



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE DEFENSA



cimtan
miod

INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Actualización del informe "Nanotubos de Carbono: Aplicaciones"



Realizado por:

María Jesús Rivas Martínez
Vigilancia tecnológica, CIMTAN, INTA
@ - rivasmmj@inta.es – Telf. 915201151

Marzo de 2009

Índice

1. Objetivo	4
2. Nuevas aplicaciones de los nanotubos de carbono	4
2.1. Dispositivos de microondas (antes “Amplificadores de Microondas”)	6
2.2. Triodos (antes “Nanotriodos”)	6
2.3. Antenas de microondas	6
2.4. Dispositivos de Teraherzios	7
2.5. Electrónica transparente	8
2.6. Electrónica flexible	8
2.7. Interferometría electrónica	9
2.8. Nanotubos de ensayo	9
2.9. Materiales: Nuevas aplicaciones	9
2.10. Nuevos materiales	10
2.11. Plantillas	10
2.12. Dispositivos de recolección de energía	10
2.13. NOMS	11
2.14. Otros elementos mecánicos	11
2.15. Gestión térmica	11
2.15.1. Disipadores térmicos	11
2.15.2. Barreras térmicas	12
2.15.3. Materiales termoestructurales	12
2.15.4. Anticongelantes	12
2.16. Nanorobótica	12
3. Análisis de información	13
3.1. Análisis de referencias científicas	13
3.1.1. Distribución temática	14
3.1.2. Agentes involucrados en las nuevas aplicaciones	18
3.2. Análisis de proyectos	23
3.2.1. Distribución temática	23
3.2.2. Agentes involucrados en las nuevas aplicaciones	28
3.3. Análisis de patentes	35
3.3.1. Distribución temática	35
3.3.2. Agentes involucrados en las nuevas aplicaciones	38
4. Resumen y conclusiones	41

1. OBJETIVO

El objetivo del presente informe de actualización es detectar las aplicaciones de los nanotubos de carbono que figuran en la bibliografía científica (artículos, proyectos y patentes) publicada entre el 1 de julio de 2007 y el 31 de mayo de 2008. Es una continuación del informe de Vigilancia Tecnológica (VT) titulado "Nanotubos de Carbono: Aplicaciones" publicado en 2007 que analizaba la bibliografía publicada sobre el tema hasta el 30 de junio de 2007.

En el apartado 2 se desarrollan las aplicaciones nuevas que han surgido durante el período temporal al que hace referencia este informe, con una breve descripción de cada una de ellas, y en el apartado 3 se analizan los resultados encontrados.

2. NUEVAS APLICACIONES DE LOS NANOTUBOS DE CARBONO

En este apartado se muestra, en primer lugar, un extracto del índice del informe de VT titulado "Nanotubos de carbono: Aplicaciones", correspondiente al listado de aplicaciones. En él se han añadido con formato de hipervínculo nuevos apartados correspondientes a nuevas aplicaciones detectadas durante la elaboración del presente informe de actualización. Cada nueva aplicación será desarrollada en los apartados 2.1 a 2.16, a los que se puede acceder directamente mediante los hipervínculos mencionados.

En el caso de los apartados 4.2.6 (Dispositivos de microondas) y 4.2.9 (Triodos) sólo se ha cambiado el nombre, no son apartados nuevos. El motivo del cambio se explica en las secciones correspondientes de este informe.

4. Electrónica

4.1. Nanocircuitos

4.1.1. *Interconectores (nanocables)*

4.1.2. *Diodos*

4.1.3. *Transistores*

4.1.4. *Interruptores*

4.2. Emisión de campo

4.2.1. *Pantallas planas*

4.2.2. *Lámparas y tubos luminiscentes*

4.2.3. *Tubos de rayos catódicos*

4.2.4. *Litografía por haz de electrones*

4.2.5. *Fuentes de rayos X*

4.2.6. [Dispositivos de microondas](#)

4.2.7. *Tubos de descarga de gas en redes de telecomunicaciones*

4.2.8. *Microscopios electrónicos de barrido*

4.2.9. [Triodos](#)

4.2.10. *Betatrones*

4.3. Filtros RF

4.4. Memorias

4.5. Optoelectrónica

4.6. Grabado (etching)

4.7. Espintrónica

4.8. Antenas de microondas

4.9. Dispositivos de Teraherzios

4.10. Electrónica transparente

4.11. Electrónica flexible

4.12. Interferometría electrónica

5. Sensores

5.1. Sensores químicos y biológicos

5.2. Sensores mecánicos

5.3. Sensores térmicos

5.4. Sensores electromagnéticos

5.5. Sensores de emisión de campo

6. Instrumentación científica

6.1. Microscopios de sonda de barrido (SPM)

6.2. Contadores Coulter

6.3. Nanotubos de ensayo

7. Fotónica

8. Materiales

8.1. Nuevas aplicaciones

8.2. Nuevos materiales

9. Biotecnología y Química

9.1. Adsorción y absorción

9.2. Catálisis

9.3. Electrosíntesis

9.4. Medicina

9.5. Plantillas

10. Energía

10.1. Almacenamiento

10.1.1. Hidrógeno y otros gases

10.1.2. Supercondensadores

10.2. Conversión

10.2.1. Pilas de combustible

10.2.2. Baterías de ión Litio

10.2.3. Células solares

10.2.4. Dispositivos de recolección de energía

11. Mecánica

11.1. Actuadores

11.2. Amortiguadores

11.3. Dispositivos para fluidos

11.4. Tribología

11.5. NEMS

11.6. MEMS

11.7. NOMS

11.8. Otros elementos mecánicos

12. Gestión térmica

12.1. Disipadores térmicos

12.2. Barreras térmicas

12.3. Materiales termoestructurales

12.4. Anticongelantes

13. Nanorobótica

Se desarrollan a continuación las nuevas aplicaciones detectadas.

2.1. Dispositivos de microondas (antes “Amplificadores de Microondas”)

En el informe de VT titulado “Nanotubos de carbono: Aplicaciones” se consideró en el apartado 4.2.6 la utilización de los nanotubos de carbono como amplificadores de microondas.

En este informe de actualización simplemente se ha cambiado el nombre del apartado ya que en la información analizada se hace referencia a “dispositivos de microondas” en general como posible aplicación de los nanotubos de carbono, debido, entre otras cosas, a que los amplificadores descritos en el informe de VT mencionado pueden formar parte de multitud de dispositivos, como por ejemplo generadores de microondas.

2.2. Triodos (antes “Nanotriodos”)

En el informe de VT titulado “Nanotubos de carbono: Aplicaciones” se consideró en el apartado 4.2.9 la utilización de los nanotubos de carbono como nanotriodos (triodos de dimensiones nanométricas), si bien en la descripción posterior se menciona también el uso de los nanotubos en triodos de dimensiones no nanométricas y, por tanto, distintos de los nanotriodos.

En este informe de actualización se ha optado por cambiar el nombre del apartado, ya que la palabra “triodos” hace referencia a todo tipo de triodo, sean cuales sean sus dimensiones.

2.3. Antenas de microondas

Los nanotubos de carbono metálicos pueden ser utilizados como antenas de microondas. En el artículo [*Review Of Two Microwave Applications Of Carbon Nanotubes: Nano-Antennas And Nano-Switches*](#) se expone esta posibilidad en las bandas E y W y se comparan sus prestaciones con las de otras antenas alámbricas

macroscópicas, se analizan las ventajas que ofrecen los nanotubos de carbono y se citan las dificultades tecnológicas que habría que superar para su desarrollo.

2.4. Dispositivos de Teraherzios

Los dispositivos de THz trabajan típicamente en rangos de frecuencias comprendidas entre 0,1 y 10 THz. Estas frecuencias se sitúan en el espectro electromagnético entre las correspondientes al infrarrojo cercano y las microondas. Multitud de dispositivos trabajan a frecuencias infrarrojas y microondas, pero hay muy pocos dispositivos que pueden trabajar en el ámbito de los THz, por lo que este es, sin duda, un importante campo de aplicación en el que poder utilizar los nanotubos de carbono.

Los nanotubos de carbono pueden formar parte de generadores, detectores y amplificadores de señales de THz.

Como **generadores**, en el artículo [Carbon Nanotubes As A Basis For Novel Terahertz Devices](#) se describe cómo nanotubos de carbono cuasi-metálicos, es decir, nanotubos semiconductores que tienen un gap pequeño, que contienen "electrones calientes" (con gran energía cinética debida a la aceleración producida por fuertes campos eléctricos) son emisores de ondas con frecuencias en el rango de los THz.

El mismo artículo menciona también que nanotubos de carbono armchair situados en campos magnéticos fuertes pueden ser utilizados como **detectores** de señales con frecuencias de THz.

Otra posibilidad para utilizar los nanotubos de carbono en detectores de señales de THz es la descrita en el proyecto [Terahertz Transport And Ultrafast Detection In Metallic Single Wall Carbon Nanotubes](#). En esta ocasión se conecta un nanotubo de carbono metálico corto con un diámetro comprendido entre 0,6 y 1,5 nm a una antena de THz fotograbada en un sustrato de silicio. En este caso el nanotubo será un transmisor de la señal y, debido a sus únicas propiedades conductoras, proporcionará al detector una gran velocidad, superior a otros detectores existentes en el mercado. De esta forma se podrían conseguir, además, detectores pequeños que trabajan a elevadas temperaturas.

Por último, los nanotubos de carbono pueden utilizarse como emisores de campo en **amplificadores** del tipo "Traveling-Wave Tube (TWT)" que trabajan a frecuencias de THz. El funcionamiento de este tipo de amplificadores es similar al descrito en el apartado "4.2.6 Amplificadores de microondas" del informe de VT "Nanotubos de carbono: Aplicaciones". Los nanotubos de carbono emiten electrones por emisión de campo; la velocidad de los electrones es modulada, o bien en el proceso de emisión, o bien en su camino hacia el colector, mediante una señal THz (la que se quiere amplificar). La ventaja de usar nanotubos de carbono como emisores es que se consiguen dispositivos de menor tamaño que proporcionan potencias superiores a los dispositivos existentes actualmente. En el proyecto [Optically Driven Terahertz Amplifiers](#) utilizan generadores ópticos de THz como fuente original de la señal que se va a amplificar.

