que la combinación real de la temperatura y la temperatura interna del cuerpo proporcionen una sensación de neutralidad térmica. La segunda condición es el cumplimiento del balance energético del cuerpo, es decir: el calor producido por el metabolismo del cuerpo ha de ser igual a la cantidad de calor perdida por el mismo.

En diversos estudios se han identificado seis factores que afectan a la sensación térmica, estos factores son la temperatura del aire, la humedad, la velocidad del aire, la temperatura radiante media, la tasa metabólica y los niveles de ropa. Para poder evaluar el ambiente térmico se han identificado 19 índices, en cada uno de los cuales se incluye uno o más de los deis factores.

De acuerdo con la ecuación de Fanger, principalmente hay tres propuestas para que el usuario tenga un confort térmico en ambientes fríos. La primera es permanecer en el interior de edificios con distintos tipos de calefacción como radiadores, chimeneas, calefacción central (petróleo, electricidad o madera) o calefacción radiante (bajo el suelo). La segunda consiste en conseguir mantener el propio calor corporal a una temperatura de confort utilizando un sistema de ropa por capas incluyendo zapatos, guantes, gorros, etc como método pasivo. Este método tiene como inconveniente la dificultad de saber cuál es el número de capas necesario para distintas condiciones ambientales, otro inconveniente es que al utilizar un gran número de capas podemos limitar el movimiento del usuario. Finalmente, la tercera propuesta para mantener el confort térmico es la utilización de "Personal Heating Garments" (PHG) es decir prendas personales calefactables, esta última propuesta surge a raíz de que el calentamiento de una zona alrededor del cuerpo sea

mucho más económico que el calentamiento de toda una casa. Hay cinco tipos de prendas calefactables según el sistema de calentamiento utilizado:

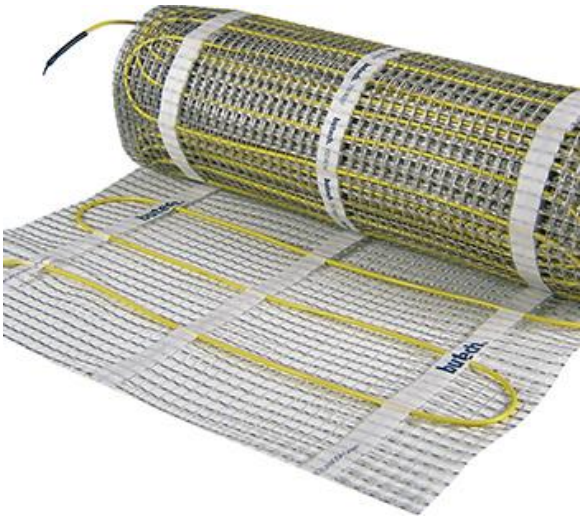
- Calefacción eléctrica.
- Materiales con cambio de fase.
- Calefacción química.
- Calefacción por flujo de aire o líquido.

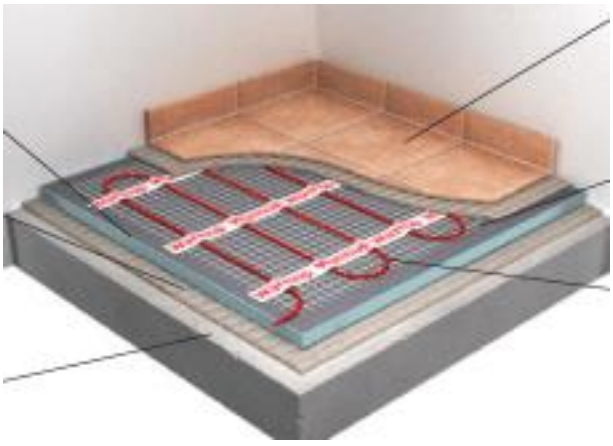
Habitualmente los materiales compuestos utilizados para calefacción eléctrica llevan incorporados internamente elementos que generan calor. En la mayoría de este tipo de materiales se utiliza un único hilo eléctrico de calentamiento conectado a una fuente de alimentación. Aunque es lo más habitual, hay otros sistemas de calentamiento posibles como la utilización de elementos de grafito, cauchos conductores, textiles con carbono etc.

Calefacción mediante hilo conductor.

Los sistemas de calefacción eléctrica por suelo radiante consisten básicamente en una resistencia eléctrica que se introduce bajo el suelo y se conecta a un termostato, la resistencia eléctrica es un cable calefactor de capaz de transformar la energía eléctrica en energía calorífica.

Este tipo de calefacción suele estar formada por el hilo calefactor y un sistema que se encarga de la distribución del calor por toda la superficie. Este elemento puede ser una malla metálica o fibras textiles conductoras.





Productos textiles calefactables.

Los textiles calefactables con electricidad se utilizan en un gran número de aplicaciones, uno de los ámbitos con más número de productos son aquellos que el usuario tiene que estar a la intemperie sometido a duras condiciones climáticas como motoristas o alpinistas, para ambos de ellos se comercializan una gran cantidad de productos como guantes, chaquetas, plantillas para botas, etc en los que aplicando una pequeña corriente, el elemento textil es capaz de reducir el gradiente térmico que hay entre la temperatura corporal y el exterior.

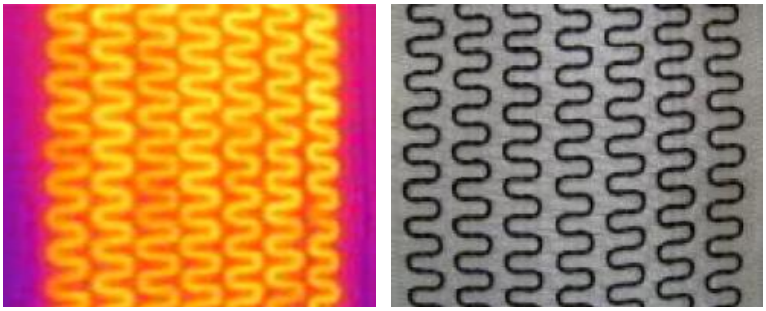
Chaleco calefactable (izquierda) y plantillas calefactables (derecha).

Guantes calefactables

A parte de ropa técnica, también se han incluido los tejidos calefactables en productos de uso más cotidiano como mantas, sillones o tapicerías para asientos calefactados de coches de gama media/alta.

Manta calefactable (izquierda) y asiento calefactable (derecha).

Para poder adaptar el elemento calefactable a todo tipo de formas, contienen en su interior una capa de tejido con un elemento conductor distribuido por toda su superficie, el elemento conductor puede ser un cable capaz de transformar la energía eléctrica en energía calorífica, pero también pueden contener ser otros elementos conductores la como fibra de carbono.



Tejido calefactable compuesto por fibra de vidrio y fibra de carbono.

ANALISIS DE PATENTES

A continuación se ha realizado una recopilación de las pantentes que a priori se han considerado de mayor interes para el desarrollo del proyecto SMARTCOMP.

Heatable garment systems

US20150157065A1

Inventor: Deson Robert Pierias Alexander Steven Ross

Publication date: 2015-06-11

Abstract

Garment systems include complete, independently wearable garments like gloves, socks, scarves, earmuffs, headbands, hats and the like having attached thereto one or more single-use, air-activated exothermic heating packs sealed in a substantially airtight envelope, which can be opened when it is time for use. Thus, according to embodiments described herein, a user can simply open a package and put on the garment(s), and the exothermic heating pack(s) will be automatically activated by exposure to air, without the user having to place a heating pack inside a special pocket or the garment or fit a heating

pack to their body before putting on the garment. The garments can be discarded after use for disposal or recycling.

Loseta calefactable eléctricamente

ES1139559U

Inventor: Vicente ROMERO SÁNCHEZ, Vanessa NARANJO PACHECO

Publication date: 2015-05-29

Abstract

1. Loseta calefactable eléctricamente, que comprende unos medios de calentamiento eléctricos y está provista en al menos dos laterales opuestos de unos medios de solape (11, 12) caracterizada porque los medios de calentamiento eléctricos están constituidos por una lámina conductora (2) que presenta una superficie igual a la de la loseta (1) y está embebida en el interior del cuerpo de la loseta (1); en los medios de solape (11, 12) dicha lámina conductora (2) queda expuesta superficialmente definiendo sendas bandas conductoras (21, 22) de contacto en la posición de acoplamiento de losetas consecutivas. 2. Loseta, según la reivindicación 1, caracterizada porque la lámina conductora (2) es de fibra de carbono. 3. Loseta, según las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque las zonas de solape definidas en laterales opuestos conforman una ranura (11) y una lengüeta (12) complementarias entre sí. 4. Loseta, según las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque las zonas de solape (11, 12) se extienden todo a lo largo de los laterales de la loseta en los que están presentes y la banda conductora (21, 22) se extienden también sobre toda superficie de las zonas de solape (11, 12) entre losetas. 5. Loseta según las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los medios de solape (11, 12) disponen de medios de encastre que consisten en una segunda ranura u oquedad (13) en la pared interna de la ranura longitudinal (11), homóloga a un labio (14) que es prolongación de la lengüeta (12) del lado opuesto de la loseta, que están en una posición tal que al unir dos losetas las superficies vistas de las mismas quedan en el mismo plano y presionando las bandas conductoras (21, 22) entre sí.

Tejido calefactable.

ES2393013B1

Inventor: Jorge Sanjuan Pérez

Publication date: 2013-09-16

Abstract

Tejido calefactable del tipo de los que utilizan resistencias electro-calefectoras para la producción de calor, centras sus características en el hecho de que tanto los hilos constitutivos de los electrodos como los constitutivos de las resistencias eléctricas, forman parte intrínseca del tejidos, es decir forman respectivamente la urdimbre y la trama del mismo, por último el tejido recibe un recubrimiento y aislamiento plástico por ambas caras. De esta manera se consigue que el tejido calefactable pueda ser de reducido espesor y de alta flexibilidad, equivalentes a las de un tejido convencional no calefactable, en contra de

lo que sucede, por ejemplo, en las clásicas mantas eléctricas, donde la resistencia queda embebida en un núcleo electro-aislante, o en una envolvente que afecta a ambas caras, determinantes de un acusado espesor y escasa flexibilidad. El tejido es aplicable a todo tipo de prendas de vestir, a colchones, ropa de cama, cortinas, revestimientos interiores de vehículos, etc. Se ha previsto además que el circuito eléctrico también pueda ser alimentado a baja tensión lo que incrementa la seguridad.

Thermal-Regulated Apparel and Wireless Control System Therefor

US20150230524A1

Inventor: Kayla Stevens, Cupid Roberts, Spencer Bass

Publication date: 2013-10-01

Abstract

The present inventive concept relates to electrically-powered, thermal-regulated apparel or heated garments and a controller and related methods of operation thereof. The thermal-regulated apparel item includes a heating assembly having a heating element and a controller that is linked to the heating element. The controller receives measured temperature or other feedback such as electrical resistance values from a thermistor or a voltage level of a thermocouple positioned along the heating element and in response, varies an electrical power output to the heating element to maintain a desired thermal output. The controller also communicates with a user settable control device, which can include a wireless control device, such as a Smart phone, through which the user can monitor and control the thermal output of one or more heated garments linked thereto.

Composite heating element with an integrated switch

US8008606B2

Inventor: Terrance Kaiserman John Gentile Anthony Gentile

Publication date: 2011-08-30

Abstract

The present invention provides a composite heating element suitable for heating an article when activated by a power source. The composite heating element comprises a first backing layer and a discontinuous circuit formed of a conductive material disposed on the first backing layer. The discontinuous circuit has terminal ends for electrical connection with the power source and defines at least one gap between the terminal ends. The composite article further comprises a second backing layer spaced from the first backing layer. A trace formed of a conductive material is disposed on the second backing layer. The trace is aligned with the at least one gap for forming a complete circuit when the first and second backing layers at least partially abut each other with the trace extending across the gap and contacting the discontinuous circuit.

ANALISIS DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

En la siguiente recopilación de articulos científicos, se han seleccionado los algunos de los más representativos. Cabe destacar que no hay una gran cantidad de articulos cientificos que traten sobre la temática en cuestión.

Implementation of Steel-based Fabric Panels in a Heated Garment Design

Autores: Kayacan, O (Kayacan, Ozan); Bulgun, E (Bulgun, Ender); Sahin, O (Sahin, Ozge) en TEXTILE RESEARCH JOURNAL, volumen 79, número 16, páginas 1427-1437.

Fecha de publicación: Noviembre 2009.

Veces citado: 11

Resumen:

The smart/interactive textile structures that integrate electronics and textile materials have realized their great potential in recent years. The garments, which can heat the body, will possibly be one of the most widely used products as electrotextiles for future use in daily life. In this study, steel-based conductive yarns were used to produce heating panels within the study about interactive electronic heated garment design. Portable power supplies were applied to fabric-based panels to obtain a heating function. In addition to an electronic circuit, a functional garment containing all of the systems was designed and produced. The performance of the heating garment prototype was evaluated on a thermal mannequin by testing in cold weather

A Review of Technology of Personal Heating Garments

Autores: Wang, FM (Wang, Faming); Gao, CS (Gao, Chuansi); Kuklane, K (Kuklane, Kalev); Holmer, I (Holmer, Ingvar) en INTERNATIONAL JOURNAL OF OCCUPATIONAL SAFETY AND ERGONOMICS volumen 16, número 3, páginas 387-404.

Fecha de publicación: 2010

Veces citado: 14

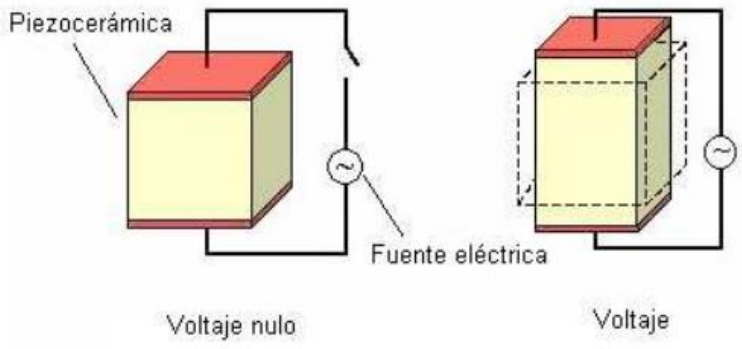
Resumen

Modern technology makes garments smart, which can help a wearer to manage in specific situations by improving the functionality of the garments. The personal heating garment (PHG) widens the operating temperature range of the garment and improves its protection against the cold. This paper describes several kinds of PHGs worldwide; their advantages and disadvantages are also addressed. Some challenges and suggestions are finally addressed with regard to the development of PHGs.

3. COMPOSITES PIEZOELÉCTRICOS.

El aprovechamiento de la energía que creamos las personas con nuestro movimiento es una alternativa muy atractiva para obtener energía eléctrica que puede aplicarse a dispositivos electrónicos de baja potencia tipo sensores que se puedan insertar en la ropa. Este tipo de tejido queda dentro del grupo de tejidos inteligentes, ya que el material ofrece una respuesta cuando se somete a un estímulo. En este caso, los materiales piezoeléctricos (minerales, cerámicos y algunos polímeros) poseen la habilidad de generar electricidad cuando se someten a un esfuerzo mecánico o a una vibración. Esta propiedad la poseen también a la inversa; cuando se les aplica un campo eléctrico, se deforman. Se trata de un efecto reversible, es decir, al dejar de someter los cristales a un voltaje exterior o un campo eléctrico recuperan su forma, tal y como quede explicado esquemáticamente en la figura que aparece más abajo.

El comportamiento de la piezoelectricidad se debe al siguiente fenómeno físico: La estructura de la celda cristalina se encuentra formada por átomos con cargas de signo opuesto en las caras enfrentadas del cristal. Son cristales naturales o sintéticos que no poseen centro de simetría, así que cuando se aplica un esfuerzo mecánico de compresión o cizallamiento aparece una diferencia de potencial eléctrico que puede alcanzar un valor determinado de voltios. El cuarzo es un ejemplo de material piezoeléctrico dado que la célula unitaria está compuesta por 6 átomos de oxígeno, con dos cargas negativas cada uno, y 3 de silicio con 4 cargas positivas cada uno.



Comportamiento de un piezoeléctrico.

