

Un equipo de investigadores de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) ha diseñado el primer chip fabricado íntegramente en España destinado a medir el viento de Marte. Es la pieza clave del anemómetro que incorpora una estación meteorológica desarrollada por científicos españoles para el vehículo *Mars Science Laboratory* (MSL) de la NASA, cuyo lanzamiento está previsto para el otoño de 2009.

# Científicos españoles diseñan un chip para medir el viento de Marte

Fernando Cohnen

Es una de las misiones más ambiciosas de la NASA. El vehículo robotizado que la protagonizará, el *Mars Science Laboratory* (MSL), es un *rover* diseñado para averiguar si Marte fue, o todavía lo es, un planeta capaz de soportar vida microbiana. Esta exploración planetaria constará de los instrumentos más avanzados para detectar vestigios de habitabilidad en el planeta vecino. Gracias a ellos, el MSL analizará decenas de muestras extraídas del suelo y de las rocas para obtener datos precisos sobre el clima y la geología de Marte.

Entre los instrumentos que lleva a bordo se encuentra la estación meteorológica REMS (*Rover Environment Monitoring Station*), que medirá la temperatura del aire y del suelo, la presión atmosférica, la radiación ultravioleta y la humedad, así como la velocidad y dirección del viento. Y todo eso será posible gracias al chip que han diseñado los ingenieros españoles. Los detalles de esta aportación científica han sido publicados recientemente en la revista *Planetary and Space Science*.

Luis Castañer, coordinador del Grupo de Micro y Nano Tecnologías de la UPC y miembro de la RAI que ha desarrollado la pieza, explica que este chip «es más eficiente en términos energéticos que los de-



*El vehículo robotizado Mars Science Laboratory (MSL)*

sarrollados anteriormente. Por primera vez se utiliza tecnología de silicio para esta aplicación en el espacio». Cada chip o «dato» de silicio mide 1,5 milímetros de lado e incorpora tres elementos de platino sensibles a la temperatura: uno mide la temperatura del chip, otro lo calienta unos 25 °C por encima de la temperatura ambiente, y el tercero ajusta las características del sensor de viento.

Los nombres de los cuatro ingenieros que participan en esta misión viajarán a Marte grabados en un chip del sensor de viento. Sin duda, un gran privilegio para los investigadores españoles, sobre todo

si tenemos en cuenta la relevancia de la misión que va a protagonizar el vehículo espacial *Mars Science Laboratory*. Este *rover* será dos veces más grande y tres veces más pesado que los vehículos enviados anteriormente a Marte: el *Spirit* y el *Opportunity*.

El Grupo de Micro y Nano Tecnologías (MNT) ha patentado un sistema que permite averiguar la magnitud del viento y su dirección en un plano utilizando cuatro chips colocados sobre una placa en dicho plano, y tomando como referencia la temperatura ambiente que mide con un quinto chip idéntico a los otros cuatro.



MSL realizará cuatro tipos de investigaciones. Por un lado, estudiará el potencial biológico del entorno, inventariando los elementos químicos fundamentales para la vida y detectando la presencia de compuestos orgánicos. Por otro, caracterizará la geología y geoquímica de la región, analizando la composición de la superficie de Marte e interpretando los procesos que han formado o modificado sus rocas. Los instrumentos del vehículo también servirán para investigar la radiación superficial y algunos procesos atmosféricos que, como los referidos al agua, pudieran ser relevantes para determinar si en el pasado existieron seres vivos en el planeta vecino.

Otro de los investigadores españoles que está contribuyendo a la buena marcha de esta misión espacial es Fernando Abilleira, un ingeniero que lleva casi cinco años trabajando en el *Jet Propulsion Laboratory* (Jet), que la agencia espacial estadounidense tiene en Pasadena (California). Abilleira colabora en la optimización de trayectorias, en el periodo de lanzamiento del vehículo espacial y en el diseño de esta gran aventura planetaria. «Es una misión verdaderamente fascinante y, sin duda, la más desafiante jamás mandada a Marte», asegura el ingeniero español en *La Voz de Galicia*.

La electricidad que necesitará el *rover* para su funcionamiento será proporcionada a las baterías del vehículo por un generador nuclear de plutonio. Gracias a la energía nuclear que alimentará al MSL, el vehículo podrá estar operativo sin interrupción durante al menos un año marciano (687 días terrestres). Los investigadores de la NASA aseguran que el *rover* será capaz de recorrer más de 20 kilómetros sobre la superficie del planeta rojo recogiendo muestras para su análisis en el pequeño laboratorio que lleva a bordo.