La principal aplicación de las tecnologías de THz es la formación de imágenes, detectando la radiación emitida por los objetos que se quieren observar o la radiación reflejada que se ha hecho incidir previamente sobre ellos, teniendo un gran potencial en el ámbito de la teledetección, la imagen médica o la seguridad. También tienen aplicación en espectroscopía y comunicaciones.

2.5. Electrónica transparente

Ciertos dispositivos, entre los que pueden citarse LCDs, Flat Panel Displays, Field Emission Displays, células solares y pantallas táctiles, necesitan recubrimientos **transparentes** que **conduzcan la electricidad** pero que dejan pasar la luz.

Una forma de conseguir este tipo de recubrimientos es mediante el uso de nanotubos de carbono. Para lograrlo sólo hay que situar los nanotubos de la forma adecuada en sustratos transparentes, siendo los nanotubos los que aporten conductividad al material resultante. Existen diversos métodos para conseguirlo. Se pueden citar, entre ellos la impresión por chorro de tinta y la impresión por deposición eléctrica.

Respecto a la **impresión por chorro de tinta**, el proyecto [*Sbir Phase I: Inkjet Printed Nanotube Inks For Rapid Prototyping*](#) tiene como objetivo el desarrollo de tintas basadas en nanotubos de carbono, que puedan imprimirse con facilidad sobre diferentes sustratos. Esto permitiría disponer de forma rápida de prototipos electrónicos a bajo coste, lo que aceleraría las pruebas de numerosos dispositivos electrónicos.

La **impresión por deposición eléctrica** es el tema tratado en el proyecto [*Sbir Phase I: Novel Method For The Deposition Of Electrically Conductive Patterns Of Carbon Nanotubes*](#). Consiste en lo siguiente: sobre una superficie previamente tratada, se hace incidir luz ultravioleta siguiendo un patrón controlado de forma digital, sin necesidad de máscaras. El resultado es una zona reactiva (correspondiente al patrón) que permitirá la deposición de CNTs, los cuales se unirán a la superficie gracias a interacciones electrostáticas o covalentes. El método es rápido, eficiente y evita los complicados procesos litográficos habituales en la impresión de circuitos.

Otra posibilidad para desarrollar recubrimientos transparentes conductores es la mencionada en el proyecto [*Sbir Phase I: Bulk Production Of Metallic-Enriched Single-Walled Carbon Nanotubes For Creation Of Nanocomposite Thin Films With Improved Performance Characteristics Compared To ITO*](#), cuyo objetivo es desarrollar métodos para **ordenar SWCNTs metálicos y semiconductores** en las matrices adecuadas para conseguir compuestos que tengan niveles de transparencia y conductividad adecuados.

Los materiales transparentes conductores podrían, en un futuro, sustituir a los recubrimientos de ITO (Indium-Tin Oxide) actualmente utilizados.

2.6. Electrónica flexible

Por electrónica flexible entendemos aquellos elementos que no son rígidos y, por tanto, se pueden doblar, cambiar de forma y adaptar a diversas superficies sustentadoras. Esto puede tener innumerables aplicaciones, desde sensores que se sitúan en las superficies de envases de alimentos, hasta delgadas pantallas del grosor y la flexibilidad de un papel.

Los nanotubos de carbono pueden utilizarse para el desarrollo de componentes electrónicos flexibles. Entre los posibles métodos para realizarlo figuran todos los comentados en el apartado [*2.5. Electrónica transparente*](#), ya que es frecuente

tratar de conseguir materiales que cumplan ambas características, es decir, que sean flexibles y, además, transparentes.

El artículo [*A Blown Bubble Film Approach To Manufacturing Large Area, Aligned, Controlled Density Carbon Nanotubes And Nanowires*](#) propone otro interesante método para el desarrollo de electrónica flexible. En él se plantea la posibilidad de producir mediante inflado, a partir de soluciones de polímeros con nanotubos de carbono uniformemente distribuidos, burbujas cuyas paredes se adaptarían y se transferirían a cierta superficie que se quiere recubrir, pudiendo ser dicha superficie rígida o flexible. Esto permitiría obtener superficies flexibles con determinadas características electrónicas aplicables, por ejemplo, a pantallas de gran tamaño.

2.7. Interferometría electrónica

El artículo [*Synthesis Of SWCNT Rings Made By Two Y Junctions And Possible Applications In Electron Interferometry*](#) trata la posibilidad de unir dos SWCNT en forma de Y, dando lugar a una especie de anillo con una rama entrante y otra saliente. La estructura así formada puede tener aplicaciones como interferómetro electrónico de doble rendija.

2.8. Nanotubos de ensayo

Los nanotubos de carbono pueden ser utilizados como pequeños tubos de ensayo en cuyo interior se desarrollan determinadas reacciones químicas. La ventaja que ofrecerían este tipo de reacciones es que el carbono de los nanotubos las protege de influencias externas, manteniendo intactas las propiedades ópticas y electromagnéticas de los reactivos y los productos finales de la reacción.

Especialmente interesantes para esta aplicación son los SWCNT, ya que pueden tener un diámetro más reducido que los MWCNT y ello abre nuevas posibilidades para el desarrollo de procesos aun desconocidos.

El principal problema para el desarrollo de esta aplicación es la introducción de los reactivos en el interior de los nanotubos. Pocos grupos trabajan en este tema, debido a las dificultades que ofrece. Además, una vez realizado el proceso en el interior son necesarias técnicas específicas de vaciado que dependerán de los productos obtenidos.

El artículo [*Single-Walled Carbon Nanotubes as Nanotest Tubes*](#) muestra la posibilidad de realizar reacciones de metátesis en el interior de nanotubos de carbono. En concreto, si se introduce AgNO_3 y HCl , el resultado es la formación de AgCl que posteriormente se puede extraer de los nanotubos con un proceso de purgado adecuado.

2.9. Materiales: Nuevas aplicaciones

Durante la elaboración del presente informe se han detectado aplicaciones que no aparecieron en los resultados analizados para la realización del informe "Nanotubos de carbono: Aplicaciones", al que este complementa en un período posterior. Son las aplicaciones **aeroespaciales, barcos y submarinos y protección del soldado**. Para todas ellas se buscan materiales compuestos que

sean, entre otras cosas, ligeros, resistentes, con buena amortiguación estructural y no inflamables.

La información analizada relativa a estos temas trata mayoritariamente de nuevos procesos para la fabricación de compuestos con las características mencionadas. Pero también en algún caso se analizan propiedades de nuevos materiales para evaluar su posible utilización en las nuevas aplicaciones. Puede citarse como ejemplo el artículo [Bismaleimide/carbon nanotube hybrids for potential aerospace application: I. static and dynamic mechanical properties](#) donde se expone cómo cambian las características de un material compuesto con bismaleimida como matriz y nanotubos de carbono como refuerzo según la funcionalización de los nanotubos; esta puede determinar, por tanto, su aplicabilidad para los sectores aeroespacial, naval y militar mencionados antes.

2.10. Nuevos materiales

Continuamente siguen buscándose nuevos materiales basados en nanotubos de carbono. Un ejemplo es el tema expuesto en el artículo [Electrical Properties Of Transparent Carbon Nanotube Networks Prepared Through Different Techniques](#) que trata sobre la posibilidad de crear láminas ultraligeras, transparentes y conductoras basadas en redes de nanotubos de carbono puros. El proyecto de investigación que describe el artículo experimenta con SWCNT, DWCNT y MWCNT, así como con distintos métodos de producción para optimizar las características mencionadas.

2.11. Plantillas

Los nanotubos de carbono pueden utilizarse como plantillas para la generación, sobre ellos, de nanotubos de otros materiales, especialmente óxidos. En el artículo [Porous Co₃O₄ Nanotubes Derived From Co-4\(Co\)\(12\) Clusters On Carbon Nanotube Templates: A Highly Efficient Material For Li-Battery Applications](#) se describe la formación de nanotubos de Co₃O₄, con muy buenas prestaciones para baterías de Litio, dada su porosidad, utilizando dicha técnica.

2.12. Dispositivos de recolección de energía

Cuando se habla de "recolección de energía" ("energy harvesting" en inglés) se hace referencia, normalmente, al proceso de captura, conversión y almacenamiento de energía que se encuentra dispersa en el ambiente (energía solar, electromagnética, térmica, etc.), llevado a cabo por pequeños dispositivos, normalmente portátiles. La energía así obtenida no es válida para realizar grandes trabajos mecánicos, pero sí para alimentar pequeños dispositivos electrónicos.

En el informe "Nanotubos de carbono: Aplicaciones" ya se comentó, en el apartado "4.5. Optoelectrónica" que los nanotubos producían corriente eléctrica al ser iluminados, lo cual podría ser utilizado para el desarrollo de dispositivos de recolección de energía solar.

Se observa además que cuando se hilan nanotubos para formar fibras utilizando procesos muy concretos, las fibras obtenidas tienen comportamiento capacitivo, por lo que podrían utilizarse para almacenamiento de energía en dispositivos de

recolección de energía. La patente [Polymer-Free Carbon Nanotube Assemblies \(Fibers, Ropes, Ribbons, Films\)](#) hace referencia a un método para conseguir fibras con comportamiento capacitivo.

2.13. NOMS

Los nanotubos de carbono se pueden expandir y contraer de forma reversible cuando se exponen a la luz. Esto hace que sean aptos para formar parte de dispositivos nano-opto-mecánicos (NOMS, Nano-Opto-Mechanical Systems).

Estos dispositivos son una tecnología emergente que puede revolucionar, entre otros, el mundo de las TIC, volviendo a incorporar elementos mecánicos en las comunicaciones con una gran versatilidad.

2.14. Otros elementos mecánicos

El proyecto [Carbon Nanostructures: Surface-Mediated Mechanical Response And Topologically Constrained Bonding](#) estudia, mediante simulación, la posibilidad de desarrollar **pistones, tornillos y transductores** a partir de nanotubos de carbono coaxiales concéntricos, si bien la información a la que hemos tenido acceso para la elaboración de este informe no especifica la forma de lograrlo.