Se conocen desde el 1880 pero hasta el 1900 no se empezaron a estudiar en profundidad. A día de hoy, estos materiales están en continuo estudio y desarrollo. Los materiales que comúnmente utilizamos para obtener tejidos inteligentes o composites con propiedades extraordinarias, entre otros, conllevan un gran desarrollo tecnológico y un elevado coste de fabricación. En cuanto a los generadores piezoeléctricos, actualmente los problemas asociados con ellos son el alto coste para su bajo rendimiento, unas técnicas de procesamiento largas y tediosas, densidades de potencia de salida bajas y falta de técnicas de integración.

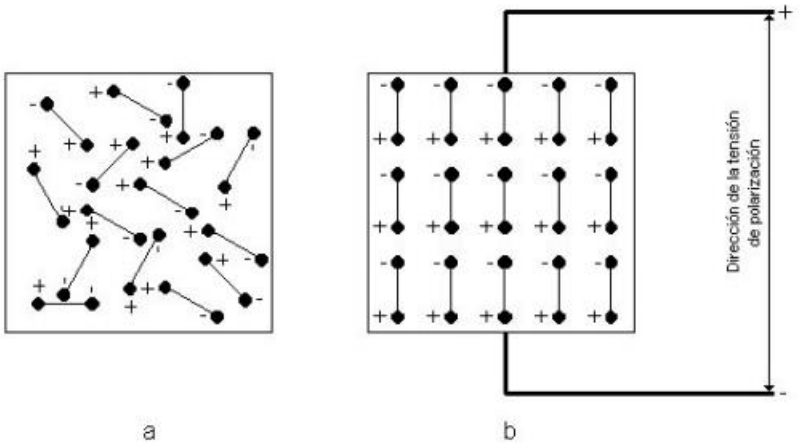
MATERIALES PIEZOELÉCTRICOS

El material piezoeléctrico natural por excelencia es el cuarzo. Actualmente los más importantes desde el punto de vista práctico se obtienen de forma artificial como son los cerámicos policristalinos y algunos polímeros que poseen la propiedad de la piezoelectricidad tras someterlos a una polarización artificial.

La cerámica piezoeléctrica más empleada se denomina titanato zirconato de plomo (PZT) y el polímero más utilizado es el poli (fluoro de vinilideno), conocido como PVDF. Los **piezocerámicos** son rígidos y dúctiles a la vez por lo que se emplean mayoritariamente como actuadores, dispositivos mecánicos que proporcionan fuerza para mover otro dispositivo mecánico. Sin embargo, los **piezopolímeros** que poseen una mayor flexibilidad y mayor facilidad de fabricación, están destinados a los sensores. Por lo que respecta al cuarzo natural, su aplicación está actualmente más limitada a patrones de tiempo, filtros de banda estrecha, etc., dado que es el material más estable de todos los cristales piezoeléctricos y sus constantes piezoeléctricas son pequeñas.

El **cuarzo** es un material cristalino con simetría trigonal (una celda hexagonal sin centro de simetría). Está compuesto por átomos de silicio (carga positiva) y oxígeno (carga negativa). Su estructura cristalográfica permite obtener láminas con propiedades piezoeléctricas. Cuando no se ve sometido a ningún estímulo, las cargas se dispersan homogéneamente pero cuando se estira o comprime, los átomos cambian de posición y entonces las cargas positivas se acumulan a un lado y las negativas a otro. Esta diferencia de potencial es la que permite que, si se conecta un circuito a ambos lados, se produzca corriente eléctrica. Una de sus destacadas aplicaciones es la construcción de instrumentos electrónicos de precisión, como son los relojes de cuarzo.

El **titanato zirconato de plomo (PZT),** es una cerámica piezoeléctrica que como las demás, posee dipolos de forma aleatoria que cuando se ven sometidos a una carga se orientan. Se compone de cristales de circonato de plomo y titanato de plomo. Posee una estructura tipo Perovskita pudiendo presentar simetría tetragonal, romboédrica o cúbica simples, teniendo en cuenta la temperatura en la que el material se encuentre. En simetría tetragonal el centro de simetría de las cargas eléctricas positivas no coincide con el centro de simetría de las cagas negativas, dando origen a un dipolo eléctrico que es el causante de la piezoelectricidad.



Dipolos en cerámicas piezoeléctrica (a) antes y (b) después de la polarización.

El poli fluoro de vinilideno (PVDF) es un polimero semicristalino termoplástico altamente inerte que proviene de la polimerización del fluoruro de vinilidieno. Posee polaridad debido a la gran electronegatividad entre el flúor y el carbono. Su uso se ve favorecido respecto a los demás piezoeléctricos debido a su bajo coste, buena procesabilidad y su compatibilidad biológica.

Todos estos materiales se pueden encontrar en distintos formatos, tipo film, platos, discos, o incluso en polvo para añadir a las pinturas o polímeros y fabricar materiales compuestos (por ejemplo, el airbag). Además, como se ha mencionado anteriormente en cada tipo de material, sus aplicaciones son muy diversas. Se pueden utilizar como transductores que transforman energía mecánica en eléctrica, como actuadores o sensores. La combinación de algunos de estos formatos permite obtener mayores prestaciones eléctricas.

Además de los materiales mencionados, existen muchos otros que pueden llegar a sustituir con éxito los más comúnmente utilizados. Se trata de polímeros modificados que soportan temperaturas más altas y poseen una estructura con la flexibilidad necesaria para su funcionamiento. Dos de ellos son las pollimidas y el polipropileno. Las **poliimidas** muestran excepcionales propiedades térmicas, mecánicas y dieléctricas y son polímeros amorfos con una gran versatilidad de modificación o inclusión de nuevos grupos funcionales dipolares, por lo que se están siendo objeto de estudio. El **polipropileno** modificado con silicatos es otra de las opciones donde recientemente se ha podido demostrar que, usando caolín, se pueden formar electretos duraderos.

COMPOSITES POLIMÉRICOS PIEZOELÉCTRICOS

Los materiales piezoeléctricos comúnmente conocidos como composites son la combinación entre materiales cerámicos (cristalinos) y materiales amorfos (polímeros o vidrios). La unión de estos dos materiales permite diseñar nuevos piezoeléctricos que ofrecen ventajas sobre las cerámicas convencionales y los polímeros piezoeléctricos. En estos composites se define el concepto de "*conectividad*" como la continuidad de cada una de las dos fases de las que está compuesto el composite con el medio exterior. Si la conexión se produce en una, dos o las tres direcciones del espacio tendremos las continuidades 1, 2 y 3 respectivamente. Una denominación (0-3) significa que una de las fases no tiene conexión con el exterior mientras que la otra tiene conexión tridimensionalmente. Los composites piezoeléctricos de mayor facilidad de fabricación y que mayor aplicación están teniendo son éstos que se acaban de mencionar, los (0-3) partículas embebidas en una matriz pasiva y los (1-3) cuando una fase está conectada solo en la dirección de espesor de la muestra.

Por lo que respecta a los composites entendidos como "*materiales compuestos por una matriz termoestable y un relleno de refuerzo*", existen dos maneras distintas de fabricarlos. Una de ellas es mediante la modificación de la matriz de resina, aditivándola con partículas piezoeléctricas (de escala micro o nano) y otra es mediante la inclusión de films como parte del relleno de refuerzo. Sin embargo, la mayoría de los estudios científicos realizados sobre materiales compuestos piezoeléctricos tratan la composición de los polímeros, en muchas ocasiones hojas o films, con la inclusión de aditivos que aportan esta característica. Respecto al tema de los composites formados por una matriz termoestable y un refuerzo mecánico de tejido, no existe gran cantidad de información. Esta es una de las razones por la que el desarrollo de este proyecto se dirige hacia ese camino de investigación.

A continuación, aparece una relación de patentes y estudios científicos relacionados con materiales piezoeléctricos.

ANÁLISIS DE PATENTES.

Las patentes quedan clasificadas de la siguiente manera:

- Patentes relacionadas con materiales a los que se les ha aportado la piezoelectricidad.
- Patentes relacionadas con composites piezoeléctricos mediante aditivación de resinas o inserción de relleno piezoeléctrico.

- **Method of making piezoelectric composites**

Number of Patent: US 4876776 A

Publication date: 31 Oct 1989

Authors: Roger W. Whatmore

Abstract:

A method of fabricating a piezoelectric composite comprising an array of piezoelectric elements and a reinforcement structure embedded in a material. The method includes the step of forming the reinforcement structure prior to assembly with the piezoelectric elements, the reinforcement structure defining an array of holes for receiving the piezoelectric elements.

- **Composite material for piezoelectric transduction**

Number of Patent: US 20040000661 A1

Publication date: 1 Ene 2004

Authors: Masao Sato

Abstract:

A composite material for piezoelectric transduction which exhibits a sufficient piezoelectricity, can be suitably utilized in various fields as a damping material and the like, and can be suitably utilized in the fields that require heat resistance. The composite material for piezoelectric transduction of the present invention absorbs external vibration or the like as strain energy, efficiently transforms the strain energy into electricity, and is capable of dissipating the electricity as heat, by using a material for piezoelectric transduction which is excellent in mass production at low cost and handlings. One of the preferable aspect of the composite material for piezoelectric transduction is to include a domain which exhibits piezoelectricity in a matrix material of the composite material for piezoelectric transduction, in which the domain is formed of a material for piezoelectric transduction which contains a main chain liquid crystal polymer.

- **Method of making a transducing composite of sintered piezoelectric ceramic granules in a polymer matrix**

Number of Patent: US 6081979 A

Publication date: 4 Jul 2000

Authors: Manfred Kahn, Mark Chase

Abstract:

A piezoelectric ceramic-polymer composite is made of a substantially two-dimensional polymer matrix and a monolayer of sintered piezoelectric ceramic granules dispersed throughout the matrix so that each granule has an upper portion protruding from one side of the matrix and a lower portion protruding from the opposite side of the matrix. The composite is formed by partially embedding a monolayer of sintered piezoelectric ceramic granules in a pliable material, then partially covering the granules with a polymer resin, curing the resin to form a matrix and removing the pliable material. A transducer is formed by flattening the upper and lower portions of the granules to form coplanar top and bottom

surfaces parallel to, but not coplanar with the surface of the matrix, then electroding the granule surfaces, attaching top and bottom cover plates, and sealing the transducer around the edges.

- **Piezoelectric composites and methods of making**

Number of Patent: WO 2013188380 A1

Publication date: 19 Dic 2013

Authors: Elizabeth Annamaria FRIIS, John Patrick DOMANN

Abstract:

There is a need for methods that can produce piezoelectric composites having suitable physical characteristics and also optimized electrical stimulatory properties. The present application provides piezoelectric composites, including tissue-stimulating composites, as well as methods of making such composites, that meet these needs. In embodiments, methods of making a spinal implant are provided. The methods suitably comprise preparing a thermoset, thermoplastic or thermoset/thermoplastic, or copolymer polymerizable matrix, dispersing a plurality of piezoelectric particles in the polymerizable matrix to generate dispersion, shaping the dispersion, inducing an electric polarization in the piezoelectric particles in the shaped dispersion, wherein at least 40% of the piezoelectric particles form chains.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS.

Tras la búsqueda de investigaciones realizadas en este ámbito, las más actuales y relevantes son las que se detallan todo seguido:

Artículos relacionados con materiales a los que se les ha aportado la piezoelectricidad con aditivos.

Artículos relacionados con composites piezoeléctricos mediante adición de resinas o inserción de relleno piezoeléctrico.

- **Flexible piezoelectric nano-composite films for kinetic energy harvesting from textiles.**

Publication date: 03-2017

Authors: Almusallam, Ahmed

Abstract:

This paper details the enhancements in the dielectric and piezoelectric properties of a low-temperature screenprintable piezoelectric nano-composite film on flexible plastic

and textile substrates. These enhancements involved adding silver nano particles to the nano-composite material and using an additional cold isostatic pressing (CIP) post-processing procedure. These developments have resulted in a 18% increase in the freestanding piezoelectric charge coefficient d(33) to a value of 98 pC/N. The increase in the dielectric constant of the piezoelectric film has, however, resulted in a decrease in the peak output voltage of the composite film. The potential for this material to be used to harvest mechanical energy from a variety of textiles under compressive and bending forces has been evaluated theoretically and experimentally. The maximum energy density of the enhanced piezoelectric material under 800 N compressive force was found to be 34 J/m(3) on a Kermel textile. The maximum energy density of the enhanced piezoelectric material under bending was found to be 14.3 J/m3 on a cotton textile. These results agree very favourably with the theoretical predictions. For a 10x10 cm piezoelectric element 100 mu m thick this equates to 38 mu J and 14.3 mu J of energy generated per mechanical action respectively which is a potentially useful amount of energy.

- **New piezoelectric composites based on isotactic polypropylene filled with silicate**

Publication date: 01-2017

Authors: Halina Kaczmarek

Abstract:

Polymeric cellular composites are very important materials in modern electronics because they can be used as piezopolymers due to low specific weight, good thermal resistance and high value of piezoelectric constant d33. The aim of this work was to obtain and characterize the cellular polypropylene (PP) composites as materials designed for microelectronics. PP has been modified by addition of commercial silicate filler and the obtained materials were extruded. Then, the composites were subjected to electric field for polarization. Effect of the filler content on the structure and physicochemical properties of the composites have been investigated. The following experimental methods have been applied: SEM, XRD, thermogravimetry, tensile tests and measurements of voltage and electric charge accumulated in the polymer. The piezoelectric constant and stability of piezoelectric properties were also determined. It was found that the growth in the filler content in the polymer causes the increase in the film porosity and the degree of PP crystallinity that reaches 70% for the PP sample with 10% of the filler. Young's modulus increased also in the presence of the filler. Moreover, the thermal stability of the composites was improved compared to neat PP. The piezoelectric constant of the composites was about 200 pC/N).

- **Effect of the piezoelectric ceramic filler dielectric constant on the piezoelectric properties of PZT-epoxy composites**

Publication date: 02-2017

Authors: Khaliq, Jibran

Abstract:

Piezoelectric composites made from soft and hard lead zirconium titanate (PZT) particles as filler and an epoxy as the matrix were prepared by dielectrophoresis and studied for their piezoelectric properties. It was found that the dielectric constant of the piezoelectric filler plays a significant role in determining the final piezoelectric properties of the composites. Composites with lower dielectric constant for the PZT filler material showed better piezoelectric properties compared to the composites with high dielectric constant filler. This can be ascribed to a more efficient poling of the piezoelectric filler particles. The aging behaviour of these composites was compared to that reported for monolithic ceramic.

- **Piezoelectric Properties of PZT-5 Fiber/Epoxy Resin 1-3 Composites**

Publication date: 2011

Authors: Xu Ling Fang

Abstract:

Niobium doped Pb(Zr,Ti)O-3 fiber/epoxy resin 1-3 composites with different ceramic volume fraction of 10-85% were fabricated by filling-casting method. Effects of ceramic volume fraction on electric properties were investigated. For a typical 30% ceramic content composite, the thickness coupling coefficient k(t), mechanical quality factor Q(m), acoustic impedance Z(m) and anisotropic property k(t)/k(p) were 0.67, 0.55, 11.03 MRayl and 2.23, respectively.

- **New type of mechanical damping composites composed of piezoelectric ceramics, carbon black and epoxy resin**

Publication date: 2001

Authors: Hori, M

Abstract:

New types of piezoelectric damping materials, piezoelectric ceramic (PZT) powder/carbon black (CB) powder/epoxy (EP) resin composites, were developed, and their mechanical and damping properties were studied. Here the mechanical energy of vibrations and noises were transformed into electric energy (current) by PZT, and the electric current was conducted to an external circuit through CB powders and then dissipated as thermal energy through a resistor. When CB was added to PZT/EP (70/30 in wt%), the mechanical loss factor (eta), a measure of mechanical of damping intensity, showed a maximum value of similar to0.08 at the CB content of similar to0.51 wt%, at which the CB particles electrically just contact each other. In the

present work, it was found that the PZT/CB/EP composite of 90.0/0.5/9.5 shows a large eta value of similar to0.15.

CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES PIEZOELÉCTRICOS

Los materiales piezoeléctricos se definen por una serie de constantes y coeficientes que caracterizan su comportamiento. Los ensayos de caracterización de los materiales piezoeléctricos son los que determinan los valores de estos parámetros que son:

- **Constantes de carga piezoeléctrica (d**) que establecen una proporcionalidad entre la generación de cargas y la tensión mecánica aplicada (efecto piezoeléctrico directo) y entre la deformación y el campo eléctrico aplicado (efecto inverso). Unidad: m/V (metros/Volt) o C/N (Coulombs/Newton).