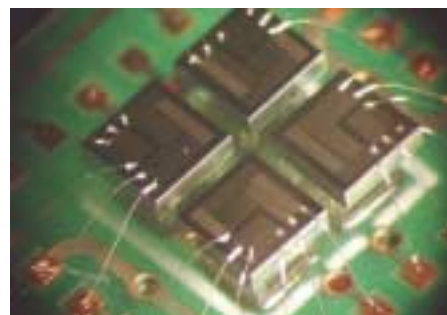
El MSL portará dos ordenadores potentes. Uno de ellos funcionará permanentemente, quedando el otro a la espera por si se produjera un fallo en el principal. Esta sofisticada joya tecnológica irá equipada con una unidad de mediciones inerciales que proporcionará información a los tres ejes de tracción, lo que permitirá conocer de forma precisa los movimientos verticales, horizontales y laterales del *rover*, algo fundamental para dotar

Utilizando esta metodología se puede medir la velocidad del viento en 2D, pero se puede deducir la velocidad en 3D poniendo tantas placas como se necesiten. La estación meteorológica REMS incorpora 6 sensores de viento, con 5 chips de silicio cada uno, situados en el extremo de dos plumas o *booms* y separados en un ángulo de 120 grados. La fabricación de estos chips se ha realizado en el Laboratorio de la Sala Blanca del grupo MNT, que ha contado con la colaboración del Centro de Astrobiología (CAB, centro mixto del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas), EADS Astrium Crisa —empresa encargada del ensamblaje industrial de la estación—, y el Centro Nacional de Microelectrónica de Barcelona. Algunos ensayos se han realizado en el túnel de viento de la Universidad de Aarhus (Dinamarca).

La estación ya se ha incorporado al *rover* MSL, y actualmente se realiza la validación de sus instrumentos bajo la supervisión del *Jet Propulsion Laboratory* de California (EE.UU.), para tenerlo todo listo en otoño de 2009 cuando está previsto su lanzamiento hacia Marte. El



**Michael Griffin, Presidente de la NASA**



**Imagen del "chip" diseñado por investigadores españoles**

de mayor seguridad sus desplazamientos por la superficie marciana.

Asimismo, el MSL irá equipado con una serie de cámaras digitales que facilitarán imágenes en 3D del entorno que será. Éstas serán vitales para evitar que el vehículo se pierda o choque contra obstáculos inesperados. Cada cámara tendrá un campo de visión de 45° que apoyará al equipo de navegación en tierra para planificar los movimientos del vehículo.

Para sus desplazamientos, el MSL constará de seis ruedas, cada una con su propio motor. Las dos ruedas frontales y traseras también tendrán motores para girar, lo que permitirá mover el vehículo 360° en cualquier momento. El *rover* dispondrá de una antena de baja ganancia omnidireccional que facilitará el envío de información en todas direcciones. Para transmisiones de mayor velocidad, el MSL irá equipado con una antena de alta ganancia direccional que le permitirá apuntar hacia la Tierra para mandar un importante caudal de información. Ambas antenas harán posible tanto el envío de datos como la recepción de comandos. Además, el vehículo de exploración se podrá comunicar con las naves que orbitan el planeta rojo, en especial con la *Mars Reconnaissance Orbiter*.

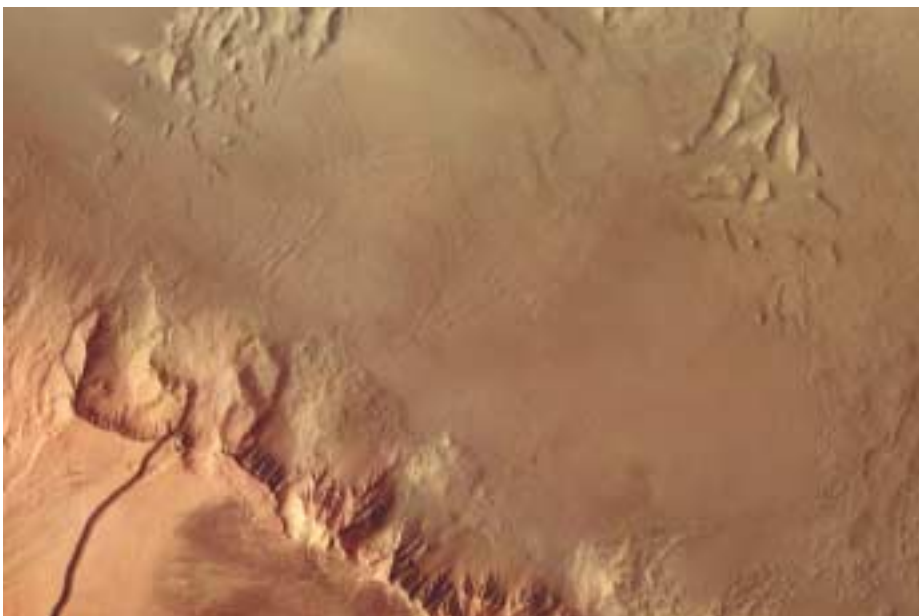
Los principales objetivos científicos del *rover* consistirán en la búsqueda y análisis de un amplio rango de rocas y suelo que puedan dar pistas sobre la actividad del agua en el pasado. Para lograrlo, el MSL irá equipado con un brazo ro-



*La nave Phoenix de la NASA aterrizando en Marte*



*Ingeniero ensamblando el "rover" marciano*



*Imagen de la superficie marciana tomada por una nave orbital*

bótico que será capaz de tomar muestras y depositarlas en el laboratorio que incorporará el vehículo. Este brazo mecánico llevará cinco motores y cinco herramientas en su extremo para llevar a cabo todas las operaciones de recogida y análisis de muestras.