2.15. Gestión térmica

En el informe "Nanotubos de carbono: aplicaciones" ya se explicaron en el apartado "8. Materiales" las propiedades térmicas de los nanotubos de carbono, las cuales se pueden transferir a los materiales de los que forman parte.

En este informe de actualización se ha optado por abrir un apartado nuevo dedicado a la gestión térmica dada la importancia del tema en multitud de ámbitos, entre ellos, por ejemplo, el aeroespacial.

2.15.1. Disipadores térmicos

Los nanotubos de carbono son muy buenos conductores del calor en la dirección del eje. Esto los convierte en materia prima interesante para el desarrollo de todo tipo de elementos disipadores de calor, pudiéndose citar entre ellos los **interconectores térmicos**, los **interruptores térmicos**, los **materiales de interfaz** o los **sumideros térmicos** (términos todos ellos utilizados en la bibliografía tratada para el desarrollo del presente informe).

El artículo [Boiling Heat Transfer Enhancement With Carbon Nanotubes For Refrigerants Used In Building Air-Conditioning](#) trata sobre la utilización de los nanotubos de carbono en aplicaciones de **aire acondicionado**. Según lo expuesto en el artículo, la dispersión de nanotubos de carbono en el líquido refrigerante aumenta los coeficientes de transmisión de calor en determinadas condiciones, especialmente para flujos de calor bajos.

2.15.2. Barreras térmicas

Los nanotubos de carbono reflejan el calor cuando se les aplica en dirección perpendicular a su eje. Esta característica que, además, es transferible a los materiales de los que forman parte los nanotubos, hace que se plantee su utilización en el desarrollo de barreras térmicas.

Un ejemplo interesante es el que se cita en la patente [*Fabrication Of Reinforced Composite Material Comprising Carbon Nanotubes, Fullerenes, And Vapor-Grown Carbon Fibers For Thermal Barrier Materials, Structural Ceramics, And Multifunctional Nanocomposite Ceramics*](#), que trata sobre materiales compuestos de matriz cerámica en los que la utilización de nanotubos de carbono como refuerzo aumenta el nivel de aislamiento térmico que ofrece el material cerámico original.

2.15.3. Materiales termoestructurales

Una interesante propiedad de los nanotubos de carbono es su elevadísima estabilidad térmica, lo que les hace aptos para formar parte de materiales termoestructurales. Puede citarse como ejemplo el material que se cita en la patente [*A Three-Dimensional Fiber Structure Of Refractory Fibers, A Method Of Making It, And An Application To Thermostructural Composite Materials*](#).

2.15.4. Anticongelantes

Otra característica de los nanotubos de carbono, no comentada en el informe "Nanotubos de carbono: Aplicaciones" es que disminuyen el punto de congelación de ciertas soluciones, lo cual es útil para el desarrollo de anticongelantes. El artículo [*Nanomaterials For Efficiently Lowering The Freezing Point Of Anti-Freeze Coolants*](#) expone los resultados obtenidos cuando se añaden nanotubos de carbono y otros nanomateriales a una solución constituida por una mezcla al 50 % de agua y EG (ethylene glycol). Se comprueba en este caso que la eficiencia de las partículas añadidas bajando el punto de congelación es muy superior a la de materiales iónicos usados normalmente, como el NaCl.

2.16. Nanorobótica

Podríamos definir la robótica como la tecnología que se ocupa de los robots, siendo estos aparatos programables capaces de manipular objetos.

En múltiples apartados del informe "Nanotubos de Carbono: Aplicaciones" se mencionan aplicaciones propias de la robótica. Podemos citar, como ejemplos, los apartados 4. Electrónica, 5. Sensores y 11. Mecánica.

En el presente informe de actualización abrimos este nuevo apartado debido a que la nanorobótica se menciona de forma explícita en la información analizada como aplicación posible para los nanotubos de carbono.

Así el artículo Carbon Nanotubes For Nanorobotics menciona cómo pequeños desplazamientos atómicos en las capas anidadas de un MWCNT pueden aprovecharse para producir movimiento. Además, la peculiar estructura hueca de

los nanotubos puede utilizarse para el almacenamiento y transporte de sustancias. También pueden servir como cables coaxiales para el transporte de carga.

3. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La siguiente tabla muestra las Bases de Datos consultadas para la realización de este informe, así como las sentencias de búsqueda utilizada y el número de resultados obtenidos. La columna "resultados válidos" hace referencia al número de resultados que se consideraron adecuados al tema que aquí se desarrolla después de realizar el análisis adecuado sobre el total de resultados encontrados.

TIPO DE INFORMACIÓN	BASE DE DATOS	SENTENCIA DE BÚSQUEDA	RESULTADOS ENCONTRADOS	RESULTADOS VÁLIDOS
Referencias científicas	Current Contents	application* SAME (((nanotub* OR NT OR NTs or SWNT* OR MWNT* OR DWNT*) SAME carbon) OR CNT* OR SWCNT* OR DWCNT* OR MWCNT*)	380	297
Proyectos	CORDIS	("carbon nanotube" or "carbon nanotubes" OR CNT OR SWNT OR DWNT OR MWNT OR SWCNT OR DWCNT OR MWCNT)	7	6
Proyectos	NSF	("carbon nanotube" or "carbon nanotubes" OR CNT OR SWNT OR DWNT OR MWNT OR SWCNT OR DWCNT OR MWCNT)	93	73
Patentes	Espacenet	(carbon nanotube*)and application*	65	43

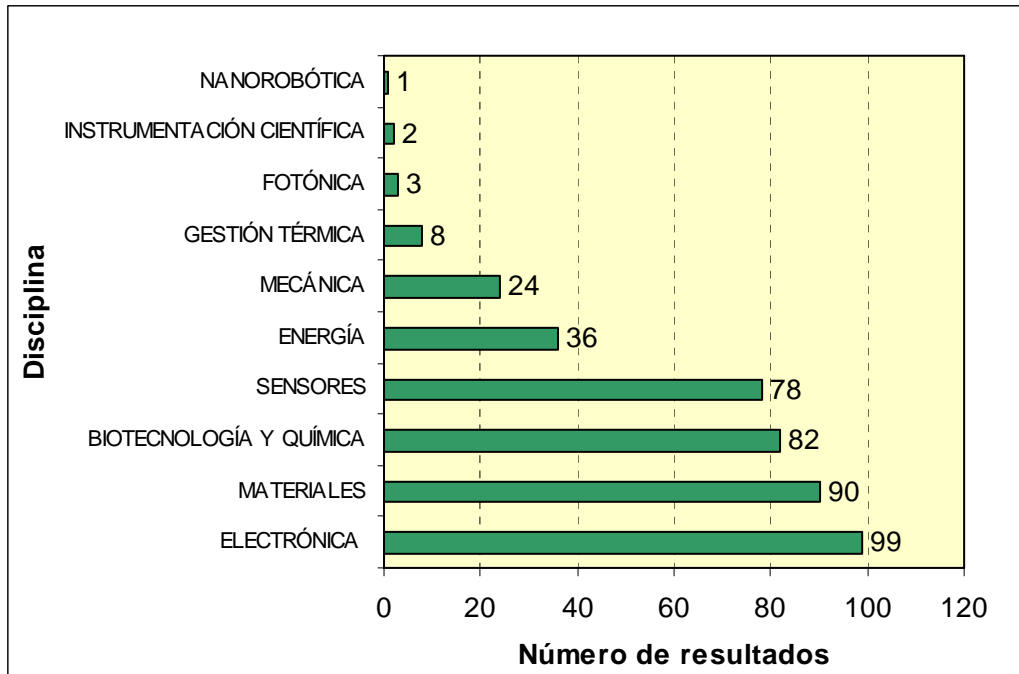
3.1. Análisis de referencias científicas

La Base de Datos consultada en este caso es Current Contents. El número de referencias científicas válidas utilizadas para la realización de este informe es 297.

3.1.1. Distribución temática

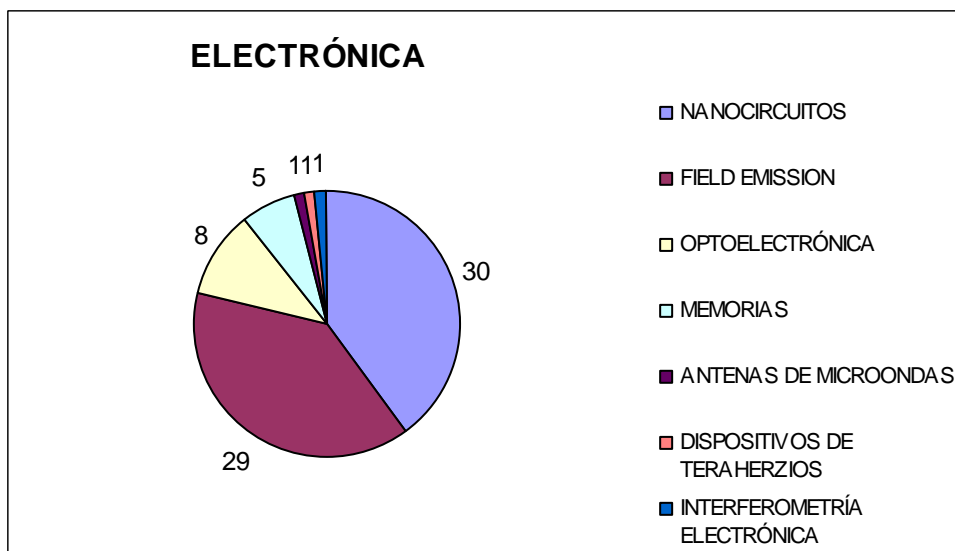
3.1.1.1. General

El siguiente gráfico muestra la distribución por temas de las referencias científicas utilizadas en la elaboración de este informe.