- **Constante de tensión piezoeléctrica (g)** que establece la proporción entre la diferencia de potencial generada (en Volts) y la fuerza aplicada (en Newton) para una cerámica con longitud de 1 metro. Unidad: Vm/N (voltios por metros/Newton).

- **Coeficiente de acoplamiento (k),** que interpretan el rendimiento del material en la transducción y conversión de la energía eléctrica.

- **Factor de calidad mecánico (Q),** que mide el amortiguamiento del material. Adimensional.

- **Factor de disipación dieléctrica (Tan ∂),** medida dieléctrica del material. Adimensional.

- **Temperatura de Curie (TC),** que es la temperatura donde la estructura cristalina del material sufre una transición de fase, pierde polarización y deja de ser piezoeléctrico. Unidad: Grados Celsius

- **Constantes de frecuencia (N),** establecen la frecuencia de resonancia. Unidad: Hz m (Hertz x metro)

Entre los ensayos de caracterización de los materiales piezoeléctricos se pueden distinguir dos tipos distintos según si la manera de medición del efecto sea directo o inverso.

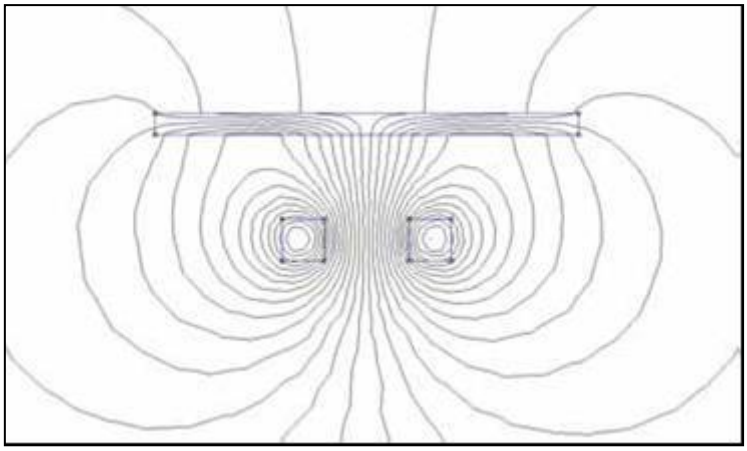
- Si es directo, la muestra se somete a una fuerza de compresión uniaxial o bien ejerciendo la fuerza durante un tiempo determinado o mediante agitación.
  Ref. *Tomasz Janiczek, Analysis of PVDF transducer signals stimulated by mechanical tension. Journal of Electrostatics 51-52 (2001) 167-172.*

- Si es inverso, para medir la vibración conviene utilizar láminas finas piezoeléctricas a las que se les aplica una señal eléctrica.
  Ref. *V.R. Rathod, Characterization of a large-area PVDF thin film for electro-mechanical and ultrasonic sensing applications. Sensors and Actuators A 163 (2010) 164-171.*

4. COMPOSITES DE APANTALLAMIENTO ELECTROMAGNÉTICO.

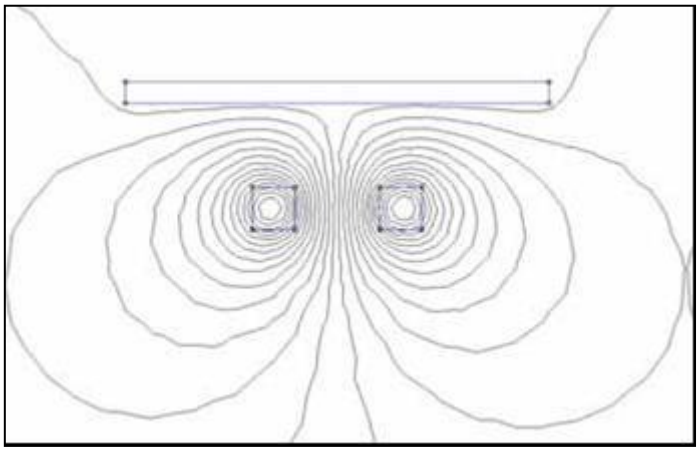
El interés por la contaminación electromagnética es un tema últimamente de gran interés social debido a numerosos estudios que se han llevado a cabo que afirman el efecto negativo que produce sobre los seres humanos. Las ondas electromagnéticas interaccionan con cualquier partícula cargada eléctricamente como pueden ser las células de los sistemas biológicos modificando así su situación de equilibrio natural. Además, cabe destacar que, con el avance tecnológico, la exposición a este tipo de ondas es cada vez mayor. Con tal de aislar a las personas de estos campos electromagnéticos (CEM), se han desarrollado materiales conocidos como materiales de apantallamiento por su capacidad en protegernos creando una barrera entre el foco de emisión de ondas y nosotros.

Los materiales de apantallamiento trabajan por acoplamiento de dos materiales distintos: Uno de alta permeabilidad magnética y otro de elevada conductividad eléctrica. El primero de ellos disminuye la inducción magnética y atenúa las ondas del campo magnético al que se ve sometido. La figura de más abajo clarifica este fenómeno.



Campo magnético atenuado por un material de apantallamiento [1]

Por otro lado, el material con elevada conductividad eléctrica hace que se genere un campo magnético de reacción, es decir, un campo inducido al ponerse en contacto con un campo magnético (inductor). De esta manera, la suma de ambos campos (el inductor y el inducido) se anulan.



Campo magnético atenuado por un material conductivo de apantallamiento [1]

LEGISLACIÓN Y NORMATIVA QUE REGULA LA EXPOSICIÓN DE LAS PERSONAS A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

En Europa, el Consejo de la Unión Europea publicó en 1999 una recomendación sobre la limitación de la exposición de la población a campos electromagnéticos (de 0 Hz a 300 GHz). Esta recomendación no es legalmente vinculante por lo que la política de los países europeos se puede dividir en 3 grupos diferentes. Un grupo constituido por todos aquellos países donde se ha incorporado a la legislación nacional, otro formado por aquellos países donde no existen límites o reglas para este aspecto y un último grupo para los que poseen restricciones más severas.

A nivel internacional la Comisión Internacional sobre Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP), es quien regula la exposición a la los campos electromagnéticos tanto variables en el tiempo como fijos, tanto de los trabajadores que están expuestos a ello como la población en general. Algunos de los valores son los que aparecen en las siguientes tablas.

Tabla 1.- Valores de referencia dictados por ICNIRP para la exposición de trabajadores profesionalmente expuestos a campos EM fijos.

Frecuencia de operación	Intensidad del campo eléctrico E (V/m)	Intensidad del campo magnético H (A/m)	Inducción magnética B (T)
≤ 1 Hz	-	$1.63 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$
1 - 8 Hz	20000	$1.63 \cdot 10^5 / f^2$	$2 \cdot 10^5 / f^2$
8 - 25 Hz	20000	$2 \cdot 10^4 / f^2$	$2.5 \cdot 10^4 / f^2$
0.025 - 0.82 kHz	500 / f	20 / f	25 / f
0.82 - 65 kHz	610	24.4	30.7
0.065 - 1 MHz	610	1.6 / f	2 / f
1 - 10 MHz	610 / f	1.6 / f	2 / f
10 - 400 MHz	61	0.16	0.2
400 - 2000 MHz	$3 \cdot f^{1/2}$	$0.008 \cdot f^{1/2}$	$0.01 \cdot f^{1/2}$
2 - 300 GHz	137	0.36	0.45

Nota:

- f como se indica en la columna "Rango de frecuencia".

Valores de referencia dictados por ICNIRP para la exposición de la población a campos EM fijos.

Frecuencia de operación	Intensidad del campo eléctrico E (V/m)	Intensidad del campo magnético H (A/m)	Inducción magnética B (T)
≤ 1 Hz	-	32000	40000
1 - 8 Hz	10000	$32000 / f^2$	$40000 / f^2$
8 - 25 Hz	10000	$4000 / f^2$	$5000 / f^2$
0.025 - 0.8 kHz	250 / f	4 / f	5 / f
0.8 - 3 kHz	250 / f	5	6.25
3 - 150 kHz	87	5	6.25
0.15 - 1 MHz	87	0.73 / f	0.92 / f
1 - 10 MHz	$87 / f^{1/2}$	0.73 / f	0.92 / f
10 - 400 MHz	28	0.073	0.092
400 - 2000 MHz	$1.375 \cdot f^{1/2}$	$0.0037 \cdot f^{1/2}$	$0.0046 \cdot f^{1/2}$
2 - 300 GHz	61	0.16	0.2

Nota:

- f como se indica en la columna "Rango de frecuencia".

Niveles de referencia dictados por ICNIRP para la exposición laboral a campos electromagnéticos que varían con el tiempo (raíz significan valores cuadrados de campo imperturbable).

Frecuencia de operación	Intensidad del campo eléctrico E (kV/m)	Intensidad del campo magnético H (A/m)	Inducción magnética B (T)
1 Hz - 8 Hz	20	$1.63 \times 10^5 / f^2$	$0.2 / f^2$
8 Hz - 25 Hz	20	$2 \times 10^4 / f$	$2.5 \times 10^{-2} / f$
25 Hz - 300 Hz	$5 \times 10^2 / f$	8×10^2	1×10^{-3}
300 Hz - 3 kHz	$5 \times 10^2 / f$	$2.4 \times 10^5 / f$	0.3 / f
3 kHz - 10 MHz	1.7×10^{-1}	80	1×10^{-4}

Nota:

- f es la frecuencia en Hz

Niveles de referencia dictados por ICNIRP para la exposición del público a campos electromagnéticos que varían con el tiempo (raíz significan valores cuadrados de campo imperturbable).

Frecuencia de operación	Intensidad del campo eléctrico E (kV/m)	Intensidad del campo magnético H (A/m)	Inducción magnética B (T)
1 Hz - 8 Hz	5	$3.20 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^{-2} / f^2$
8 Hz - 25 Hz	5	$4 \times 10^3 / f$	$5 \times 10^{-3} / f$
25 Hz - 50 Hz	5	1.6×10^2	2×10^{-4}
50 Hz - 400 Hz	$2.5 \times 10^2 / f$	1.6×10^2	2×10^{-4}
400 Hz - 3 kHz	$2.5 \times 10^2 / f$	$6.4 \times 10^4 / f$	$8 \times 10^{-2} / f$
3 kHz - 10 MHz	8.3×10^{-2}	21	2.7×10^{-5}

Nota:

- f es la frecuencia en Hz

Por lo que respecta a España, es uno de los países que se encuentran en el segundo grupo es decir, no posee una legislación estricta sobre la exposición a CEM para la población en

general pero sí existe un *Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos* [2] donde determina las disposiciones específicas para evitar o reducir esta exposición y los valores límites.

MATERIALES DE APANTALLAMIENTO ELECTROMAGNÉTICO

Para protegerse de un campo eléctrico se puede utilizar un material que tenga una muy baja capacidad de conducción de la energía eléctrica. Se trata de materiales que generan una barrera potencial que dificulta la existencia de electrones libres capaces de conducir corrientes eléctricas. Algunos de estos materiales son los polímeros termoplásticos, la madera, el hule, etc., materiales que se suelen utilizar para el recubrimiento de cables eléctricos o para aislar sistemas de una corriente eléctrica.

Como bien se conoce, toda carga eléctrica en movimiento genera un campo magnético. Del mismo modo, un campo magnético variable genera una corriente eléctrica (inducción magnética). De manera que un campo electromagnético queda definido por la combinación de ondas de un campo eléctrico y un campo magnético que provoca efectos en el espacio, a eso es lo que se llama radiación electromagnética. La radiación electromagnética se puede clasificar en Alta y Baja Frecuencia.

- Alta Frecuencia: Cuando se emiten ondas entre 1 MHz y 30 MHz. Más de 30 MHz se consideran Muy Altas. (generadas por telefonía móvil, Wifi, ..)
- Baja Frecuencia: Cuando se emiten ondas entre los 30 kHz y los 300 kHz. (líneas de alta tensión, transformadores urbanos,…)

Cada material de apantallamiento electromagnético tiene un límite distinto de protección. Según la frecuencia de campo a la que se sometan, los materiales serán válidos o no válidos. Para apantallar Altas Frecuencias se utilizan materiales que repelen las radiaciones por reflexión y para apantallar las Bajas Frecuencias se utilizan campos con alta permeabilidad para desviar dichos campos a tierra o redirigirlos.

Algunos de los materiales que redirigen las ondas son los que contienen **cobre o aluminio**.

Uno de los materiales más utilizados para el blindaje de Bajas Frecuencias o campos magnéticos estables es el **hierro**, sin embargo existe otro material muy utilizado a día de hoy que conocido como **Mu-Metal** que se trata de una aleación de níquel-hierro con una elevada permeabilidad magnética. Esta característica proporciona una ruta alternativa de baja resistencia para el flujo magnético.

En ocasiones se utiliza la combinación de varios de estos materiales con tal de conseguir un apantallamiento electromagnético para un mayor rango de frecuencias. A estas

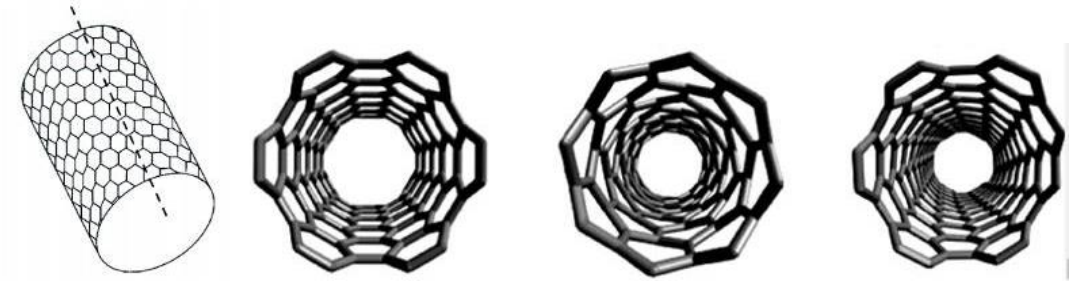
combinaciones de materiales es lo que se conoce como materiales compuestos de apantallamiento.

PRODUCTOS CON PROPIEDADES DE APANTALLAMIENTO ELECTROMAGNÉTICO PARA INCORPORAR EN MATRICES TERMOESTABLES.

Una manera de aportar características de blindaje EM a una matriz polimérica termoestable es doparla con cargas milimétricas o nanométricas. Recientemente muchas investigaciones se centran en el estudio a escala nano de la aportación de cargas de distinta naturaleza y morfología. Sin embargo, se pueden distinguir 3 principales tipos de cargas con buenos resultados de apantallamiento EM: los **nanotubos/nanopartículas de carbono**, las **nanopartículas de óxido** tipo polianilima-oro por ejemplo, o los **nanomateriales metálicos**. Unos tienen como fin inducir la absorción de la radiación EM y otros reflejarla. De todos éstos, los nanotubos y nanopartículas de carbono son las más estudiadas y utilizadas actualmente debido a las excelentes propiedades que ofrecen.

- **Nanopartículas de carbono:** Debido a su composición química (átomos de carbono) y su bajo coste se pueden emplear en una gran variedad de sectores económicos. Uno de los principales usos de las nanopartículas es como agentes de refuerzo o como cargas funcionales en otros materiales. Poseen una alta relación de aspecto y dotan a los materiales en los que se incorporan de elevada resistencia mecánica, conductividad eléctrica, estabilidad térmica, resistencia al fuego, estabilidad dimensional, reducción de peso, absorción de microondas, … es por ello que en los últimos años se ha producido un empleo masivo de este tipo de partículas.

- **Nanotubos de carbono:** Destacan por su estructura tubular compuesta de capas de átomos de carbono curvadas que proporcionan propiedades únicas como una elevada conductividad eléctrica (más que el cobre), un ultra-alto módulo de Young así como una elevada resistencia a la tracción. Se definen por tres parámetros distintos: diámetro, quiralidad y número de paredes, ya que pueden estar compuestos de una sola pared (SWCNTs) o varias paredes (MWCNTs), característica que condiciona sus propiedades. Los SWCNTs son los que despiertan un mayor interés científico, por sus extraordinarias propiedades mecánicas, ópticas, eléctricas, químicas y biomédicas, entre otras.



Estructura del nanotubo de carbono y quiralidad (a la dcha.).