3.1.1.2. Electrónica

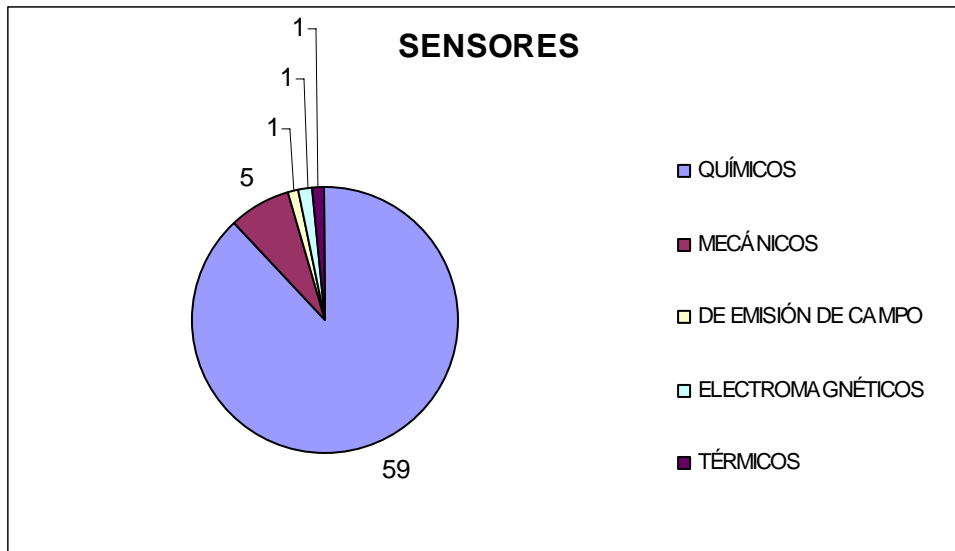
El siguiente gráfico muestra el número de referencias científicas que tratan sobre distintos temas en el ámbito de la electrónica.



Además, un total de 32 referencias científicas mencionan la electrónica en general como posible aplicación de los nanotubos de carbono, sin especificar ningún campo concreto.

3.1.1.3. Sensores

En el siguiente gráfico puede verse el número de referencias científicas que tratan sobre los distintos tipos de sensores.



Además, un total de 13 referencias científicas mencionan los sensores en general como aplicación de los nanotubos de carbono, sin especificar ningún tipo concreto de sensor.

3.1.1.4. Instrumentación científica

Las referencias científicas que tratan sobre instrumentación científica, se distribuyen en los siguientes temas:

TEMA	Número de ref. científicas
NANOTUBOS DE ENSAYO	1
AFM	1

3.1.1.5. Fotónica

Se han obtenido un total de 3 referencias científicas que tratan sobre la aplicación en fotónica de los nanotubos de carbono.

3.1.1.6. Materiales

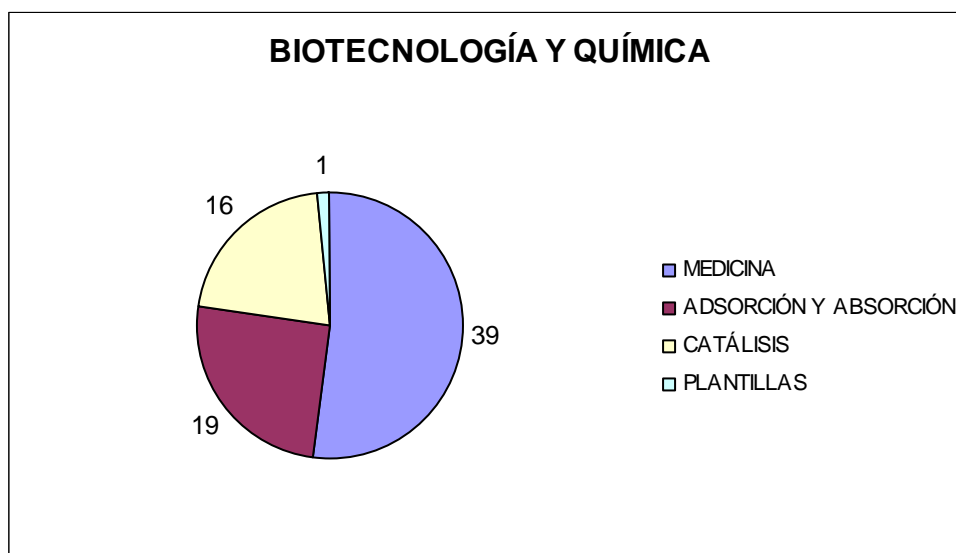
Respecto a las nuevas aplicaciones de los nanotubos de carbono, distintas a las detectadas en el informe original al que este complementa, se ha encontrado 1 referencia científica que trata sobre aplicaciones aeroespaciales.

Respecto a nuevos materiales, de las referencias científicas analizadas sólo 1 trata sobre este tema.

Un total de 75 referencias científicas se ocupan de la aplicación de nanotubos de carbono en materiales compuestos.

3.1.1.7. Biotecnología y Química

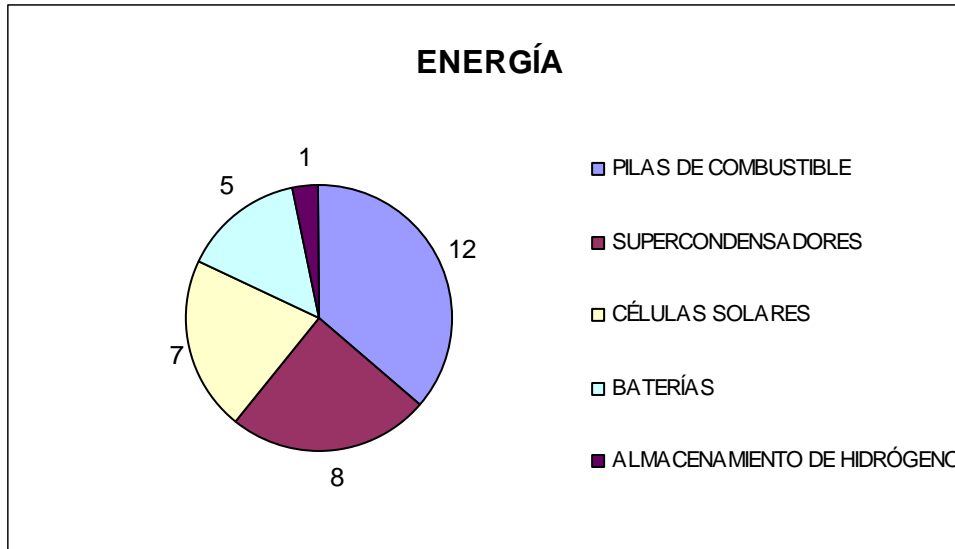
El siguiente gráfico muestra la distribución por temas de las referencias científicas que tratan sobre biotecnología y química.



Además de los resultados considerados en el gráfico, un total de 14 referencias científicas mencionaban la biotecnología y/o la química como aplicación general de los nanotubos de carbono, sin especificar ningún tema concreto.

3.1.1.8. Energía

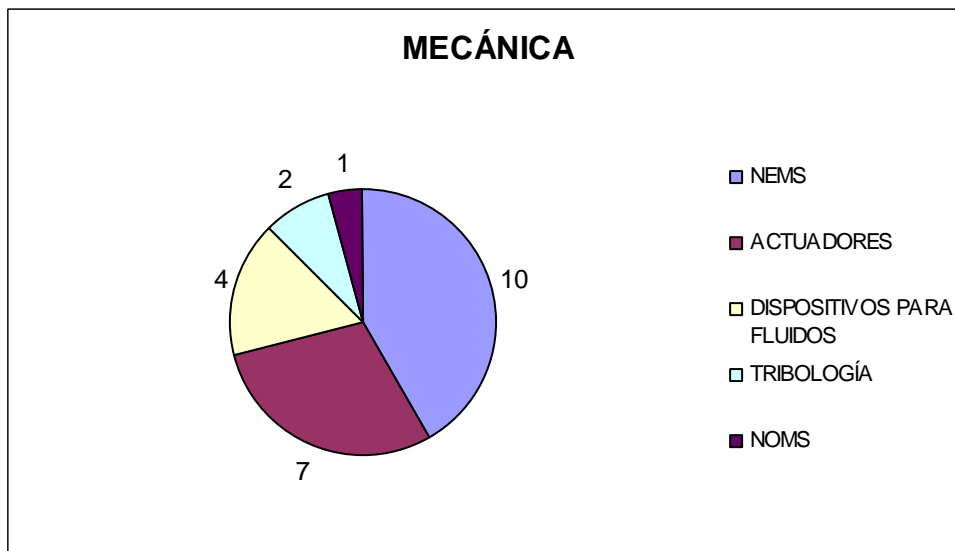
El siguiente gráfico muestra la distribución por temas de las referencias científicas que tratan sobre energía.



Además de las referencias científicas consideradas en el gráfico, un total de 4 mencionan la posible aplicación de los nanotubos de carbono en almacenamiento de energía, 2 en conversión de energía y 1 en aplicaciones energéticas en general.

3.1.1.9. Mecánica

En el siguiente gráfico pueden verse las referencias científicas que tratan sobre distintos temas mecánicos.



Aparte de las referencias científicas que aparecen en el gráfico, otras 2 mencionan que los nanotubos de carbono pueden tener aplicaciones mecánicas, en general, sin especificar ninguna concreta.

3.1.1.10. Gestión térmica

De las referencias científicas que tratan sobre gestión térmica, 5 lo hacen sobre disipadores térmicos y 1 sobre anticongelantes. Además, 2 mencionan la posibilidad de utilizar nanotubos de carbono para gestión térmica, sin especificar ninguna aplicación concreta.

3.1.1.11. Nanorrobótica

Se ha encontrado tan sólo 1 resultado referido a este tema.

3.1.2. Agentes involucrados en las nuevas aplicaciones

A continuación se exponen las instituciones y empresas involucradas en las referencias científicas que tratan sobre las nuevas aplicaciones contempladas en el apartado 2 del presente informe.

Junto al nombre de los organismos se muestran también los países los que pertenecen, así como el título de las referencias científicas correspondientes.

3.1.2.1. Dispositivos de microondas

TITULO	CENTROS	PAISES
RESEARCH ON INTENSE PULSED EMISSION OF CARBON NANOTUBE CATHODE	UNIV. SCIENCE & TECHNOLOGY BEIJING	CHINA
	CHINA ACAD. OF ENGINEERING PHYSICS	CHINA
SHORT-PULSED EXPLOSIVE FIELD EMISSION AND PLASMA EXPANSION OF CARBON NANOTUBE CATHODES	UNIV. SCIENCE & TECHNOLOGY BEIJING	CHINA
	CHINA ACAD. OF ENGINEERING PHYSICS	CHINA
RESEARCH ON INTENSE PULSED EMISSION OF SCREEN-PRINTED CARBON NANOTUBE CATHODE	UNIV. SCIENCE & TECHNOLOGY BEIJING	CHINA
	CHINA ACAD. OF ENGINEERING PHYSICS	CHINA

3.1.2.2. Triodos

TITULO	CENTROS	PAISES
AN EFFICIENT MACROMODELING APPROACH FOR SIMULATING CARBON-NANOTUBE TRIODE DEVICES IN DISPLAY APPLICATIONS	UNIV. SURREY	REINO UNIDO

3.1.2.3. Antenas de microondas

TITULO	CENTROS	PAISES
REVIEW OF TWO MICROWAVE APPLICATIONS OF CARBON NANOTUBES: NANO-ANTENNAS AND NANO-SWITCHES	THALES RESEARCH & TECHNOLOGY	FRANCIA

3.1.2.4. Dispositivos de Teraherzios

TITULO	CENTROS	PAISES
CARBON NANOTUBES AS A BASIS FOR NOVEL TERAHERTZ DEVICES	NOVOSIBIRSK STATE TECNNCIAL. UNIV.	RUSIA
	UNIV. BRASILIA	BRASIL
	UNIV. EXETER	REINO UNIDO

3.1.2.5. Electrónica transparente

Sin resultados sobre este tema.

3.1.2.6. Electrónica flexible

Sin resultados sobre este tema.

3.1.2.7. Interferometría electrónica

TITULO	CENTROS	PAISES
SYNTHESIS OF SWCNT RINGS MADE BY TWO Y JUNCTIONS AND POSSIBLE APPLICATIONS IN ELECTRON INTERFEROMETRY	UNIV. FEDERAL FLUMINENSE	BRASIL
	IFW DRESDEN	ALEMANIA
	JOHANNES GUTENBERG UNIV. OF MAINZ	ALEMANIA
	UNIV. OXFORD	REINO UNIDO
	IPICYT	MÉJICO
	RENSSELAER POLYTECHNIC INST	EE.UU.

3.1.2.8. Nanotubos de ensayo

TITULO	CENTROS	PAISES
SINGLE-WALLED CARBON NANOTUBES AS NANOTEST TUBES	SZCZECIN UNIV. OF TECHNOLOGY	POLONIA

3.1.2.9. Materiales: Nuevas aplicaciones

APLICACIONES AEROESPACIALES

TITULO	CENTROS	PAISES
BISMALEIMIDE/CARBON NANOTUBE HYBRIDS FOR POTENTIAL AEROSPACE APPLICATION: I. DYNAMIC MECHANICAL PROPERTIES	SOOCHOW UNIV.	TAIWAN

BARCOS Y SUBMARINOS

Sin resultados sobre este tema.

PROTECCIÓN DEL SOLDADO

Sin resultados sobre este tema.

3.1.2.10. Nuevos materiales

TITULO	CENTROS	PAISES
ELECTRICAL PROPERTIES OF TRANSPARENT CARBON NANOTUBE NETWORKS PREPARED THROUGH DIFFERENT TECHNIQUES	MAX PLANCK INST. UNIV. FEDERAL RIO GRANDE DO SUL	ALEMANIA BRASIL

3.1.2.11. Plantillas

TITULO	CENTROS	PAISES
POROUS CO ₃ O ₄ NANOTUBES DERIVED FROM CO ₄ (CO) ₁₂ CLUSTERS ON CARBON NANOTUBE TEMPLATES: A HIGHLY EFFICIENT MATERIAL FOR LI-BATTERY APPLICATIONS	ZHEJIANG UNIV.	CHINA

3.1.2.12 Dispositivos de recolección de energía

Sin resultados sobre este tema.

3.1.2.13. NOMS

TITULO	CENTROS	PAISES
UNIFORM RADIAL EXPANSION/CONTRACTION OF CARBON NANOTUBES AND THEIR TRANSVERSE ELASTIC MODULI	VIRGINIA POLYTECHNIC & STATE UNIV.	EE.UU.

3.1.2.14. Otros elementos mecánicos

Sin resultados sobre este tema.

3.1.2.15. Gestión térmica

TITULO	CENTROS	PAISES
BOILING HEAT TRANSFER ENHANCEMENT WITH CARBON NANOTUBES FOR REFRIGERANTS USED IN BUILDING AIR-CONDITIONING	INHA UNIV	REPÚBLICA DE COREA
CARBON NANOTUBE DEPOSITS AND CNT/SIO ₂ COMPOSITE COATINGS BY ELECTROPHORETIC DEPOSITION	IMPERIAL COLLEGE LONDON DARMSTADT UNIV. OF TECHNOLOGY UNIV. PADUA	REINO UNIDO ALEMANIA ITALIA
NANOMATERIALS EFFICIENTLY LOWERING THE FREEZING POINT OF ANTI-FREEZE COOLANTS	FOR SOUTH DAKOTA SCHOOL OF MINES AND TECHNOLOGY BALLISTIC RESEARCH LABORATORY	EE.UU. EE.UU.
MACHINING CARBON NANOTUBES INTO UNIFORM SLICES	TSING HUA UNIV.	CHINA
CARBON NANOTUBE SURFACE ATTENUATED INFRARED ABSORPTION - ART. NO. 043105	UNIV. WISCONSIN MICHIGAN TECHNOLOGICAL UNIV.	EE.UU. EE.UU.
THE COORDINATED BUCKLING OF CARBON NANOTUBE TURFS UNDER UNIFORM COMPRESSION - ART. NO. 175704	WASHINGTON STATE UNIV. - PORTLAND STATE UNIV. GKSS FORSCHUNGSZENTRUM GEESTHACHT GMBH	EE.UU. EE.UU. ALEMANIA
MOLECULAR DYNAMICS SIMULATIONS OF CARBON NANOTUBE/SILICON INTERFACIAL THERMAL CONDUCTANCE - ART. NO. 164708	UNIV. CALIFORNIA SANTA CRUZ NASA UNIV. KENTUCKY	EE.UU. EE.UU. EE.UU.
CARBON NANOTUBE THERMAL INTERFACE MATERIAL FOR HIGH-BRIGHTNESS LIGHT-EMITTING-DIODE COOLING - ART. NO. 215706	HONG KONG UNIV. OF SCIENCE & TECHNOLOGY	OF CHINA

3.1.2.16. Nanorobótica

TITULO	CENTROS	PAISES
CARBON NANOTUBES FOR NANOROBOTICS	ETH	SUIZA

3.2. Análisis de proyectos

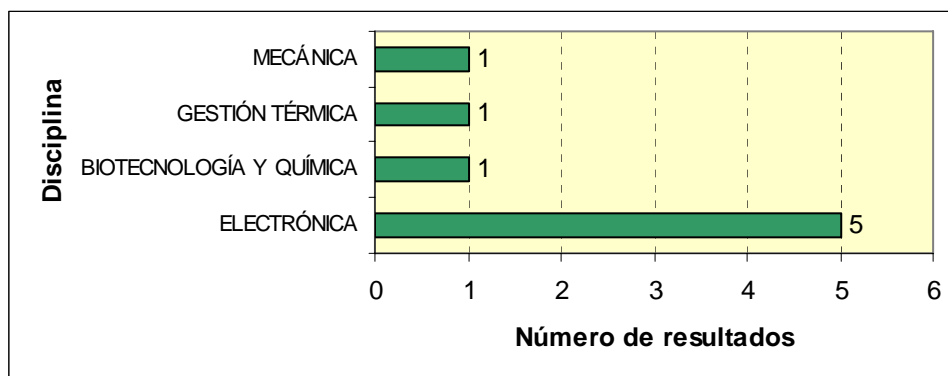
Se han consultado en este caso dos Bases de Datos: CORDIS (proyectos europeos) y NSF (proyectos norteamericanos). En el caso de CORDIS, el número de proyectos válidos utilizados para la realización de este informe es 6, y en el caso de NSF 73.

3.2.1. Distribución temática

3.2.1.1. General

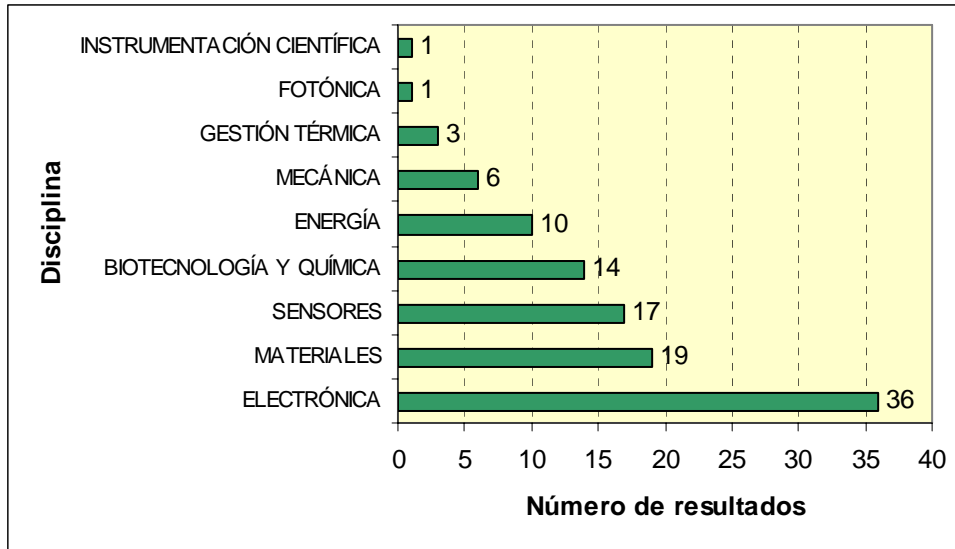
CORDIS

El siguiente gráfico muestra los distintos temas tratados en los proyectos detectados en CORDIS.