Tanto las nanopartículas como los nanotubos de carbono son productos de gran versatilidad tecnológica que se emplean en una gran variedad de sectores económicos, automoción, aeroespacial, construcción, energía,… Respecto al apantallamiento electromagnético que los nanomateriales de carbono presentan, cabe mencionar que existen estudios que demuestran su eficacia y fiabilidad. Algunos de ellos son los que se mencionan a continuación. En el apartado 4.6 aparece una relación de patentes y artículos científicos más detallada.

D. Micheli [3] en su artículo, mejora el apantallamiento EM de un composite fabricado con capas de refuerzo de tejido aramida junto con tejido de fibras de carbono embebidas en una matriz polimérica de resina epoxi reforzada con nanotubos de carbono. Los resultados demuestran que para un rango de frecuencias entre 0,8 y 8 GHz, se alcanza un apantallamiento de 80 dB gracias a la formación de diversos caminos conductores en el composite.

Por otro lado, Davide Micheli desarrolla un composite con resina epoxi reforzada con distintos tipos de nano/micromateriales de carbono, hojas de grafeno, fibras de carbono, nanotubos multicapa y polianilina. Los resultados en esta ocasión demuestran mejores prestaciones de apantallamiento de los nanotubos y las fibras de carbono frente a la polianilina y las hojas de grafeno.[4]

En cuanto a **nanomateriales metálicos y nanopartículas de óxido,** existen investigaciones donde se utilizan nanopartículas de cobalto, hierro, níquel o magnetita de óxido de hierro en composites de resina epoxi con refuerzos de malla de fibra carbono con el objetivo de lograr apantallar las ondas electromagnéticas de alta frecuencia. Estos aditivos reflejan la radiación electromagnética incidente por el efecto de "Jaula de Faraday". Depende del aditivo del que se trate y del tamaño, estos efectos son más o menos grandes. **Las ferritas** por ejemplo se consideran como uno de los mejores materiales para emplearlos en absorción de ondas EM debido a sus excelentes propiedades magnéticas y dieléctricas.

La ferrita es una de las estructuras cristalinas del hierro, se considera un material ferromagnético. En términos de propiedades magnéticas, las ferritas se clasifican como "suaves" y "duras". Las ferritas "suaves" contienen compuestos de níkel, zinc, o manganeso; y las ferritas "duras" contienen aproximadamente un 80% de óxido de hierro (Fe_2O_3) hematina o (Fe_3O_4) magnetita y aprox. un 20% de óxido de bario (BaO) u óxido de estroncio (SrO). En general, debido a si alta permeabilidad magnética, permiten almacenar campos magnéticos con más fuerza que el hierro.

Por otra parte **las magnetitas** son minerales de hierro constituidas por óxidos ferrosos-diférricos (Fe_3O_4**)**, y cuentan con propiedades ferrimagnéticas, conductividad eléctrica aceptable y nula citoxidad, factores que han hecho que se hayan utilizado como imán, en muchos tipos de industria y en el ámbito biomédico.

Para finalizar, cabe mencionar que existen incluso estudios donde se mejora el propio apantallamiento EM de un elemento añadiendo otro sobre él. Por ejemplo, la deposición de nanotubos de carbono o partículas de magnetita sobre fibras de carbono hace que aumente el efecto apantallante.

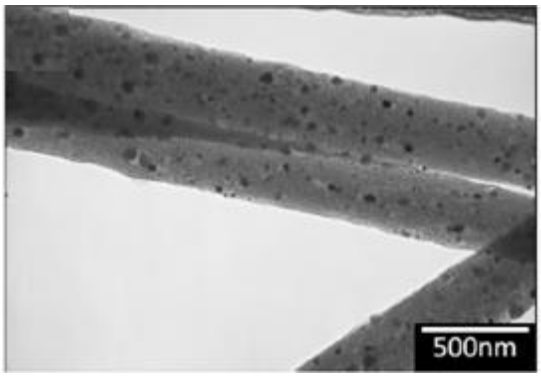


Imagen TEM de las nanopartículas de magnetita adheridas a las fibras de carbono.

Fuente: Bayat, M., et al, 2014.

CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE APANTALLAMIENTO EM.

La atenuación es el principal indicador para medir la efectividad de un material de protección electromagnética. Se define como la diferencia entre la intensidad de una señal electromagnética antes de la protección electromagnética y después. Se mide en decibelios (dB), una unidad de escala logarítmica

Los métodos utilizados para medir la atenuación electromagnética de un material son varios y en ocasiones difieren según la aplicación final del producto. Los métodos más comunes son:

- **Método de espacio libre**: Simula las condiciones normales a las que puede estar expuesto un dispositivo electrónico. El apantallamiento se determina mediante unas antenas situadas en distintas posiciones que emites señales las cuales son recogidas por un medidor de nivel de ruido. Es la prueba más adecuada para productos electrónicos terminados.

- **Método de cable coaxial:** Este ensayo mide la radiación de un campo electromagnético de ondas planas sobre un material plano. Se necesita un material de referencia sobre el que realizar comparaciones de recepción de ondas (ASTM D4935, IEE-299-1997).

- **Ensayo en cámara blindada:** Se coloca una muestra de apantallamiento con revestimiento conductivo en una apertura de la caja blindad y se miden las señales electromagnéticas recibidas y transmitidas tanto dentro como fuera de la caja, en relación con las señales recibidas por la propia caja de blindaje.

- **Ensayo en habitación blindada:** Este ensayo consiste en dos habitaciones separadas por una pared. En una de ellas se coloca el equipo de ensayo y la muestra, y en la otra los sensores receptores. Se utiliza mayormente cuando se pretende evitar la mayor cantidad de señales de ruido externas.

COMPOSITES POLIMÉRICOS DE APANTALLAMIENTO EM.

Los materiales de apantallamiento electromagnético que actualmente ofrecen mayores prestaciones son aquellos que están compuestos por más de un material distinto formando estructuras complejas con un elemento de cohesión y uno de refuerzo (mediante recubrimientos o materiales tipo multicapa). Cada capa se realiza de un material distinto de manera que la combinación de ambos atenúe o anule el campo electromagnético al que están sometidos. En los siguientes apartados se muestran algunas patentes y artículos científicos que se consideran de aplicación en el desarrollo de composites de apantallamiento EM.

ANÁLISIS DE PATENTES.

En este apartado se realiza una breve descripción de las invenciones protegidas en forma de patente relacionadas con composites de blindaje electromagnético, tanto de su diseño como su proceso de fabricación.

Las patentes quedan clasificadas de la siguiente manera:

Patentes relacionadas con materiales apantallantes.

Patentes relacionadas con procesos de fabricación de composites apantallantes.

- **Selectively controllable electromagnetic shielding.**

Number of Patent: US20120112552A1

Publication date: 2012-05-10

Authors: D David W. Baarman William T. Stoner, JR. Joshua K. Schwannecke Kaitlyn J. Turner Benjamin C. Moes

Abstract:

A selectively controllable electromagnetic shield having an electromagnetic shielding material and a mechanism for selectively generating an aperture in the shield. The mechanism for selectively generating an aperture may be a magnetic field source that generates a magnetic field of sufficient strength to substantially saturate all or a portion of the shielding material. For example, a permanent magnet or DC electromagnet may be used to selectively saturate the shield. In its un-saturated state, the magnetic shield has a high permeability and functions as a flux path for the magnetic field. Once saturated, the permeability of the shield is substantially reduced so that the magnetic field lines are no longer drawn into the shield to the same degree. As a result, once saturated, a

substantially greater amount of the electromagnetic field may flow through or around the shield in the saturated region.

- **Electromagnetic interference shielding polymer composites and methods of manufacture.**

Number of Patent: US7815820B2

Publication date: 2010-10-19

Authors: Daniel Qi Tan Yang Cao Patricia Chapman Irwin

Abstract:

An electromagnetic interference shielding composite is provided. The electromagnetic interference shielding composite comprises: a high permittivity polymer having a permittivity of at least about 5; a plurality of magnetic particles dispersed within the high permittivity polymer; and a plurality of dielectric particles dispersed within the high permittivity polymer. In another embodiment, an article comprising a device susceptible to electromagnetic radiation and a shielding material disposed to shield the device from electromagnetic radiation is provided. The shielding material comprises, a high permittivity polymer; a plurality of magnetic particles dispersed within the high permittivity polymer; and plurality of dielectric particles dispersed within the high permittivity polymer.

- **CNS-infused carbon nanomaterials and process therefor**

Number of Patent: US9005755B2

Publication date: 2015-04-14

Authors: Jordan T. Ledford Matthew R. Laszewski Harry C. Malecki

Abstract:

A composition includes a carbon nanotube (CNT) yarn or sheet and a plurality of carbon nanostructures (CNSs) infused to a surface of the CNT yarn or sheet, wherein the CNSs are disposed substantially radially from the surface of the CNT yarn or outwardly from the sheet. Such compositions can be used in various combinations in composite articles.

- **Electromagnetic protection cloth**

Number of Patent: US8421045B2

Publication date: 2013-04-16

Authors: Daniel Qi Tan Patricia Chapman Irwin Wei Zhang

Abstract:

An article for providing protection from electromagnetic energy, and an associated method for provision of such. The article includes conductive fibers extending within the article, varistor material dispersed and secured within the article, and ferrite material dispersed and secured within the article.

- **CNT-infused EMI shielding composite and coating**

Number of Patent: US9241433B2

Publication date: 2016-01-19

Authors: Tushar K. Shah Mark R. Alberding Harry C. Malecki

Abstract:

A composite for use in electromagnetic interference (EMI) shielding applications includes a carbon nanotube (CNT)-infused fiber material disposed in at least a portion of a matrix material. The composite is capable of absorbing or reflecting EM radiation, or combinations thereof in a frequency range from between about 0.01 MHz to about 18 GHz. The electromagnetic interference (EMI) shielding effectiveness (SE), is in a range from between about 40 decibels (dB) to about 130 dB. A method of manufacturing the composite includes disposing a CNT-infused fiber material in a portion of a matrix material with a controlled orientation of the CNT-infused fiber material within the matrix material, and curing the matrix material. A panel includes the composite and is adaptable to interface with a device for use in EMI shielding applications. The panel is further equipped with an electrical ground.

- **Methods for Preparing of Electromagnetic Shielding Composite Using Copper-Nickel Plated Carbon Fiber Prepared by Electroless-Electronic Continuous Process and Electromagnetic Shielding Material Prepared by the Methods.**

Number of Patent: KR101469683B1

Publication date: 2014-12-05

Authors: 이종길 허수형 박민영 강병록 강지훈

Abstract:

The present invention relates to an electromagnetic wave shielding composite material produced by the production method and the method of the electromagnetic wave shielding composite. The present invention using a highly conductive carbon fibers produced by the electroless and electrolytic continuous process, and is excellent in conductivity suitable for EMI shielding surface resistance is lowered, it is possible to provide the electromagnetic wave shielding composite material excellent in productivity and economic efficiency. Then, the electromagnetic wave shielding composite material of the present invention can be used for the cover is inserted into a mobile phone, mobile phone pouch blocks

electromagnetic waves, may be applied to LCD protective bracket for portable display applications.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS.

Por lo que respecta a artículos científicos publicados relacionados con el tema que se desarrolla en el proyecto Smartcomp, estos son algunos de los más recientes y relevantes:

- **Fabrication of nano-Fe_3O_4 3D structure on carbon fibers as a microwave absorber and EMI shielding composite by modified EPD method.**

Publication date: 02-2017

Authors: Gholampour, M (Gholampour, Mandi)

Abstract:

Recently, electromagnetic interference (EMI) shielding materials have absorbed a lot of attention due to a growing need for application in the area of electronic and wireless devices. In this study, a carbon-based EMI shielding composite was fabricated by electrophoretic deposition of Fe3O4 nano-particles on carbonfibers (CFs) as a 3D structure incorporated with an epoxy resin. Co-precipitation method was employed to synthesize Fe3O4 nano-particles. This as-synthesized Fe3O4 nano-powder was then successfully deposited on CFs using a modified multi-step electrophoretic deposition (EPD) method. The results of structural studies showed that the Fe3O4 nano-particles (25 nm) were successfully and uniformly deposited on CFs. The measured magnetic properties of as-synthesized Fe3O4 nano-powder and nano-Fe3O4/CFs composite showed that the saturation magnetization of bare Fe3O4 was decreased from M-s = 72.3 emu/g to M-s = 33.1 emu/g for nano-Fe3O4/CFs composite and also corecivity of Fe3O4 was increased from H-c = 4.9 Oe to H-c = 168 Oe for composite. The results of microwave Fe3O4 tests revealed that the reflection loss (RL) of an epoxy-based nano-Fe3O4/CFs composite are significantly influenced by layer thickness. The maximum RL value of 10.21 dB at 10.12 GHz with an effective absorption bandwidth about 2 GHz was obtained for the sample with the thickness of 2 mm. It also exhibited an EMI shielding performance of 23 dB for whole the frequency range of 8.2-12.4 GHz.

- **"Thermoset composites functionalized with carbon nanofiber sheets for EMI shielding"**

Publication date: 05-2015

Authors: Zhao, ZF (Zhao, Zhongfu)

Abstract:

Carbon nanofiber sheets were developed through filtering well-dispersed carbon nanofiber (CNF) through filtering well-dispersed aqueous solution of

CNF particles with 0.4 m hydrophilic polycarbonate membrane by the aid of high-pressure air. They were used to functionalize composites by the resin transfer molding method. Their functionalized composites were characterized with scanning electron microscopy (SEM), four-point probes and a vector network analyzer to measure their morphologies, electrical conductivity, and electromagnetic interference (EMI) shielding performance over the frequency range of 8-12 GHz (X band), respectively. Their morphologies show that CNF particles are overlapped and tightly connected with each other in their interconnected networks. The CNF sheets are exposed on the surface, although their networks are partially penetrated by polyester resins. Their electrical conductivity can be 3.0 +/- 0.2 Scm(-1) or so, much higher by ten orders of magnitude than the reported electrical conductivity of CNF-filled composites. Their EMI shielding effectiveness slightly varies in a range of -30 dB to -35 dB as a function of frequency, much higher than that of most CNF or carbon nanotube-filled composites.

- **"Ballistic and electromagnetic shielding behaviour of multifunctional Kevlar fiber reinforced epoxy composites modified by carbon nanotubes" [3]**

Publication date: 2016

Authors: D. Micheli

Abstract:

Overall goal of the research is to develop a material simultaneously able to absorb mechanical shocks and shield from electromagnetic interferences. Several layered composite materials aimed at such multi functionality have been conceived and realized: the characterization has been carried out in terms of electromagnetic shielding effectiveness in the range 0.8-8.0 GHz and of energy absorbing capability upon impact of metallic bullets fired at about 400 m/s and 1000 m/s (such velocity allows to explore the low energy range of potential mechanical shocks in aerospace structures). The composite specimens under test are 3.5 mm thick tiles made of hybrid multi-scale material: the manufacturing has been performed by integrating several layers of Kevlar fabric and carbon fiber plies within a polymeric matrix reinforced by carbon nanotubes. The electromagnetic shielding effectiveness has been measured by means of a reverberation chamber; the performances of the layered composites approach the metallic behavior with values of shielding up to 80 dB. The impact tests have been carried out by using an inhouse built linear electromagnetic accelerator, known as railgun; the results show that a thin and light tile of the designed composite material is able to absorb high energy impacts with local delamination of the layered structure.

- **"Synthesis and electromagnetic characterization of frequency selective radar absorbing materials using carbon nanopowders"[4]**

Publication date: 2014

Authors: Davide Micheli

Abstract:

A new method for the synthesis of multilayered radar absorbing materials is analyzed by using carbon nanomaterials. With respect to the literature, a desired profile of reflection coefficient is a priori established as a function of the frequency. The goal of the synthesis is to follow this target profile by computing thickness and type of the material of each layer until the reflection coefficient of the electromagnetic-wave absorber best approximates the wanted reflection coefficient. The material available for each layer is epoxy-resin reinforced by different kind of carbon-based nano/micro powders: graphene nanoplatelets, carbon nanofibers, multi-walled carbon nanotubes and polyaniline. The dielectric characterization of the composite materials is performed in the frequency range 2–18 GHz. The synthesis uses evolutionary computation by drawing on the electric permittivity of composite materials. Three square layered electromagnetic wave absorbers of 25 cm side are manufactured. The comparison between the target, the simulated and the measured reflection coefficients shows a good agreement thus confirming the scientific validity of the dielectric characterization and the proposed design method. Finally, a finite element analysis has been carried out to explain the mechanism of electromagnetic wave absorption by a multilayer and to simulate a low radar observable naval military gun.

- **"Improvement of the electromagnetic shielding properties of C/SiC composites by electrophoretic deposition of carbon nanotube on carbon fibers",**

Publication date: 2016

Authors: Mei, H (Mei, Hui)

Abstract:

The current study reports on the improvement of electromagnetic interference (EMI) shielding properties of carbon fiber-reinforced silicon carbide composites by introduction of carbon nanotubes on carbon fiber cloths through the electrophoretic deposition (EPD) route and subsequent densification by chemical vapor infiltration. Findings demonstrate that the electrical conductivity of the composites increased with EPD durations up to 10 min, while the skin depth remained, in all case, one order on magnitude less than the specimen thickness, hence rendering multiple internal reflection issues negligible. The EMI absorption shielding effectiveness of the specimens was found to increase significantly with EPD duration, while absorption effectiveness reached a maximum of 38.2 dB at an EPD duration of 10 min, an increase of 56.5% over plain C/SiC composites. The achieved indices meet the specifications

for effective EMI shielding of materials targeted for commercial and military field applications.

- **"Electromagnetic shielding ofpolymer–matrix composites with metallic nanoparticles"**

Publication date: 2011

Authors: M.Jalali

Abstract:

To improve electromagnetic (EM) shielding and especially absorption of carbon fibre reinforced polymer–matrix composites for aircraft applications in high frequencies, the inclusion of metallic nanoparticles of iron, cobalt, nickel and iron oxide as a filler with low volume fraction is analyzed as well as the influence of different particle sizes. It is found that iron nanoparticles of 50 nm are able to improve total shielding effectiveness of a carbon fibre/polymer nanocomposite up to 15 dB in the considered 8.2–12.4 GHz ranging band. At the same time EM shielding behaviour is superiorly constant and the absorption part of shielding is increased.

- **"A microwave absorber based on strontium ferrite–carbon black–nitrile rubber for S and X-band applications "**

Publication date: 2013

Authors: Vinayasree, S.

Abstract:

Flexible and thin single layer microwave absorbers based on strontium ferrite carbon black nitrilerubber com posites have been fabricated employing a specific recipe and their reflection loss characteristics were studied in the S (2-4 GHz) and X-bands (8-12 GHz). The incorporation of carbonblack not only reinforces the rubber by improving the mechanical properties of the composite but also modifies the dielectric permittivity of the composite. Strontium ferrite when impregnated into a rubbermatrix imparts the required magnetic permeability to the composite. The combination of strontiumferrite and carbon black can then be employed to tune the microwave absorption characteristics of the resulting composite. The complex dielectric permittivity and permeability were measured by employing a cavity perturbation technique. The microwave absorption characteristics of composites were modelled in that an electromagnetic wave incident normally on the metal terminated single layer absorber. The influence of filler volume fraction, frequency, absorber thickness on the bandwidth of absorption are discussed and correlated.

- **"Electromagnetic interference shielding effectiveness of hybrid multifunctional Fe3O4/carbon nanofiber composite"**

Publication date: 2014

Authors: Bayat, M.

Abstract:

Electromagnetic Interference Shielding Effectiveness (EMI SE) of multifunctional Fe3O4/carbon nanofiber composites in the X-band region (8.2-12.4GHz) is studied. Here, we examine the contributing effects of various parameters such as Fe3O4 content, carbonization temperature and thickness on total shielding efficiency (SEtotal) of different samples. The maximum EMI SE of 67dB is obtained for composite of 5wt.%Fe3O4 (0.7mm thickness) with the dominant shielding mechanism of absorption (SEA) of electromagnetic radiation. The enhanced electromagnetic shielding performance of Fe3O4/carbon nanofiber composites is attributed to the increment of both magnetic and dielectric losses due to the incorporation of magnetite nanofiller (Fe3O4) in electrically conducting carbon nanofiber matrix as well as the specific nanofibrous structure of carbon nanofiber mats, which forms a higher aspect ratio structure with randomly aligned nanofibers. Furthermore, we prove that the addition of elastomeric polydimethylsiloxane (PDMS) as a coating for carbon nanofiber composite strengthens the composite structure without interfering with its electromagnetic shielding efficiency.

5. COMPOSITES LUMÍNICOS.

Uno de los retos principales del proyecto SMARTCOMP se encuentra en la obtención de tejidos inteligentes capaces de proporcionar luz y que puedan ser incorporados en la estructura multicapa de un material compuesto.
Hoy en día existen múltiples maneras de conseguir que un tejido emita luz, algunas de ellas son la utilización de pigmentos fotoluminiscentes, pigmentos reflectantes o aditivos termocrómicos entre otros. Estos elementos se utilizan mediante foulardado, estampado u otras técnicas de acabado textil. Una de las desventajas de este tipos de materiales es que la luminiscencia no se puede controlar siendo más adecuados para este fin la utilización de dispositivos LEDs, OLEDs, materiales electroluminscentes o fibra óptica. La integración de dispositivos LED u OLED en materiales compuestos formadas por diversas capas (laminados) o composites formados por una parte textil (refuerzo) y una parte termoestable (matriz) es un tema a profundizar dado la poca bibliografía que existe actualmente.

Un LED (light-emitting diode) tal y como su nombre indica es un diodo emisor de luz que consiste en un material semiconductor capaz de emitir una radiación electromagnética en forma de luz. Este tipo de fenómeno se basa en el efecto de la Electro-Luminiscencia, en la cual mediante una estimulación directa de polarización permite a este dispositivo liberar energía en forma de fotón cuyo color está determinado por la banda de energía que haya

sido estimulada. Por otra parte, los OLEDs (organic light-emitting diode), son diodos que se basan en una serie de películas orgánicas depositadas de forma laminar entre dos electrodos. Cuando se aplica cierta polarización a dichas capas orgánicas, son capaces de emitir luz por si mismos.

Otra de las formas de obtención de tejidos lumínicos, es la utlización de fibra óptica, esta tecnología facilita la integración del elemento lumínico en la estructura del tejido propiamente dicha, lo que permite crear patrones de diseño muy personalizables y que debido a la bajada de precio que ha sufrido en la actualidad, se esta extendiendo en el mercado de la moda.

Cabe destacar que hay otras tecnologías que se encuentran en fase de desarrollo como la deposición de tintas o pinturas electroluminiscentes capaces de emitir luz cuando se les aplica una diferencia de voltaje. Este tipo de material menos extendido en el mercado téxtil se encuentra en unas etapas más de desarrollo lo que provoca que todavía los precios de los aditivos no hagan posible la producción a gran escapa de tejidos funcionales.

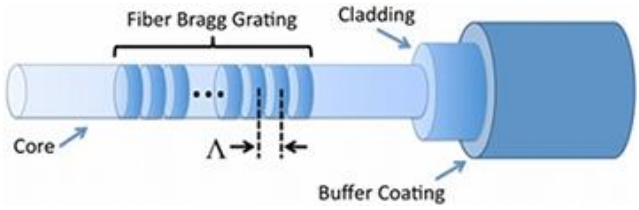
No hay que olvidar que cualquiera de las opciones nombradas anteriormente para producir tejidos o composites lumínicos, necesitan de una aportación de energía eléctrica para su funcionamiento, lo que provoca la necesidad de introducir elementos eléctricos en el conjunto. Estas conexiones pueden llevarse a cabo de diversas formas, una de ellas sería la integración de elementos conductores como cableados metálicos y films de cobre conductores, estos elementos son utilizados habitualmente para la obtención de conexiones eléctricas en gran cantidad de aplicaciones, pero dada a las exigencias del mundo de la moda y del diseño, la correcta integración de este tipo de elementos es crucial para tener un producto con las características estéticas demandadas. Otra forma de obtener las conexiones necesarias, es la realización de bordados sobre el tejido soporte utilizando hilos conductores. Este proceso se realiza con bordadoras especiales capaces de trasladar diseños en formato CAD a bordados físicos, lo que gracias a la versatilidad de esta tecnología se pueden conseguir circuitos mucho más integrados dentro del tejido final.

FIBRA ÓPTICA

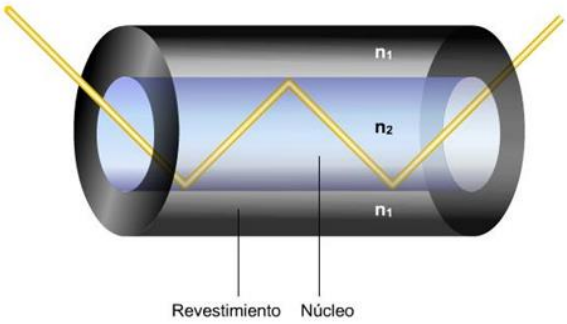
En las últimas décadas la utilización de la **fibra óptica** ha ido sustituyendo a los anteriores sistemas eléctricos con lo que su precio ha ido disminuyendo introduciéndose así en diversos sectores tecnológicos. Una fibra óptica (FO) es un hilo de vidrio o de material plástico dieléctrico capaz de conducir y transmitir impulsos luminosos de uno a otro de sus extremos. Para que se dé una transmisión usando este medio se necesita que a los extremos de éste existan dispositivos electrónicos que de un lado envíen la información en forma de rayos de luz, y al otro lado haya un interpretador de esta información que reciba y decodifique la señal. Las ondas de luz se transmiten en su interior reflejándose o "rebotando" contra las paredes.

Está compuesta por tres componentes principales: el núcleo (core), el revestimiento (cladding) y la capa protectora (buffer coating) de manera que entre las tres se produzca

la trasmisión de luz con la mínima pérdida y sin que quede afectada por las condiciones externas.



Representación de un Cable de Fibra Óptica con Fiber Bragg Gratting.



Reflexión de la luz en el interior de la fibra óptica.

La propagación de la luz dentro de la fibra óptica se produce de la siguiente manera: El índice de refracción del núcleo es mayor que el del revestimiento, razón por la cual, y debido a la diferencia de índices de refracción, la luz introducida al interior de la fibra se mantiene y propaga a través del núcleo. Se produce por ende el efecto denominado de Reflexión Total.

La luz inyectada en el núcleo choca en las interfaces núcleo-clading con un ángulo mayor que el ángulo crítico reflejándose hacia el núcleo. Desde que los ángulos de incidencia y reflexión son iguales, el rayo de luz continúa en zigzag sobre toda la longitud de la fibra. La luz es atrapada en el núcleo.

Según su composición, existen 3 tipos distintos de fibra óptica:

- Núcleo de plástico que suele ser de polimecrilato (PMMA) y cubierta plástica donde suele usarse un polímero fluorado. Se conocen como *POF*.
- Núcleo de vidrio con cubierta de plástico (*PCS*), donde el núcleo es de silicio y la cubierta de plástico.
- Núcleo de vidrio y cubierta de vidrio (*SCS*), hecho tanto el núcleo como el recubrimiento de silicio.

Entre estos 3 tipos, actualmente se está utilizando más la fibra óptica polimérica porque son más rentables debido a un proceso de fabricación más sencillo, tienen una elevada flexibilidad que hace que sea fácilmente manejable, su velocidad de trasmisión de la luz es mayor y en cuanto a la calidad de la luz transmitida, en distancias superiores a los 4 ó 5 metros es considerablemente mejor que la obtenida con el uso de fibras ópticas de

vidrio. Por el contrario, su durabilidad según algunos fabricantes es menor y la trasmisión no es tan rápida como la fibra óptica tradicional.

Otra desventaja es que los extremos de las fibras de polímero no pueden trabajar con altas temperaturas. Las fuentes de luz o iluminadores precisan de una temperatura óptima de pantalla inferior a los 60º C. Aunque algunos polímeros pueden resistir temperaturas de trabajo superiores a los 110º C, el hecho es que esas elevadas temperaturas causan cambios en las cadenas de polímero, especialmente en el colector común. Esto da como resultado un endurecimiento, nublado y opalizado del material, provocando el deterioro del sistema.

- ✓ **Fibra óptica polimérica (POF)**

La fibra óptica polimérica posee una serie de ventajas que la hacen más indicada para el desarrollo de los composites de apantallamiento electromagnético, esta es la razón por la que el estudio bibliográfico se centra en este tipo de fibras.

Otras propiedades de interés son que trabaja como aislante eléctrico, es resistente a la humedad y a ambientes salados, posee una resistencia más alta que la fibra óptica de vidrio y un menor coste. Además, se puede reutilizar para diversas aplicaciones y emiten luz fría por lo que conservan los colores y no alteran los objetos.

La fibra óptica puede medir temperatura, deformación, campos eléctricos y magnéticos o presión. Puede transmitir señales mediante fotones de radiación electromagnética o de luz, alcanzando altas velocidades, distancias y densidades de transmisión, todas ellas con un porcentaje de error pequeño.

Un sensor óptico por lo tanto se basa en el aprovechamiento de la interacción entre la luz y la materia con el objetivo de determinar las propiedades de ésta. Estos sensores se pueden clasificar según su función en sensores extrínsecos o intrínsecos. Los sensores ópticos extrínsecos utilizan la fibra solamente como un mecanismo para transmitir luz a y desde un elemento de detección, mientras que los sensores intrínsecos utilizan la fibra óptica como el elemento de detección en ocasiones aplicando un recubrimiento sobre él (Sistema Fiber Bragg Gratting). Éstos últimos son los más utilizados a día de hoy. La razón de su extensa utilización en el campo de los materiales compuestos, se encuentra en que los sensores ópticos embebidos se pueden utilizar en estructuras para obtener datos fiables en lo que se refiere al estado actual de carga de la estructura, así como para proporcionar información acerca de la salud de la misma. La fabricación de este sistema ofrece un desafío tanto en el diseño del sensor, como en la fabricación y elección de la mejor configuración empleada en el material compuesto.

El sistema sensor permite al componente compuesto ser controlado durante su manufactura, su vida en servicio y roturas inminentes. Las fibras ópticas pueden soportar hoy en día la temperatura de curado de las resinas a 160ºC asociada a la fabricación de materiales estructurales técnicamente avanzados.

Los sensores deben ser los más pequeños posible para que no afectar de forma negativa a las propiedades mecánicas de los materiales compuestos en los que están embebidos y

además, deben ser resistentes para soportar el proceso de fabricación, manteniendo su sensibilidad, orden y frecuencia de respuesta esperada.

ANÁLISIS DE PATENTES.

Con tal de conocer qué es lo que existe actualmente patentado en referencia a materiales compuestos que contengan fibra óptica en su interior, se ha realizado una búsqueda de patentes. En esta búsqueda se ha detectado una clara tendencia actual del uso de la fibra óptica en los composites como sensores para transmitir información de los composites que la contienen.

- **Optical fiber communications with composite structural monitoring.**

Number of Patent: WO2017196599 A1
Publication date: 16 Nov 2017
Authors: David W. Evans
Abstract:
A method for detecting defects in a composite structure, such as in an aircraft structure, that includes sending an optical signal down an optical fiber embedded in the composite structure and analyzing the optical signal at a detector. If it is determined that the optical signal is turning on and off or an increase in the bit error rate is occurring at the detector, the composite structure may be delaminating or the composite structure may be somehow damaged. If it is determined that the composite structure is damaged, the optical signal can be sent down a different optical fiber that may not be at a location where the composite structure is damaged, and a continuous beam of light can be sent down the optical fiber that is at the damaged part of the composite structure to determine whether the damage is increasing.

- **Manufacturing technology of glass fiber/epoxy resin composite material substrate type fiber bragg grating sensor.**

Number of Patent: CN106633137 A
Publication date: 10 May 2017
Authors: 贾玉玺, 王庆林, 高琳琳, 张晨, 郭云力, 姜明顺, 王海庆, 智杰颖, 赵亚如, 隋青美
Abstract:
The invention discloses a manufacturing technology of a glass fiber/epoxy resin composite material substrate type fiber bragg grating sensor. The manufacturing technology comprises the steps that glass fiber/epoxy resin prepreg is procured to prepare a glass fiber/epoxy resin composite material substrate; a fiber bragg grating is fixed to the glass fiber/epoxy resin composite material substrate; the glass fiber/epoxy resin composite material substrate fixed with the fiber bragg grating is covered with a dry-state glass fiber cloth, vacuum aided filling of liquid epoxy resin is performed, and secondary curing molding is performed. The manufacturing technology adopts the secondary curing molding in the packaging process, the interlayer interface strength is remarkably improved, accordingly the testing precision and stability of the fiber bragg grating sensor are improved, batch production of the fiber bragg grating sensor can be achieved, and the manufacturing technology has wide market prospect and huge economic Benefit.