NSF

El siguiente gráfico muestra los distintos temas tratados en los proyectos detectados en NSF.



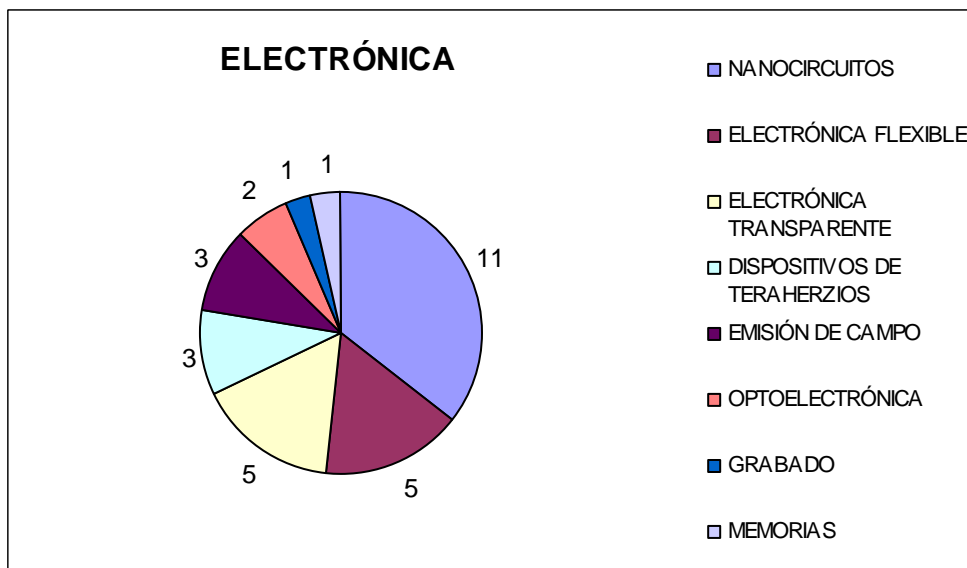
3.2.1.2. Electrónica

CORDIS

En el ámbito de la electrónica, en CORDIS se han encontrado 4 proyectos que tratan sobre nanocircuitos y 1 sobre dispositivos de Teraherzios.

NSF

El siguiente gráfico muestra el número de proyectos y los temas concretos desarrollados por los proyectos detectados en NSF referidos a aplicaciones electrónicas de los nanotubos de carbono.



Además de los proyectos considerados para elaborar el gráfico, se han detectado un total de 16 proyectos que mencionan la posibilidad de utilizar los nanotubos de carbono en electrónica, sin especificar ningún tema concreto.

3.2.1.3. Sensores

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

15 de los proyectos detectados en NSF tratan sobre sensores químicos, 1 sobre sensores electromagnéticos y 1 sobre aplicaciones de nanotubos de carbono en sensores en general, sin especificar ningún tipo concreto.

3.2.1.4. Instrumentación científica

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

Tan sólo 1 proyecto de NSF trata sobre aplicación de nanotubos de carbono en instrumentación científica y, en concreto, en AFM (Atomic Force Microscope).

3.2.1.5. Fotónica

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

En NSF se ha detectado 1 proyecto que trata sobre aplicaciones fotónicas para los nanotubos de carbono.

3.2.1.6. Materiales

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

Respecto a nuevas aplicaciones de los nanotubos de carbono, 3 proyectos detectados en NSF tratan sobre aplicaciones aeroespaciales, 1 sobre barcos y submarinos y 1 sobre protección del soldado.

Ningún proyecto de NSF trata sobre nuevos materiales.

De todos los proyectos que tratan sobre materiales, un total de 17 lo hacen sobre materiales compuestos.

3.2.1.7. Biotecnología y Química

CORDIS

De los resultados obtenidos en CORDIS tan sólo 1 trata sobre aplicaciones médicas de los nanotubos de carbono.

NSF

De los resultados obtenidos en NSF, 10 tratan sobre aplicaciones médicas, 3 sobre adsorción y absorción y 1 sobre aplicaciones generales en biotecnología y química.

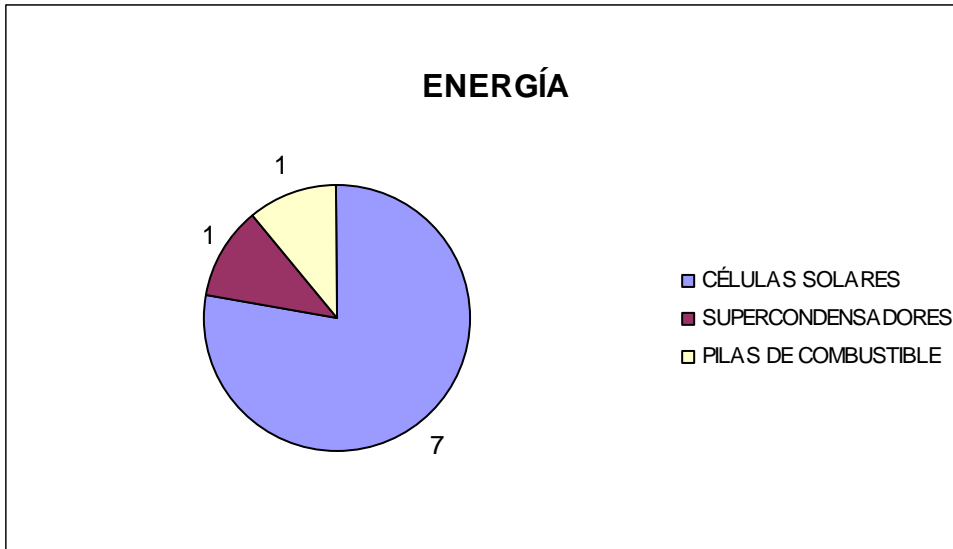
3.2.1.8. Energía

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

El siguiente gráfico muestra la distribución temática y el número de resultados obtenidos en NSF para distintos temas relacionados con la energía.



Además, 1 de los proyectos encontrados en NSF menciona la utilidad de los nanotubos de carbono en aplicaciones energéticas, sin especificar en qué ámbito podrían utilizarse.

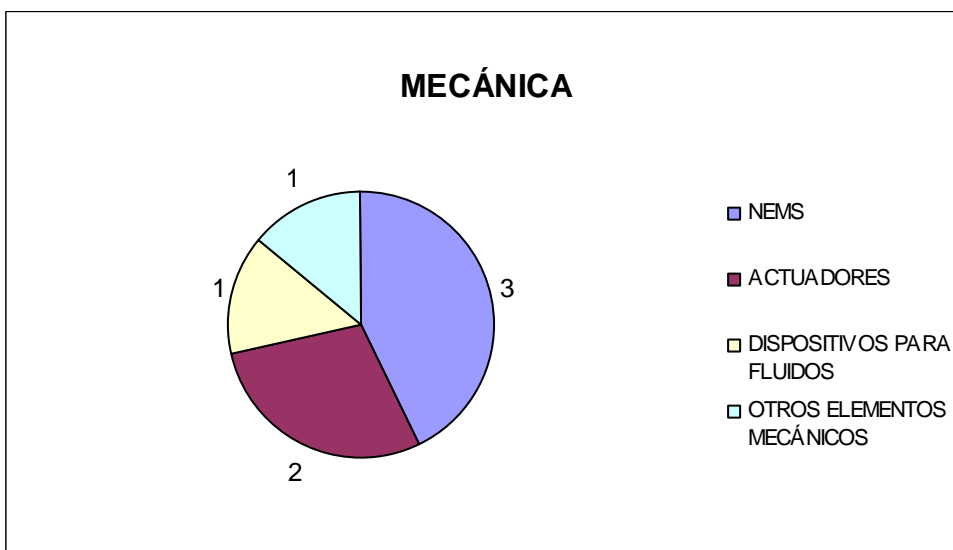
3.2.1.9. Mecánica

CORDIS

En CORDIS se ha encontrado 1 resultado que trata sobre aplicaciones de los nanotubos de carbono en el desarrollo de NEMS.

NSF

El siguiente gráfico muestra la distribución temática de los proyectos de NSF que tratan sobre aplicaciones mecánicas de los nanotubos de carbono, así como el número de proyectos correspondientes a cada caso.



3.2.1.10. Gestión térmica

CORDIS

Sólo 1 proyecto de CORDIS trata sobre aplicaciones térmicas de los nanotubos de carbono, concretamente en disipadores térmicos.

NSF

2 proyectos de NSF tratan sobre disipadores térmicos y 1 sobre aplicaciones térmicas en general, sin especificar cuáles.

3.2.1.11. Nanorrobótica

Sin resultados sobre este tema.

3.2.2. Agentes involucrados en las nuevas aplicaciones

A continuación se exponen las instituciones y empresas involucradas en los proyectos que hacen referencia a las nuevas aplicaciones contempladas en el apartado 2 del presente informe.

Junto al nombre de los organismos se muestran también los países a los que pertenecen, así como el título de los proyectos correspondientes.

3.2.2.1. Dispositivos de microondas

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

TITULO	CENTROS	PAISES
STTR PHASE I: SELECTIVE CARBON NANOTUBE ETCHING	XIDEX CORP.	EE.UU.

3.2.2.2. Triodos

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

Sin resultados sobre este tema.

3.2.2.3. Antenas de microondas

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

Sin resultados sobre este tema.

3.2.2.4. Dispositivos de Teraherzios

CORDIS

TITULO	CENTROS	PAISES
OPTICALLY DRIVEN TERAHERTZ AMPLIFIERS	UNIV. DEGLI STUDI DI ROMA TOR VERGATA	ITALIA

NSF

TITULO	CENTROS	PAISES
STTR PHASE II: COHERENT THZ SOURCES AND AMPLIFIERS USING CARBON NANOTUBES	TERAVISION INC.	EE.UU.
TERAHERTZ TRANSPORT AND ULTRAFAST DETECTION IN METALLIC SINGLE WALL CARBON NANOTUBES	UNIV. OF MASSACHUSETTS AMHERST	EE.UU.
STTR PHASE I: SELECTIVE CARBON NANOTUBE ETCHING	XIDEX CORP.	EE.UU.