- **Method for integrating optical fiber into composite structural material used in optical communication applications, involves introducing optical fiber into composite structural material including woven fabric, in automated fashion**

Number of Patent: US2007103928-A1
Publication date: 10 May 2007
Authors: GOOSSEN K, WETZEL E D, CARUSO R P
Abstract:
NOVELTY - The method involves introducing optical fiber into composite structural material including woven fabric, in an automated fashion. The woven fabric is embedded in resin using a vacuum infusion process to obtain a structural composite with integrated optical conduit having optical loss less than 0.8413. The optical fiber is embedded in the woven fabric along both warp and weft directions.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS.

De la misma manera que se han buscado patentes, se ha realizado una búsqueda de artículos científicos publicados a fecha de hoy, con el fin de conocer que se está investigando respecto a esta temática. Tal y como se puede ver la línea de investigación va hacia la inserción de fibra óptica en los composites a modo de sensor detector de esfuerzos.

- **"Early Damage Detection in Composites during Fabrication and Mechanical Testing"**

Publication date: Jun 2017
Authors: Chandarana, Neha; Sanchez, Daniel Martinez; Soutis, Constantinos; Gresil, Matthieu
Abstract:
Fully integrated monitoring systems have shown promise in improving confidence in composite materials while reducing lifecycle costs. A distributed optical fibre sensor is embedded in a fibre reinforced composite laminate, to give three sensing regions at different levels through-the-thickness of the plate. This study follows the resin infusion process during fabrication of the composite, monitoring the development of strain in-situ and in real time, and to gain better understanding of the resin rheology during curing. Piezoelectric wafer active sensors and electrical strain gauges are bonded to the plate after fabrication. This is followed by progressive loading/unloading cycles of mechanical four point bending. The strain values obtained from the optical fibre are in good agreement with strain data collected by surface mounted strain gauges, while the sensing regions clearly indicate the development of compressive, neutral, and tensile strain. Acoustic emission event detection suggests the formation of matrix (resin) cracks, with measured damage event amplitudes in agreement with values reported in published literature on the subject. The Felicity ratio for each subsequent loading cycle is calculated to track the progression of damage in the material. The methodology developed here can be used to follow the full life cycle of a composite structure, from manufacture.

- **"Self-Sensing Composites: In-Situ Detection of Fibre Fracture"**

Publication date: MAY 2016
Authors: Malik, SA (Malik, Shoaib A.), Wang, LW (Wang, Liwei), Curtis, PT (Curtis, Paul T.), Fernando, GF (Fernando, Gerard F.)
Abstract:

The primary load-bearing component in a composite material is the reinforcing fibres. This paper reports on a technique to study the fracture of individual reinforcing fibres or filaments in real-time. Custom-made small-diameter optical fibres with a diameter of 12 (+/- 2) micrometres were used to detect the fracture of individual filaments during tensile loading of unreinforced bundles and composites. The unimpregnated bundles were end-tabbed and tensile tested to failure. A simple technique based on resin-infusion was developed to manufacture composites with a negligible void content. In both cases, optical fibre connectors were attached to the ends of the small-diameter optical fibre bundles to enable light to be coupled into the bundle via one end whilst the opposite end was photographed using a high-speed camera. The feasibility of detecting the fracture of each of the filaments in the bundle and composite was demonstrated. The in-situ damage detection technique was also applied to E-glass bundles and composites; this will be reported in a subsequent publication.

- **"Monitoring Manufacturing of Composites Using Embedded Distributed Optical Fibre Sensors"**

Publication date: 2015
Authors: Sanchez, DM (Sanchez, Daniel Martinez), Gresil, M (Gresil, Matthieu), Soutis, C (Soutis, Constantinos).
Abstract:

After thermal curing a composite plate or component, it is expected to have residual stresses which might affect the fabrication quality and the mechanical performance of the composite. In the present work, a distributed optical fibre sensor (DOFS) was embedded in a carbon fibre panel, measuring the development of residual stresses by monitoring in real-time the manufacturing process, from the resin infusion to the curing cycle, and the changes experienced within. An optical sensor interrogator detects and measures changes in strain and temperature along the DOFS with high precision and accuracy, making it possible to obtain a full strain/temperature profile. Data acquired from the embedded sensor led to track and characterise the strain profile at every stage of the manufacturing process.

TECNOLOGÍA OLED

Un Diodo orgánico de emisión de luz, también conocido como OLED (acrónimo inglés de organic light-emitting diode), es un diodo formado básicamente por dos tipos de capas; una capa de emisión de luz y otra capa de conducción, estando esta última formada por un cátodo y un ánodo.

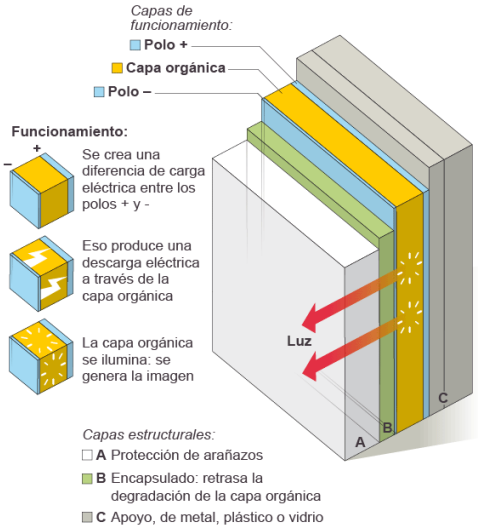


Diagrama estructura dispositivo OLED.

En esencia, estas capas están fabricadas por elementos semiconductores orgánicos. Los tipos de polímeros utilizados en dichas capas son los determinantes de las características del producto final (color de emisión, tiempo de vida y eficiencia energética).

El funcionamiento de la tecnología OLED consiste en aplicar voltaje de manera que el ánodo sea positivo respecto al cátodo, causando el flujo de una corriente de electrones en este sentido. Así el cátodo da electrones a la capa de emisión y el ánodo los sustrae de la capa de conducción, a continuación, tiene lugar una recombinación de los electrones entre las capas y estos pasan de un estado de mayor energía a uno de menor energía. El exceso de energía resultante se emite en forma de radiación dentro del espectro de luz visible.

DISPOSITIVOS OLED.

A continuación, se muestran algunos de los distintos campos de aplicación en la actualidad de dispositivos OLED:

ILUMINACIÓN

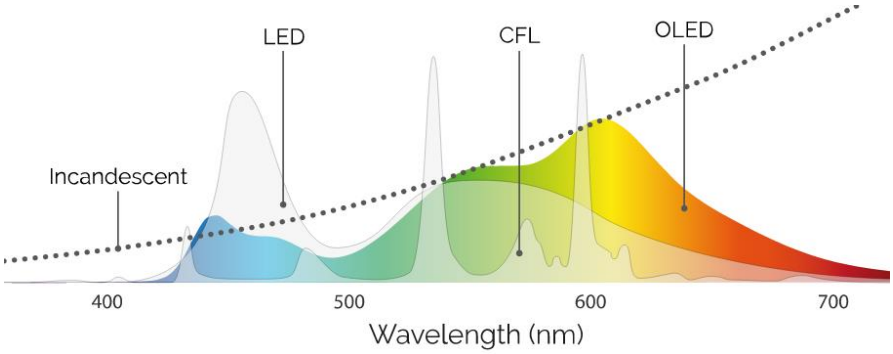
Como la iluminación LED, los OLED son una tecnología eficiente energéticamente hablando, son más duraderos y más sostenibles en comparación a fuentes de luz tradicionales, a continuación, se muestran algunas de las ventajas sobre otros tipos de iluminación:

- La fuente de luz más similar a la luz natural, su distribución de potencia espectral es la más cercana a la luz solar lo que hace que las personas se sientan más cómodas y por lo tanto son ideales para lugares donde la luz natural no está disponible.
- Amables y confortables para las personas, ya que por un lado no deslumbran, evitando dañar los ojos o problemas de visión posteriores y no emiten casi calor, la emisión de calor es muy baja (< 35 ℃) lo que elimina la necesidad de disipadores de calor y además sin emisiones UV
- Flexibles, ultra-finos y ligeros, características que proporcionan gran libertad a los diseñadores para crear formas mucho más creativas.

Si comparamos los LEDs tradicionales con los OLEDs, podemos ver que los primeros son puntos de luz individuales, en cambio, los segundos son paneles planos que emiten luz de manera uniforme, de esta forma se consigue una luz difusa que evita reflejos y deslumbramientos.

Ejemplos de dispositivos lumínicos fabricados con OLEDs.

Además, la luz emitida por los paneles OLED abarca todo el espectro de luz visible y está libre de radiaciones UV e IR.



Espectro emisión de distintos tipos de dispositivos.

TELEVISORES Y PANTALLAS

Desde hace años, las tecnologías utilizadas para la fabricación de televisores y pantallas han ido evolucionando pasando por distintas tecnologías como el LCD, Plasma, LED y OLED. Los monitores LED LCD son en realidad pantallas de cristal líquido (LCD) con retroiluminación LED para la iluminación de los pixeles, en los televisores más baratos y teléfonos con pantalla LED LCD, la iluminación parte de los laterales de la pantalla. La luz de estos LEDs pasa luego a través de una matriz que produce los pixeles rojos y azules y verdes. Así que en las pantallas LED LCD, el control sobre el nivel de brillo a través de la pantalla está limitado y los negros no son perfectos.

Televisores curvos OLED.

Por el contrario, los pixeles OLED producen su propia luz, lo que significa que el brillo de una pantalla OLED puede ser controlado pixel por pixel, mejorando notablemente la calidad de imagen. Actualmente pantallas LED LCD de gama alta consiguen niveles de contrastes tan buenos como los de los OLED, la problemática de estos últimos es que el proceso de producción es mucho más complejo y tiene un coste muy superior a las pantallas LCD, solamente hay tres empresas en el mercado que fabrican televisores OLED con unos precios de venta muy superior a otro tipo de paneles.

A parte del contraste, la tecnología OLED ofrece mejoras como el incremento del ángulo de visión, el tamaño de las pantallas (mucho más finas y ligeras) y la posibilidad de realizar dispositivos curvos gracias a la gran flexibilidad de los paneles OLED.

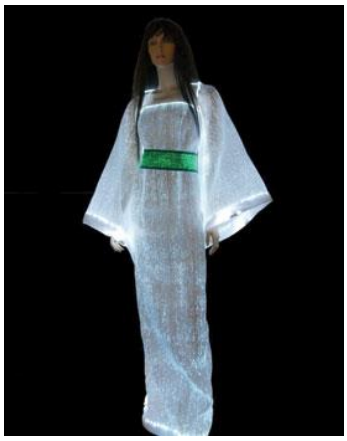
TEXTIL

Los circuitos electrónicos convencionales son compactos y tienen un alto nivel de funcionalidad, están limitados por el tamaño máximo del sustrato, rigidez del sustrato y su fragilidad. Por estas razones se hace muy complejo la integración de dichos componentes electrónicos en ambientes mecánicamente activos tales como ropa. Por otra parte, los textiles inteligentes, como los basados en sistemas OLED, son un nuevo paso en la evolución de la iluminación portátil y representan la unidad para integrar nuevas funcionalidades como la utilización en superficies con tamaños hasta ahora inaccesibles.

Los textiles luminosos son una forma innovadora y flexible de crear atmósferas adecuadas estas pueden adaptarse a cualquier diseño arquitectónico siendo capaces de proporcionar una amplia gama de posibilidades a través del uso del alumbrado. Algunas de las funcionalidades serian la posibilidad de jugar con el color, el movimiento, la textura, modificaciones del tipo de luz y la expresión y modificación de emociones.

La ventaja de los OLED, frente a los LED que se utilizan actualmente en productos textiles, es la emisión de luz homogénea, siendo estéticamente más agradables que los segundos, además los LED han de cubrirse con capas que hagan la función de difusión óptica. Hay

otro tipo de productos como fibras fotoluminiscentes, pero estas tienen una menor intensidad de luz que los OLED.



Vestido con sistema LED integrado.

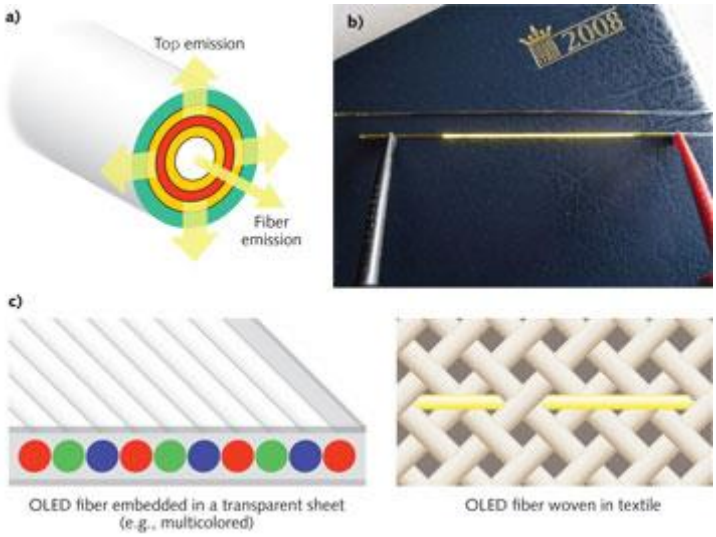
Actualmente, la investigación básica sobre OLED está basada principalmente en la optimización de del rendimiento del dispositivo, el proceso de fabricación, la arquitectura del dispositivo, las opciones de materiales y la encapsulación del mismo, todas estas investigaciones podrían dar como resultado mejoras esenciales para aplicaciones y productos innovadores. La visión de reemplazar los textiles cotidianos como cortinas, muebles y prendas de vestir en tejidos emisores de luz integraría nuevas funcionalidades visuales dentro de objetos cotidianos que nos rodean.

Ejemplos de diseños con implementación de tecnología OLED en ropa.

Según los diseñadores, la tecnología todavía se encuentra lejos de llegar a las necesidades finales del mercado, ya que a la hora de la fabricación de ropa es mucho más interesante una integración más sutil de los elementos luminosos en el tejido.

Los investigadores están trabajando en la posibilidad de desarrollar fibras OLED compatibles con textiles, este tipo de fibras tienen como ventaja la capacidad de emitir luz en toda su superficie y no en una superficie como los paneles OLED habituales. La geometría de la fibra presenta un nuevo desafío además de los problemas comunes en la

fabricación de OLEDs, tales como materiales, electrodos transparentes, correcta encapsulación, etc.



Fibra OLED.

ANÁLISIS DE PATENTES.

En la siguiente tabla se recogen las patentes relacionadas con el presente estudio, ordenadas según la fecha de publicación y clasificadas según aplicación principal del producto/proceso patentado.

1 Tabla 2: Revisión de patentes.

Número de pantente	Encapsulación OLED	Film transparente	Decoración	Fibra óptica
US20160284436A1				
US20050212419A1	X			
DE102012215165A1			X	
CN201911847U				X
US6803245B2	X			
CN103337597B		X		

Conductive Thread for Interactive Textiles

US20160284436A1
Inventor: Shiho Fukuhara Shozo Harada Shin Sawai Ivan Poupyrev
Publication date: 2016-09-29

Abstract
This document describes conductive thread for interactive textiles. The conductive thread of the interactive textile includes a conductive core that includes at least one conductive wire and a cover layer constructed from flexible threads that covers the conductive core.

The conductive core may be formed by twisting one or more flexible threads (e.g., silk threads, polyester threads, or cotton threads) with the conductive wire, or by wrapping flexible threads around the conductive wire. In one or more implementations, the conductive core is formed by braiding the conductive wire with flexible threads (e.g., silk). The cover layer may be formed by wrapping or braiding flexible threads around the conductive core. In one or more implementations, the conductive thread is implemented with a "double-braided" structure in which the conductive core is formed by braiding flexible threads with a conductive wire, and then braiding flexible threads around the braided conductive core.

Silica nano-fiber and polymer composite transparency film and preparation method and application

CN103337597B

Inventor: 刘琨, 冯其明, 张国范, 欧乐明, 卢毅屏

Publication date: 2016-03-02

Abstract

A silicone oxide nano-fiber and polymer composite transparency film and preparation method and application. Comprises a layer of silicon oxide having a porosity of nanofiber layer, the fibrous layer is wrapped in tw A silicone oxide nano-fiber and polymer composite transparency film and preparation method and application. Comprises a layer of silicon oxide having a porosity of nanofiber layer, the fibrous layer is wrapped in two layers into the polymer layers, the polymer to permeate the pores of the fibrous layer. The content of silica nanofiber 20wt% ~ 75wt%, the transparent composite film having a thickness of 70 ~ 150μm. The silica nanofiber added to the water, and adding a polymer binder, homogeneous colloidal solution is formed by mechanical agitation and sonication; the use of microfiltration membranes of colloid solution was filtered to give a white silica membrane after dried nanofiber membrane; the silica nanofiber membrane was immersed in vacuo at a lower temperature thermosetting polymers, were taken out after the formation of the molding, and then cured by heating to obtain a polymer with a silica nanofiber composite transparent film. This compound is also preferably transparent film material applied to a substrate using an organic electroluminescent device.o layers into the polymer layers, the polymer to permeate the pores of the fibrous layer. The content of silica nanofiber 20wt% ~ 75wt%, the transparent composite film having a thickness of 70 ~ 150μm. The silica nanofiber added to the water, and adding a polymer binder, homogeneous colloidal solution is formed by mechanical agitation and sonication; the use of microfiltration membranes of colloid solution was filtered to give a white silica membrane after dried nanofiber membrane; the silica nanofiber membrane was immersed in vacuo at a lower temperature thermosetting polymers, were taken out after the formation of the molding, and then cured by heating to obtain a polymer with a silica nanofiber composite transparent film.This compound is also preferably transparent film material applied to a substrate using an organic electroluminescent device.

Decorative composite for use in decorative elements in vehicles, has light-emitting layer relative to decorative layer is movable

DE102012215165A1
Inventor: Christian Schlemmer
Publication date: 2014-02-27

Abstract
The decorative composite has a partly transilluminable decorative layer (10) and a light-emitting layer (20). The light-emitting layer relative to the decorative layer is movable. The apertures (11) are formed in the decorative layer. The decorative layer is made of leather. A light source (L1-L4) is provided for coupling light into the light-emitting layer. The light source configured to emit light and the light source with respect to the impurities (21) of the light-emitting layer is movable.

Curtain with controllable luminescent pattern on basis of optical fibers

CN201911847U
Inventor: 吕继红, 施楣梧, 沈丽萍, 王竹林, 高惠芳.
Publication date: 2011-08-03

Abstract
The utility model relates to a curtain with a controllable luminescent pattern on the basis of optical fibers. The curtain comprises warp yarns and weft yarns. The warp yarns consist of textile fibers. The weft yarns consist of textile fibers and the optical fibers. The curtain is characterized in that the optical fibers are provided with lateral luminescent points; and/or one ends of the optical fibers are bent towards the normal line direction of the curtain and the other ends of the optical fibers are connected with a light source. By conditions of switching, color changing and the like of the light source, a specific visual effect is generated on the surface of the curtain.

Encapsulating oled devices

US20050212419A1
Inventor: Fridrich Vazan Amalkumar Ghosh George Olin Jeffrey Serbicki Joseph Yokajty Steven Van Slyke
Publication date: 2005-09-29

Abstract
A method of encapsulating a plurality of OLED devices formed on a common substrate includes stacking a number of repeating assemblies of patterned layers over the OLED devices while leaving outermost portions of electrical interconnects of such encapsulated devices accessible for connecting electrical leads thereto.

Procedure for encapsulation of electronic devices

US6803245B2
Inventor Mark Auch Ewald Guenther Chua Soo Jin
Publication date: 2004-10-12

Abstract

An encapsulation procedure for an organic light emitting diode (OLED) device, especially for thin and therefore flexible substrates, is disclosed. The device is sealed hermetically against environmental and mechanical damage. The procedure includes the use of a thin cover lid holder and a substrate holder that are designed to handle thin substrates without damaging them. Thin substrates ensure sufficient mechanical flexibility for the OLED devices, and provides an overall thickness of less than 0.5 mm.

ESTUDIO DEL POTENCIAL DE APLICACIÓN DE LAS SOLUCIONES SMARTCOMP.

En el presente apartado de la memoria se incluye el estudio de aplicabilidad de los composites inteligentes a desarrollar en el marco del proyecto SMARTCOMP. En este sentido, se identificarán posibles aplicaciones técnicas para los mismos, analizando además la normativa o regulación aplicable en cada caso.

Mobiliario urbano: contenedores de basura/reciclaje.

El desarrollo de composites piezoeléctricos podría ser de interés en la fabricación de contenedores de reciclado de vidrio que, aprovechando la vibración ocasionada por la introducción en el mismo de las botellas y demás envases de vidrio, sirvan para generar energía eléctrica. Además, la inserción de elementos luminiscentes en el contenedor podría servir como señalización vial, más allá de su función original.

Normativa aplicable.

Se indica a continuación el conjunto de normativa aplicable a esta tipología de producto.

Norma	**UNE-EN 13071-1:2008**
Título español	**Contenedores fijos de residuos con capacidad hasta 5 000 l, elevados por la parte superior y vaciados por la parte inferior. Parte 1: Requisitos generales.**
Título inglés	Stationary waste containers up to 5 000 l, top lifted and bottom emptied - Part 1: General requirements
Fecha Edición	2008-12-17
ICS	13.030.40 / Instalaciones y equipos para la recogida y tratamiento de los residuos
Comité	AEN/CTN 134 - GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y ASIMILABLES URBANOS, INDUSTRIALES Y ESPECIALES
Equivalencias Internacionales	EN 13071-1:2008 - Idéntico

Debe ser leída junto con	UNE-EN 13071-1:2008/AC:2010
Anulaciones	Anula a: UNE-EN 13071:2002

Norma	**UNE-EN 13071-1:2008/AC:2010**
Título español	**Contenedores fijos de residuos con capacidad hasta 5 000 l, elevados por la parte superior y vaciados por la parte inferior. Parte 1: Requisitos generales.**
Título inglés	Stationary waste containers up to 5 000 l, top lifted and bottom emptied - Part 1: General requirements
Título francés	Conteneurs fixes à déchets de capacité inférieure ou égale à 5 000 l, levés par le haut et vidés par le bas - Partie 1: Exigences générales
Fecha Edición	2010-06-02
ICS	13.030.40 / Instalaciones y equipos para la recogida y tratamiento de los residuos
Comité	AEN/CTN 134 - GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y ASIMILABLES URBANOS, INDUSTRIALES Y ESPECIALES
Equivalencias Internacionales	EN 13071-1:2008/AC:2010 - Idéntico
Debe ser leída junto con	UNE-EN 13071-1:2008

Norma	**UNE-EN 13071-2:2008+A1:2013**
Título español	**Contenedores fijos de residuos con capacidad hasta 5 000 l, elevados por la parte superior y vaciados por la parte inferior. Parte 2: Requisitos adicionales para sistemas enterrados y parcialmente enterrados.**
Título inglés	Stationary waste containers up to 5 000 l, top lifted and bottom emptied - Part 2: Additional requirements for underground or partly underground systems

Título francés	Conteneurs fixes à déchets de capacité inférieure ou égale à 5 000 l, levés par le haut et vidés par le bas - Partie 2: Exigences complémentaires relatives aux systèmes enterrés ou semi-enterrés
Fecha Edición	2013-12-26
ICS	13.030.40 / Instalaciones y equipos para la recogida y tratamiento de los residuos
Comité	AEN/CTN 134 - GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y ASIMILABLES URBANOS, INDUSTRIALES Y ESPECIALES
Equivalencias Internacionales	EN 13071-2:2008+A1:2013 - Idéntico
Anulaciones	Anula a: UNE-EN 13071-2:2008
	Anula a: UNE-EN 13071-2:2008/AC:2010

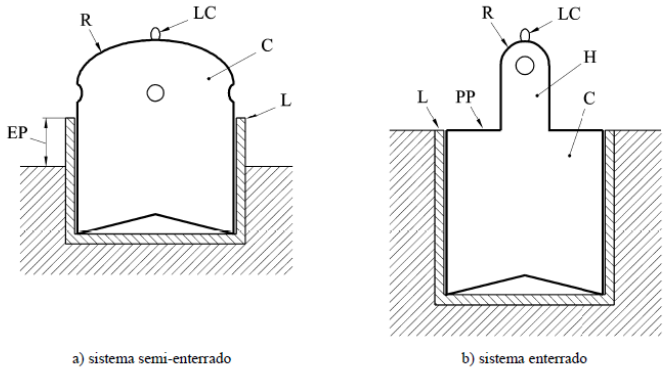
Norma	**UNE-EN 840-5:2013**
Título español	**Contenedores móviles para residuos y reciclaje. Parte 5: Especificaciones y métodos de ensayo.**
Título inglés	Mobile waste and recycling containers - Part 5: Performance requirements and test methods
Título francés	Conteneurs roulants à ordures ménagères et recyclables - Partie 5 : Exigences de performance et méthodes d'essais
Fecha Edición	2013-09-11
ICS	13.030.40 / Instalaciones y equipos para la recogida y tratamiento de los residuos
Comité	AEN/CTN 134 - GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y ASIMILABLES URBANOS, INDUSTRIALES Y ESPECIALES
Equivalencias Internacionales	EN 840-5:2012 - Idéntico
Anulaciones	Anula a: UNE-EN 840-5:2004

Norma	**UNE-EN 840-6:2013**
Título español	**Contenedores móviles para residuos y reciclaje. Parte 6: Requisitos de seguridad y salud.**
Título inglés	Mobile waste and recycling containers - Part 6: Safety and health requirements
Título francés	Conteneurs roulants à ordures ménagères et recyclables - Partie 6 : Exigences d'hygiène et de sécurité
Fecha Edición	2013-09-11
ICS	13.030.40 / Instalaciones y equipos para la recogida y tratamiento de los residuos
Comité	AEN/CTN 134 - GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y ASIMILABLES URBANOS, INDUSTRIALES Y ESPECIALES
Equivalencias Internacionales	EN 840-6:2012 - Idéntico
Anulaciones	Anula a: UNE-EN 840-6:2004+A1:2008

Conclusiones del análisis de la normativa/regulación de aplicación.

Se analizan cada una de las normas y se señalan brevemente los tipos de contenedores a que se refieren así como las propiedades exigibles al material a tener en cuenta junto con la metodología a aplicar en la obtención de los parámetros requeridos.

La norma enunciada anteriormente UNE-EN 13071-1 especifica los requisitos generales para los contenedores fijos de residuos con capacidad hasta 5000 litros elevados por la parte superior y vaciados por la parte inferior. La ilustración siguiente muestra este tipo de contenedores y también se especifican los ensayos a aplicar:



a) sistema semi-enterrado b) sistema enterrado

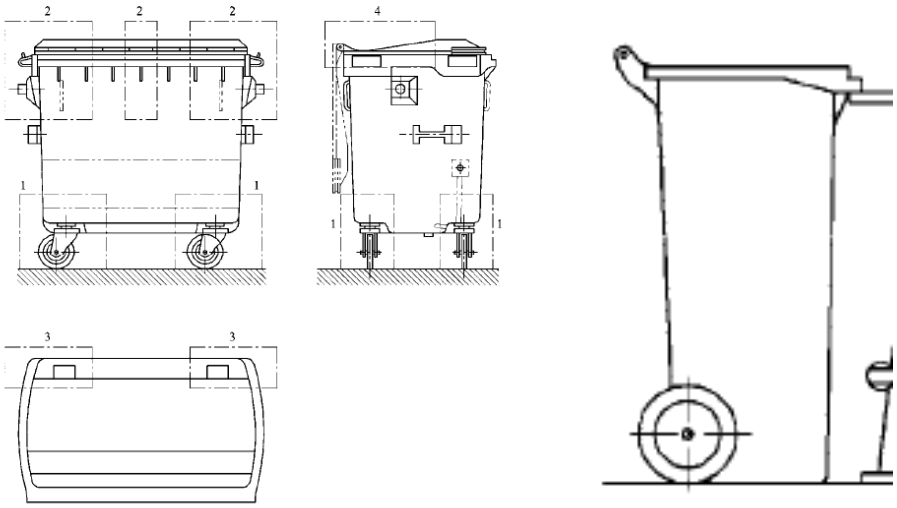
TEST DE ENSAYOS	
-Medición del nivel sonoro emitido por el vidrio cayendo en el interior de los contenedores -Corrosión -Exposición a la intemperie	
Métodos de ensayo en contenedores vacíos	**Métodos de ensayo en contenedores con carga**
-Estabilidad -Resistencia a impactos interiores -Ensayo de caída libre -Resistencia del techo	-Resistencia a impactos exteriores -Sistema de cierre en dispositivo de vaciado -Resistencia mecánica de los componentes de elevación

Destacar que esta parte de la norma (-1) se actualiza muestra una pequeña corrección, erratum de la versión oficial, a tener en cuenta en el documento UNE-EN 13071-1:2008/AC del 2010.

En la parte 2 de la misma norma, UNE-EN 13071-2:2008+A1: Contenedores fijos de residuos con capacidad hasta 5 000 l, elevados por la parte superior y vaciados por la parte inferior, cita unos requisitos adicionales, mencionados a continuación, a aplicar en contendores con sistemas enterrados y parcialmente enterrados. Esta parte de la norma es aplicable siempre junto a la parte 1, es decir, se han de cumplir los ensayos según parte 1 de esta misma norma además de: los siguientes ensayos específicos:

- Resistencia de la barrera de seguridad, del firme de seguridad, y de la barrera de seguridad
- Resistencia de la plataforma peatonal y de los impactos exteriores de la parte saliente
- Corrosión
- Exposición a la intemperie (únicamente para termoplásticos)

También encontramos en vigor la norma UNE-EN 840 con varias de sus partes, centrándose en las especificaciones y los requisitos de seguridad y salud de los contenedores móviles para residuos y reciclaje. Parte 5: Especificaciones y métodos de ensayo.



En esta norma podemos encontrar los siguientes parámetros a determinar:

- Ensayos de impacto por caída de bola
- Impacto sobre plano inclinado
- Descenso de bordillo. Caídas
- Estabilidad (perpendicular, longitudinal y diagonal)
- Tracción y rodadura (ensayos de tracción, de ruedas y de frenos)
- Ensayo de elevación y basculamiento (en vacío y cargado)
- Ensayos de determinación de fisuras por tensiones internas (únicamente para los termoplásticos)
- Ensayo de empuñaduras
- Ensayo de corrosión
- Acción de los agentes atmosféricos (únicamente para los termoplásticos)

Análisis de la normativa en cuanto a requisitos generales del nivel sonoro.

En el punto 6.4 de la norma ***UNE-EN 13071-1:2008: Contenedores fijos de residuos con capacidad hasta 5 000 l, elevados por la parte superior y vaciados por la parte inferior. Parte 1: Requisitos generales,*** especifica los métodos de ensayo a seguir para determinar la medición del nivel sonoro emitido por el vidrio cayendo en el interior de los contenedores. Parámetro fundamental de cumplimiento obligatorios en la certificación de los contenedores de vidrio.

Los ensayos se basan en la Directiva Europea 2000/14, Anexo III, artículo 22:

Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre.

- Órgano PARLAMENTO Y CONSEJO DE LA UNION EUROPEA
- Publicado en DOUEL núm. 162 de 03 de Julio de 2000
- Vigencia desde 04 de Julio de 2000. Esta revisión vigente desde 20 de abril de 2009

En el ANEXO I. de esta directiva, titulado como "***Definición de máquinas*** "en el apartado 22 describe a los contenedores de reciclado de vidrio como***: Contenedor -del material que sea- utilizado para la recogida de botellas. Lleva por lo menos una abertura para introducir las botellas y otra para vaciar el contenedor.***

-ANEXO III-

METODO DE MEDICION DEL RUIDO AEREO EMITIDO POR LAS MAQUINAS DE USO AL AIRE LIBRE

Ámbito de aplicación

El presente anexo describe los métodos de medición del ruido aéreo que deben utilizarse para determinar los niveles de potencia acústica de las máquinas reguladas por la presente Directiva con vistas a los procedimientos de evaluación de la conformidad de la presente Directiva.