3.2.2.5. Electrónica transparente

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

TITULO	CENTROS	PAISES
SBIR PHASE I: BULK PRODUCTION OF METALLIC-ENRICHED SINGLE-WALLED CARBON NANOTUBES FOR CREATION OF NANOCOMPOSITE THIN FILMS WITH IMPROVED PERFORMANCE CHARACTERISTICS COMPARED TO ITO	SELAH TECHNOLOGIES	EE.UU.
SBIR PHASE I: INKJET PRINTED NANOTUBE INKS FOR RAPID PROTOTYPING	EIKOS, INC.	EE.UU.
STTR PHASE I: COST- AND ENERGY-EFFICIENT SYNTHESIS OF LONG CARBON NANOTUBES FROM WASTE PLASTICS	NANO-C, INC.	EE.UU.
SBIR PHASE I: NOVEL METHOD FOR THE DEPOSITION OF ELECTRICALLY CONDUCTIVE PATTERNS OF CARBON NANOTUBES	LYNNTECH, INC.	EE.UU.
STTR PHASE I: DEVELOPMENT OF HIGH-SPEED INFRARED-TRANSPARENT FLEXIBLE TRANSISTORS USING ELECTRONIC-GRADE CARBON NANOTUBE SOLUTIONS	BREWER SCIENCE INC.	EE.UU.

3.2.2.6. Electrónica flexible

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

TITULO	CENTROS	PAISES
SBIR PHASE I: BULK PRODUCTION OF METALLIC-ENRICHED SINGLE-WALLED CARBON NANOTUBES FOR CREATION OF NANOCOMPOSITE THIN FILMS WITH IMPROVED PERFORMANCE CHARACTERISTICS COMPARED TO ITO	SELAH TECHNOLOGIES	EE.UU.
SBIR PHASE I: INKJET PRINTED NANOTUBE INKS FOR RAPID PROTOTYPING	EIKOS, INC.	EE.UU.
A BLOWN BUBBLE FILM APPROACH TO MANUFACTURING LARGE AREA, ALIGNED, CONTROLLED DENSITY CARBON NANOTUBES AND NANOWIRES	UNIV. OF HAWAII	EE.UU.
SBIR PHASE I: NOVEL METHOD FOR THE DEPOSITION OF ELECTRICALLY CONDUCTIVE PATTERNS OF CARBON NANOTUBES	LYNNTECH, INC.	EE.UU.
STTR PHASE I: DEVELOPMENT OF HIGH-SPEED INFRARED-TRANSPARENT FLEXIBLE TRANSISTORS USING ELECTRONIC-GRADE CARBON NANOTUBE SOLUTIONS	BREWER SCIENCE INC.	EE.UU.

3.2.2.7. Interferometría electrónica

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

Sin resultados sobre este tema.

3.2.2.8. Nanotubos de ensayo

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

Sin resultados sobre este tema.

3.2.2.9. Materiales: Nuevas aplicaciones

CORDIS

APLICACIONES AEROSPAZIALES

Sin resultados sobre este tema.

BARCOS Y SUBMARINOS

Sin resultados sobre este tema.

PROTECCIÓN DEL SOLDADO

Sin resultados sobre este tema.

NSF

APLICACIONES AEROSPAZIALES

TITULO	CENTROS	PAISES
COLLABORATIVE RESEARCH: DEVELOPMENT OF MULTIFUNCTIONAL NANOCOMPOSITES WITH ENGINEERED CARBON NANOPAPER	UNIV. OF CENTRAL FLORIDA	EE.UU.
NANOMANUFACTURING AND PRODUCTION SCALE-UP OF LONG CARBON NANOTUBE ARRAYS FOR ADVANCED APPLICATIONS	UNIV. OF CINCINNATI MAIN CAMPUS	EE.UU.
THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES OF NOVEL PROCESS FOR COMPOUNDING OF CARBON NANOTUBES AND NANOFIBERS IN POLYMER MELTS	UNIV. OF AKRON	EE.UU.

BARCOS Y SUBMARINOS

TITULO	CENTROS	PAISES
COLLABORATIVE RESEARCH: DEVELOPMENT OF MULTIFUNCTIONAL NANOCOMPOSITES WITH ENGINEERED CARBON NANOPAPER	UNIV. OF CENTRAL FLORIDA	EE.UU.

PROTECCIÓN DEL SOLDADO

TITULO	CENTROS	PAISES
COLLABORATIVE RESEARCH: DEVELOPMENT OF MULTIFUNCTIONAL NANOCOMPOSITES WITH ENGINEERED CARBON NANOPAPER	UNIV. OF CENTRAL FLORIDA	EE.UU.

3.2.2.10. Nuevos materiales

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

Sin resultados sobre este tema.

3.2.2.11. Plantillas

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

Sin resultados sobre este tema.

3.2.2.12. Dispositivos de recolección de energía

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

Sin resultados sobre este tema.

3.2.2.13. NOMS

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

Sin resultados sobre este tema.

3.2.2.14. Otros elementos mecánicos**CORDIS**

Sin resultados sobre este tema.

NSF

TITULO	CENTROS	PAISES PARTICIPANTES
CARBON NANOSTRUCTURES: SURFACE-MEDIATED MECHANICAL RESPONSE AND TOPOLOGICALLY CONSTRAINED BONDING	PENNSYLVANIA STATE UNIV. UNIV. PARK	EE.UU.

3.2.2.15. Gestión térmica**CORDIS**

TITULO	CENTROS	PAISES PARTICIPANTES
NANO PACKAGING TECHNOLOGY FOR INTERCONNECT AND HEAT DISSIPATION	THALES	FRANCIA

NSF

TITULO	CENTROS	PAISES PARTICIPANTES
COLLABORATIVE RESEARCH: DEVELOPMENT OF MULTIFUNCTIONAL NANOCOMPOSITES WITH ENGINEERED CARBON NANOPAPER	UNIV. OF CENTRAL FLORIDA	EE.UU.
NANOMANUFACTURING AND PRODUCTION SCALE-UP OF CARBON NANOTUBE ARRAYS FOR ADVANCED APPLICATIONS	UNIV. OF CINCINNATI MAIN CAMPUS	EE.UU.
COOPERATIVE EFFECTS OF IMPURITIES ON ELECTRON TRANSPORT IN LOW-DIMENSIONAL NANOSTRUCTURES	UNIV. OF CALIFORNIA-SAN DIEGO	EE.UU.

3.2.2.16. Nanorobótica

CORDIS

Sin resultados sobre este tema.

NSF

Sin resultados sobre este tema.

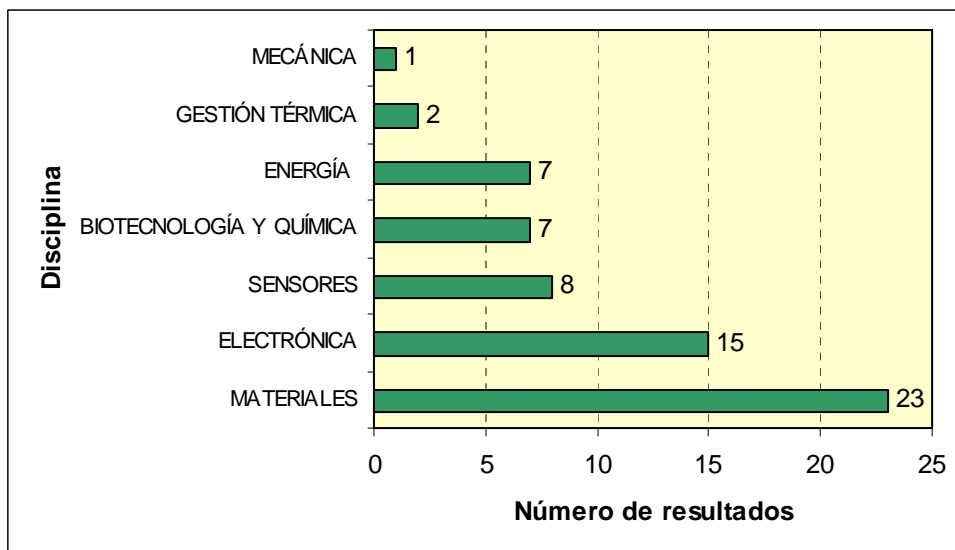
3.3. Análisis de patentes

La Base de Datos consultada en este caso es Espacenet. El número de patentes válidas utilizadas para la realización de este informe es 43.

3.3.1. Distribución temática

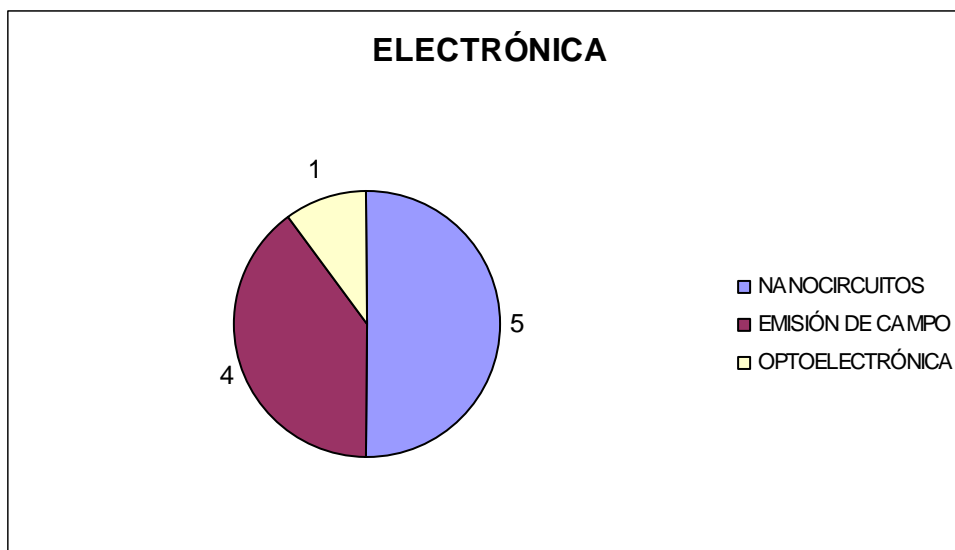
3.3.1.1. General

El siguiente gráfico muestra la distribución por temas de las patentes utilizadas para la elaboración de este informe.