La parte A del presente anexo establece, con respecto a cada tipo de máquinas a que se refiere el apartado 1 del artículo 2,

- las normas básicas de emisión sonora,

- complementos generales de esas normas básicas de emisión sonora, para la medición de los niveles de presión acústica sobre una superficie de medición que envuelve a la fuente y para el cálculo del nivel de potencia acústica emitido por esa fuente.

La parte B del presente anexo establece, con respecto a cada tipo de máquinas a que se refiere el apartado 1 del artículo 2, una norma básica de emisión sonora recomendada, que incluye:

- una referencia a la norma básica de emisión sonora elegida en la parte A,

- la superficie de ensayo,

- el valor de la constante K2A,

- el número y posición de los micrófonos que van a utilizarse;

- las condiciones de funcionamiento, incluido lo siguiente:

- la referencia a una norma, si la hay,

- los requisitos de montaje de la máquina,

- un método de cálculo de los niveles de potencia acústica resultantes en caso de que fueran a utilizarse varios ensayos en condiciones de funcionamiento distintas;

- información adicional.

Cuando se prueben tipos específicos de máquinas, el fabricante o su representante autorizado establecido en la Comunidad podrán, en general, elegir una de las normas básicas de emisión sonora de la parte A y aplicar las condiciones de funcionamiento de la parte B a ese tipo específico de máquina. En caso de controversia, sin embargo, debe utilizarse la norma básica de emisión sonora recomendada establecida en la parte B en las condiciones de funcionamiento de la parte B.

PARTE A: NORMA BASICA DE EMISION SONORA

Para determinar el nivel de potencia acústica de las máquinas utilizadas al aire libre con arreglo a la definición del apartado 1 M artículo 2 pueden utilizarse, en general, las normas básicas de emisión sonora

EN ISO 3744:1995

EN ISO 3746:1995

con los añadidos generales siguientes:

- **1.** *Incertidumbre de las medidas* En el marco de los procedimientos de evaluación de la conformidad durante la fase de diseño no se tendrán en cuenta las incertidumbres de las medidas,

- **2.** *Funcionamiento de la fuente durante el ensayo*. Apartado 2.4 específico para contenedores de vidrio:

    - 2.4. Ensayo de máquinas manuales. Con respecto a cada tipo de máquina manual deben fijarse unas condiciones de funcionamiento corrientes que produzcan, en principio, efectos y tensiones similares a los obtenidos en condiciones de funcionamiento reales.

- **3.** *Cálculo del nivel de presión acústica superficial* El nivel de presión acústica superficial deberá calcularse por lo menos en tres ocasiones. Si al menos dos de los valores determinados no difieren en más de 1 dB, no será preciso realizar más mediciones; de otro modo, deberán seguir realizándose mediciones hasta que se

obtengan dos valores que no difieran en más de 1 dB. El nivel, ponderado por el factor A, de presión superficial que va a utilizarse para calcular el nivel de potencia acústica es la media aritmética de los dos valores más altos que no difieren en más de 1 dB.

- **4. *Información que debe presentarse*: El nivel de potencia acústica,** ponderado por el factor A, de la fuente sometida a ensayo deberá expresarse redondeado el número entero más próximo (si es menor que 0,5 se dará el número inferior y si es mayor que 0,5 se utilizará el número superior).

El informe debe incluir los datos técnicos necesarios para identificar la fuente sometida a ensayo, así como el código de ensayo del ruido y los datos acústicos.

- **5. *Posiciones de micrófono adicionales*** *en la superficie de medición semiesférica (EN ISO 3744:1995)* Además de lo establecido en los puntos 7.2.1 y 7.2.2 de la norma EN ISO 3744:1995, puede utilizarse una serie de doce micrófonos en la superficie semiesférica de medición. La colocación de doce micrófonos distribuidos en la superficie de una semiesfera de radio r figura en el cuadro que se ofrece a continuación en forma de coordenadas cartesianas. El radio r de la semiesfera será igual o mayor que el doble de la mayor dimensión del paralelepípedo de referencia. El paralelepípedo de referencia se define como el menor paralelepípedo posible en que puedan encerrarse las máquinas (sin accesorios) y que termine en el plano reflectante. El radio de la semiesfera se redondeará por exceso al valor superior más próximo de los siguientes: 4, 10, 16 m.

El número de micrófonos (doce) podrá reducirse a seis, pero deberán utilizarse en cualquier caso las posiciones de micrófono 2, 4, 6, 8, 10 y 12 según los requisitos del punto 7.4.2 de la norma EN ISO 3744:1995.

Por lo general, se deberá utilizar una disposición con seis posiciones de micrófono en la superficie semiesférica de medición. En caso de que en un código de ensayo del ruido de la presente Directiva figuren otras especificaciones para una máquina concreta, se aplicarán dichas especificaciones.

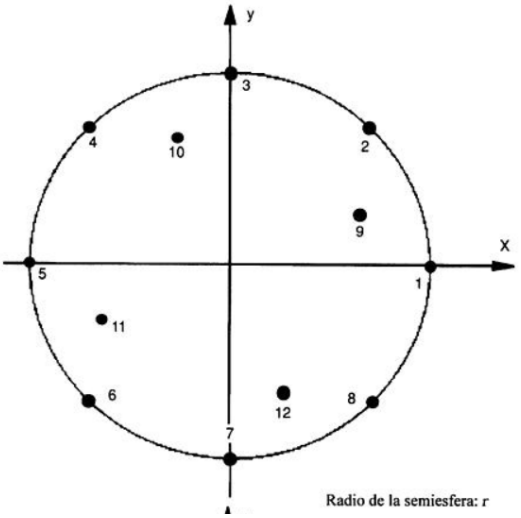
Coordenadas de las doce posiciones de micrófono

Número de micrófono	x/r	y/r	z
1	1	0	1,5 m
2	0,7	0,7	1,5 m
3	0	1	1,5 m
4	-0,7	0,7	1,5 m
5	- 1	0	1,5 m
6	-0,7	-0,7	1,5 m

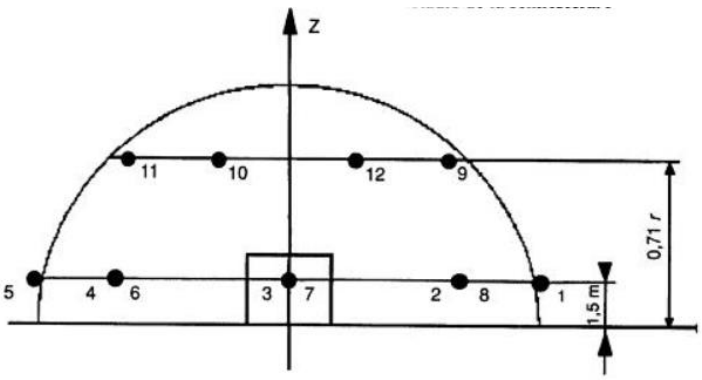
7	0	- 1	1,5 m
8	0,7	-0,7	1,5 m
9	0,65	0,27	0,71 r
10	- 0,27	0,65	0,71 r
11	- 0,65	- 0,27	0,71 r
12	0,27	- 0,65	0,71 r

- **6. *Corrección de entorno K2A*** Se efectuará la medición con la máquina colocada sobre una superficie reflectante de hormigón o asfalto no poroso y a continuación se fijará la corrección de entorno K2A en K2A = 0. En caso de que en un código de ensayo del ruido de la presente Directiva figuren otras especificaciones para una máquina concreta, se aplicarán dichas especificaciones.

En la figura se presenta la disposición adicional de micrófonos en la semiesfera (doce posiciones de micrófono)



Radio de la semiesfera: *r*



PARTE B: CÓDIGOS DE ENSAYO DEL RUIDO EMITIDO POR MÁQUINAS ESPECÍFICAS: Artículos:

0. Máquinas sin carga

1. *Plataformas elevadoras con motor de combustión*

2. *Desbrozadoras*

3. *Montacargas para el transporte de materiales de construcción*

4. *Sierras de cinta para obras*

5. *Sierras circulares de mesa para obras*

6. *Sierras de cadena portátiles*

7. *Vehículos baldeadores y aspiradores de alta presión*

8. *Maquinas compactadoras*

9. *Motocompesores*

10. *Trituradores de hormigón y martillos picadores de mano*

11. *Hormigoneras*

12. *Tornos de construcción*

13. *Máquinas de distribución, transporte y rociado de hormigón y mortero*

14. *Cintas transportadoras*

15. *Equipos de refrigeración en vehículos*

16. *Topadoras*

17. *Equipos de perforación*

18. *Motovolquetes*

19. *Equipos de carga y descarga de cisternas 0 silos en camiones*

20. *Palas*

21. *Palas cargadoras*

22. ***Contenedores de reciclado de vidrio***

23. *Niveladoras*

24. *Máquinas para el acabado de la hierba/recortadoras de hierba*

25. *Recortadoras de setos*

26. *Baldeadoras de alta presión*

27. *Máquinas de chorro de agua de alta presión*

28. *Martillos hidráulicos*

29. *Generadores de energía hidráulica*

30. *Cortadoras de juntas*

31. *Compactadoras de basuras*

32. *Cortadoras de césped*

33. *Máquinas para el acabado del césped/recortadoras de césped*

34. *Sopladores de hojas*

35. *Aspiradores de hojas*

36. *Carretillas elevadoras*

37. *Cargadoras*

38. *Grúas móviles*

39. *Contenedores de basura móviles*

40. *Motoazadas*

41. *Pavimentadoras asfálticas*

42. *Equipo de manejo de pilotes*

43. *Colocadores de tuberías*

44. *Tractores oruga para nieve*

45. *Grupos electrógenos*

46. *Barredoras mecánicas*

47. *Vehículos recogebasuras*

48. *Flexadoras para carretera*

49. *Escarificadores*

50. *Trituradoras/astilladoras*

51. *Máquinas quitanieves con herramientas giratorias*

52. *Vehículos aspiradores*

53. *Grúas de torre*

54. *Zanjadoras*

55. *Camiones hormigonera*

56. *Bombas de agua*

57. *Grupos electrógenos de soldadura*

PARTE B- ARTÍCULO 22. CONTENEDORES DE RECICLADO DE VIDRIO:

Norma básica de emisión sonora: EN ISO 3744:1995.

A los efectos de este código de ensayo del ruido, se utilizará el nivel de potencia acústica individual Lpls tal como se define en el punto 3.2.2 de la norma EN ISO 3744:1995 al medir el nivel de presión acústica en las posiciones de micrófono.

Corrección de entorno K2A:

- ✓ Medición al aire libre: K2A = 0

- ✓ Medición en el interior: El valor de la constante K2A, determinado con arreglo al anexo A de la norma EN ISO 3744:1995, se situará en un valor ~ 2,0 dB, en cuyo caso K2A no se tomará en consideración.

Condiciones de funcionamiento durante el ensayo

La medición del ruido se llevará a cabo durante un ciclo completo, iniciándose con el contenedor vacío y concluyéndose cuando en el contenedor se hayan echado 120 botellas.

Las botellas de vidrio se definen de la manera siguiente:

- capacidad: 75 cl,

- masa: 370 ± 30 g.

El encargado de realizar el ensayo sujetará la botella por el cuello con su parte inferior dirigida hacia la abertura M contenedor, por donde la introducirá suavemente hacia el centro del mismo evitando, si es posible, que golpee las paredes. Sólo se utilizará una abertura para echar las botellas: la más cercana a la posición de micrófono 12.

Período de observación/determinación del nivel de potencia acústica resultante en caso de aplicación de más de una condición de funcionamiento

El nivel de potencia acústica individual ponderado A preferentemente se mide simultáneamente en las seis posiciones de micrófono para cada botella que se echa en el contenedor.

El nivel de potencia acústica individual ponderado A medio relativo a la superficie de medición se calcula de conformidad con el punto 8.1 de la norma EN ISO 3744:1995.

El nivel de potencia acústica individual ponderado A medio relativo a las 120 botellas introducidas en el contenedor se calcula como la media logaritmica de los niveles de potencia acústica individual medios relativos a la superficie de medición.

NORMA UNE-EN ISO 3744.

Norma	**UNE-EN ISO 3744:2011**
Título español	**Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica y de los niveles de energía acústica de fuentes de ruido**

	utilizando presión acústica. Métodos de ingeniería para un campo esencialmente libre sobre un plano reflectante. (ISO 3744:2010)
Título inglés	Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane (ISO 3744:2010)
Título francés	Acoustique - Détermination des niveaux de puissance et d'énergie acoustiques émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthodes d'expertise pour des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant (ISO 3744:2010)
Fecha Edición	2011-07-27
ICS	17.140.01 / Medición acústica y atenuación del ruido en general
Comité	AEN/CTN 74 - ACÚSTICA
Equivalencias Internacionales	EN ISO 3744:2010 - Idéntico ISO 3744:2010 - Idéntico
Anulaciones	Anula a: UNE 74102:1990
	Anula a: UNE-EN ISO 3744:2010

CONCLUSIONES.

Fruto de las tareas llevadas a cabo en la fase 1 del proyecto SMARTCOMP, *Estudio del estado del arte*, se ha adquirido conocimiento para aplicar las tecnologías de desarrollo de materiales compuestos para la obtención de dispositivos calefactables, lumínicos, con propiedades de piezoelectricidad y apantallamiento electromagnético. A partir de este conocimiento, se plantean las matrices de pruebas experimentales en las 4 líneas de trabajo.

6.TRANSFERENCIA A EMPRESAS

Por lo que respecta al ejercicio de transferencia tecnológica del proyecto SMARTCOMP, se ha logrado la cooperación diversas empresas de la Comunitat Valenciana en esta iniciativa, tal y como se ha descrito en la memoria de justificación. Durante la primera anualidad se han mantenido diversas reuniones y teleconferencias para la supervisión de los avances del proyecto por parte de las empresas. Debido a que se trata de una primera anualidad, estos trabajos no han terminado en su totalidad sino que se tiene previsto continuar con la labor descrita ampliando el número de empresas interesadas en el proyecto:

Las entidades empresariales que han participado han sido las que se mencionan a continuación:

- FRANCISCO JOVER

- INGENIERIA DE COMPUESTOS (INCOM)

- RIELEC

El interés de estas empresas por el proyecto SMARTCOMP se ha establecido formalmente al inicio del proyecto a través de acuerdos de cooperación, que recopila el alcance de la colaboración entre la empresa y el instituto tecnológico.

La transferencia de conocimiento y tecnología queda manifestada a través de actas de reunión entre ambas partes.

A continuación, se adjunta una tabla con las acciones realizadas del Plan de Transferencia llevado a cabo:

Acción de transferencia y promoción de resultados	Fecha realización	Resultados obtenidos	Empresas de la Comunitat Valenciana beneficiarias de la acción
Reunión inicial	03/05/2017	Presentación a la empresa del proyecto para conocer sus intereses sobre el mismo y las actividades en las que quiere participar.	FRANCISCO JOVER
Reunión de seguimiento	08/11/2017	Valorar los prototipos desarrollados en el proyecto SMARTCOMP en la línea de tejidos apantallantes, debido al interés mostrado por la empresa en el proceso de laminación.	FRANCISCO JOVER
Reunión inicial-seguimiento	14/11/2017	Se presenta el material de difusión realizado para el proyecto y los trabajos realizados en las cuatro líneas de desarrollo. INCOM muestra especial interés en la línea de apantallamiento.	INCOM
Reunión inicial-seguimiento	18/09/17	Se presentan los objetivos del proyecto y se acuerda centrar el ejercicio de transferencia en la línea de apantallamiento EM. Por ser materiales potencialmente de aplicación en túneles RFID.	RIELEC
Convocatoria abierta en medios digitales	Mayo	Solicitudes de colaboración que han conducido a la celebración de reuniones con las empresas	Por la tipología del canal Internet no existen límites en este sentido. Dado que la noticia se ha publicado en lugar destacado de la web de AITEX, potencialmente ha alcanzado a las 716 empresas clientes de AITEX en la C. Valenciana y 323 empresas asociadas a AITEX en la C. Valenciana.

CONFIDENCIAL

Talleres de transferencia	No se han celebrado	-	-
Preparación de informes técnico económicos de aquellas empresas que han estado interesadas en los avances y resultados alcanzados durante el proyecto	Febrero – marzo	Informes técnico-económicos	Las empresas con las que se ha firmado carta/acuerdo de colaboración.
Estudios de viabilidad	No se han realizado	-	-