3.3.1.2. Electrónica

En el siguiente gráfico se muestra el número de patentes que tratan sobre distintos temas electrónicos.



Además, un total de 6 patentes mencionan la posibilidad de utilizar nanotubos de carbono en electrónica, pero no especifican ninguna aplicación concreta.

3.3.1.3. Sensores

De las patentes que tratan sobre aplicaciones en sensores, 5 lo hacen sobre sensores químicos y 1 sobre sensores electromagnéticos. Otras 2 patentes mencionan los sensores en general como ámbito de aplicación de los nanotubos.

3.3.1.4. Instrumentación científica

Sin resultados sobre este tema.

3.3.1.5. Fotónica

Sin resultados sobre este tema.

3.3.1.6. Materiales

Ninguna patente de las obtenidas en las búsquedas trata sobre nuevas aplicaciones de los materiales que contienen nanotubos de carbono o sobre nuevos materiales.

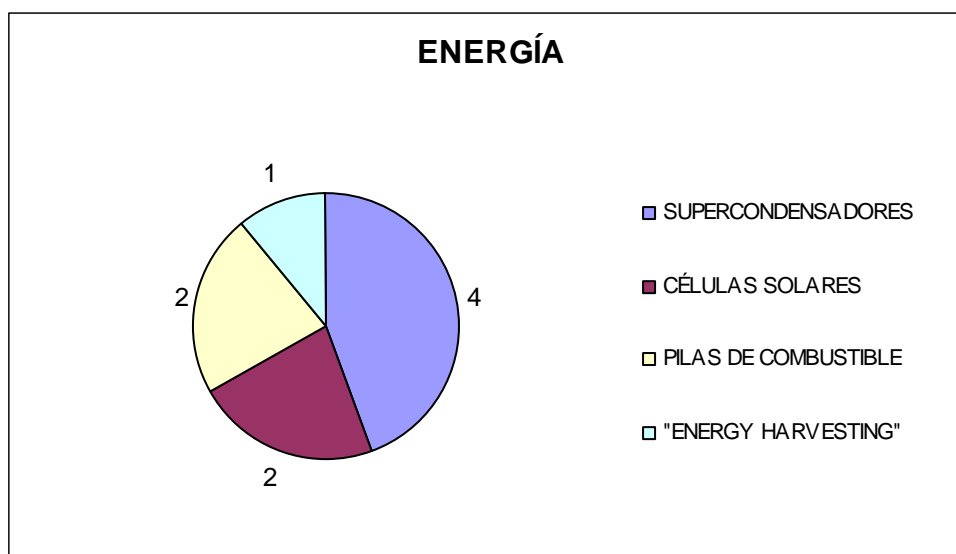
16 patentes tratan sobre la utilización de nanotubos de carbono como refuerzo de matrices diversas en materiales compuestos.

3.3.1.7. Biotecnología y Química

En el ámbito de la biotecnología y/o la química, 4 patentes tratan sobre aplicaciones médicas de los nanotubos de carbono y 2 sobre catálisis. Además, otras 2 mencionan en general que los nanotubos se pueden utilizar en aplicaciones biotecnológicas y/o químicas, pero no especifican ninguna en concreto.

3.3.1.8. Energía

El siguiente gráfico muestra el número de patentes y los distintos temas tratados por las patentes que hacen referencia a aplicaciones energéticas para los nanotubos de carbono.



3.3.1.9. Mecánica

Tan sólo 1 patente trata sobre aplicaciones mecánicas de los nanotubos de carbono y se refiere, en concreto, a la posibilidad de desarrollar actuadores a partir de ellos.

3.3.1.10. Gestión térmica

Respecto a aplicaciones térmicas de los nanotubos de carbono, 1 patente los relaciona con el desarrollo de barreras térmicas y otra con materiales termoestructurales.

3.3.1.11. Nanorobótica

Sin resultados sobre este tema.

3.3.2. Agentes involucrados en las nuevas aplicaciones

A continuación se exponen las instituciones y empresas involucradas en las patentes que hacen referencia a las nuevas aplicaciones contempladas en el apartado 2 del presente informe.

Junto al nombre de los organismos se muestran también los países los que pertenecen, así como el título de las patentes correspondientes.

3.3.2.1. Dispositivos de microondas

Sin resultados sobre este tema.

3.3.2.2. Triodos

Sin resultados sobre este tema.

3.3.2.3. Antenas de microondas

Sin resultados sobre este tema.

3.3.2.4. Dispositivos de Terahertzios

Sin resultados sobre este tema.

3.3.2.5. Electrónica transparente

Sin resultados sobre este tema.

3.3.2.6. Electrónica flexible

Sin resultados sobre este tema.

3.3.2.7. Interferometría electrónica

Sin resultados sobre este tema.

3.3.2.8. Nanotubos de ensayo

Sin resultados sobre este tema.

3.3.2.9. Materiales: Nuevas aplicaciones

APLICACIONES AEROESPACIALES

Sin resultados sobre este tema.

BARCOS Y SUBMARINOS

Sin resultados sobre este tema.

PROTECCIÓN DEL SOLDADO

Sin resultados sobre este tema.

3.3.2.10. Nuevos materiales

Sin resultados sobre este tema.

3.3.2.11. Plantillas

Sin resultados sobre este tema.

3.3.2.12. Dispositivos de recolección de energía

TITULO	CENTROS	PAISES PARTICIPANTES
POLYMER-FREE CARBON NANOTUBE ASSEMBLIES (FIBERS, RIBBONS, FILMS)	UNIV. TEXAS AT DALLAS	EE.UU.

3.3.2.13. NOMS

Sin resultados sobre este tema.

3.3.2.14. Otros elementos mecánicos

Sin resultados sobre este tema.

3.3.2.15. Gestión térmica

TITULO	CENTROS	PAISES PARTICIPANTES
FABRICATION OF REINFORCED COMPOSITE MATERIAL COMPRISING CARBON NANOTUBES, FULLERENES, AND VAPOR-GROWN CARBON FIBERS FOR THERMAL BARRIER MATERIALS, STRUCTURAL CERAMICS, AND MULTIFUNCTIONAL NANOCOMPOSITE CERAMICS	UNIV. RICE WILLIAM M	EE.UU.
A THREE-DIMENSIONAL FIBER STRUCTURE OF REFRACTORY FIBERS, A METHOD OF MAKING IT, AND AN APPLICATION TO THERMOSTRUCTURAL COMPOSITE MATERIALS	SNECMA PROPULSION SOLIDE	FRANCIA

3.3.2.16. Nanorobótica

Sin resultados sobre este tema.

4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Este informe de Vigilancia Tecnológica se ha realizado a partir de información extraída de 297 referencias científicas, 79 proyectos y 43 patentes, todos ellos publicados entre el 1 de julio de 2007 y el 31 de mayo de 2008. El objetivo a alcanzar ha sido detectar nuevas posibles aplicaciones de los nanotubos de carbono especificadas en las publicaciones mencionadas, así como comprobar si las aplicaciones listadas en el informe "Nanotubos de Carbono: Aplicaciones", al que éste complementa, siguen vigentes en el período temporal mencionado.

Se han detectado un total de 16 nuevas aplicaciones, correspondientes a distintas disciplinas según la estructura establecida en el informe "Nanotubos de Carbono: Aplicaciones". Son las siguientes:

- En **Electrónica**: dispositivos de microondas, triodos, antenas de microondas, dispositivos de Teraherzios, electrónica transparente, electrónica flexible e interferometría electrónica;
- En **Instrumentación científica**: nanotubos de ensayo;
- En **Materiales**: nuevas aplicaciones y nuevos materiales;
- En **Biotecnología y Química**: plantillas;
- En **Energía**: dispositivos de recolección de energía;
- En **Mecánica**: NOMS y otros elementos mecánicos (pistones, tornillos y transductores);
- Como nuevas áreas temáticas han surgido **Gestión Térmica** y **Nanorobótica**.

Vemos, por tanto, que es en Electrónica donde han surgido más aplicaciones nuevas siendo, además, esta disciplina científica la que mayor número de resultados ha obtenido en el análisis realizado a referencias científicas y proyectos.

La tabla siguiente muestra las nuevas aplicaciones detectadas y cuáles de ellas aparecen en los análisis de referencias científicas, proyectos y patentes en los que se basa la realización del presente informe.

	Ref. científicas	Proyectos	Patentes
Dispositivos de microondas			
Triodos			
Antenas de microondas			
Dispositivos de Teraherzios			
Electrónica transparente			
Electrónica flexible			
Interferometría electrónica			
Nanotubos de ensayo			
Materiales: nuevas aplicaciones			
Nuevos materiales			
Plantillas			
Dispositivos de recolección de energía			
NOMS			
Otros elementos mecánicos			
Gestión térmica			
Nanorobótica			

Como puede observarse, y era de esperar, son las referencias científicas las que tratan mayoritariamente sobre nuevos temas. Solamente los casos de electrónica transparente, electrónica flexible y dispositivos de recolección de energía no aparecen en las referencias científicas; ello puede ser debido a que estas aplicaciones no se basan en conocimiento científico nuevo sino en nuevas materializaciones de cosas ya conocidas.

Respecto a las disciplinas científicas que se detectaron en el informe "Nanotubos de Carbono: Aplicaciones" como ámbito de utilización de los nanotubos (electrónica, sensores, instrumentación científica, fotónica, materiales, biotecnología y química, energía, y mecánica), todas ellas siguen siendo consideradas como campos de aplicación potencial en las referencias científicas, proyectos y patentes analizados para la elaboración de este informe de actualización, con las únicas excepciones de la fotónica y la instrumentación científica que no son mencionadas por ninguna patente.

El hecho de que las aplicaciones para los nanotubos de carbono ya conocidas se mantengan y que surjan otras nuevas sólo confirma el elevado potencial que tiene este material para ser utilizado en multitud de ámbitos, en alguno de los cuales prometen aportar prestaciones verdaderamente revolucionarias.