El pasado 3 de noviembre los ingenieros de la NASA anunciaron que finalizaba la misión en Marte de la nave *Phoenix*, que hasta entonces se encontraba operativa en la superficie marciana, en una región cercana al Polo Norte del planeta vecino. La progresiva oscuridad y la bajada de temperaturas impiden que se recarguen las baterías solares de este ingenio espacial, que llegó al planeta rojo el pasado 25 de mayo para una misión científica de tres meses.

El 2 de noviembre se recibió la última comunicación de la nave. Cabe recordar que el año marciano es equivalente a dos años terrestres. Por lo tanto, hasta octubre de 2009, el ingenio no dispondrá de luz solar suficiente para revivir, aunque los expertos creen que no lo hará en ningún caso. El largo periodo de tiempo sin funcionar dejará sin capacidad de respuesta a sus baterías. En cualquier caso, los datos que ha aportado la *Phoenix* han confirmado que existe agua bajo la superficie de Marte. Mientras esta misión finaliza, los ingenieros de la NASA dan los últimos toques a la nueva aventura marciana del *rover* MSL. Si se cumple el calendario previsto, la nueva odisea espacial comenzará el próximo otoño. ●

## ENTREVISTA A LUIS CASTAÑER, COORDINADOR DEL GRUPO DE MICRO Y NANO TECNOLOGÍAS DE LA UPC Y MIEMBRO DE LA REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA (RAI)

**¿Cuál es la función del chip que han diseñado?**

Se trata de un chip de silicio que contiene tres resistencias de platino y que sirven para calentar todo el chip y medir la temperatura, y por lo tanto los cambios de ésta producidos por el movimiento de aire. De esa información se deduce la velocidad del viento. Disponiendo varios de esos chips en un plano es posible deducir también la dirección de la que procede el viento. Este chip implementa el principio de medida del hilo caliente, que se ha venido usando desde antiguo para medir la velocidad del aire. La principal diferencia es que, al ser la atmósfera marciana de baja presión, la interacción del sensor con el aire es mejor en las dimensiones de un chip de pocos milímetros, como es el nuestro. Por otro lado, el hecho de que la tecnología del silicio es bien conocida, permite fabricar sensores y calefactores de manera muy precisa y fiable.

**¿Cuánto tiempo de investigación ha requerido la fabricación del chip?**

Prácticamente tres años, desde que se hicieron las primeras pruebas hasta que se fabricaron los dispositivos de vuelo y se realizaron las medidas individuales de cada uno de ellos. En el funcionamiento de este sensor es importante que las características de los diferentes chips estén bien apareadas, para poder trabajar con señales diferenciales.

**¿Qué tipo de tecnología han utilizado para desarrollarlo?**

Se trata de la tecnología planar de silicio utilizando un paso de oxidación inicial del silicio, seguido de depósito de la película de Platino que se graba mediante un proceso de *lift-off* para conseguir la forma y los valores requeridos de las resistencias resultantes. Simultáneamente, el concepto de medida, basado en un lazo cerrado con salida digital directa,



y en medidas diferenciales, hace que la lectura sea poco dependiente de la temperatura del aire.

**¿Podría comentar el número de investigadores que han participado en el proyecto? ¿Han intervenido otros centros de investigación?**

El chip lleva los nombres de cinco investigadores de nuestro grupo, cuatro españoles y un polaco, aunque también su éxito se debe a los compañeros que dirigen y gestionan la Sala Blanca que es como denominamos a nuestro Laboratorio, y a sus técnicos de mantenimiento.

La concepción, el diseño y la fabricación del chip se ha hecho totalmente en nuestro Laboratorio, así como el concepto del sistema electrónico y el montaje del prototipo de la electrónica necesaria. Los chips han sido individualmente medidos y asociados en grupos apareados también en nuestro Laboratorio. Posteriormente los chips se entregaron a CRISA que es la empresa que ha hecho el ensamblado con la versión de vuelo de la electrónica y dentro del soporte desarrollado también por el Centro Nacional de Astrobiología (CAB). En alguna fase inicial del proyecto también tuvimos colaboración con el Centro Nacional de

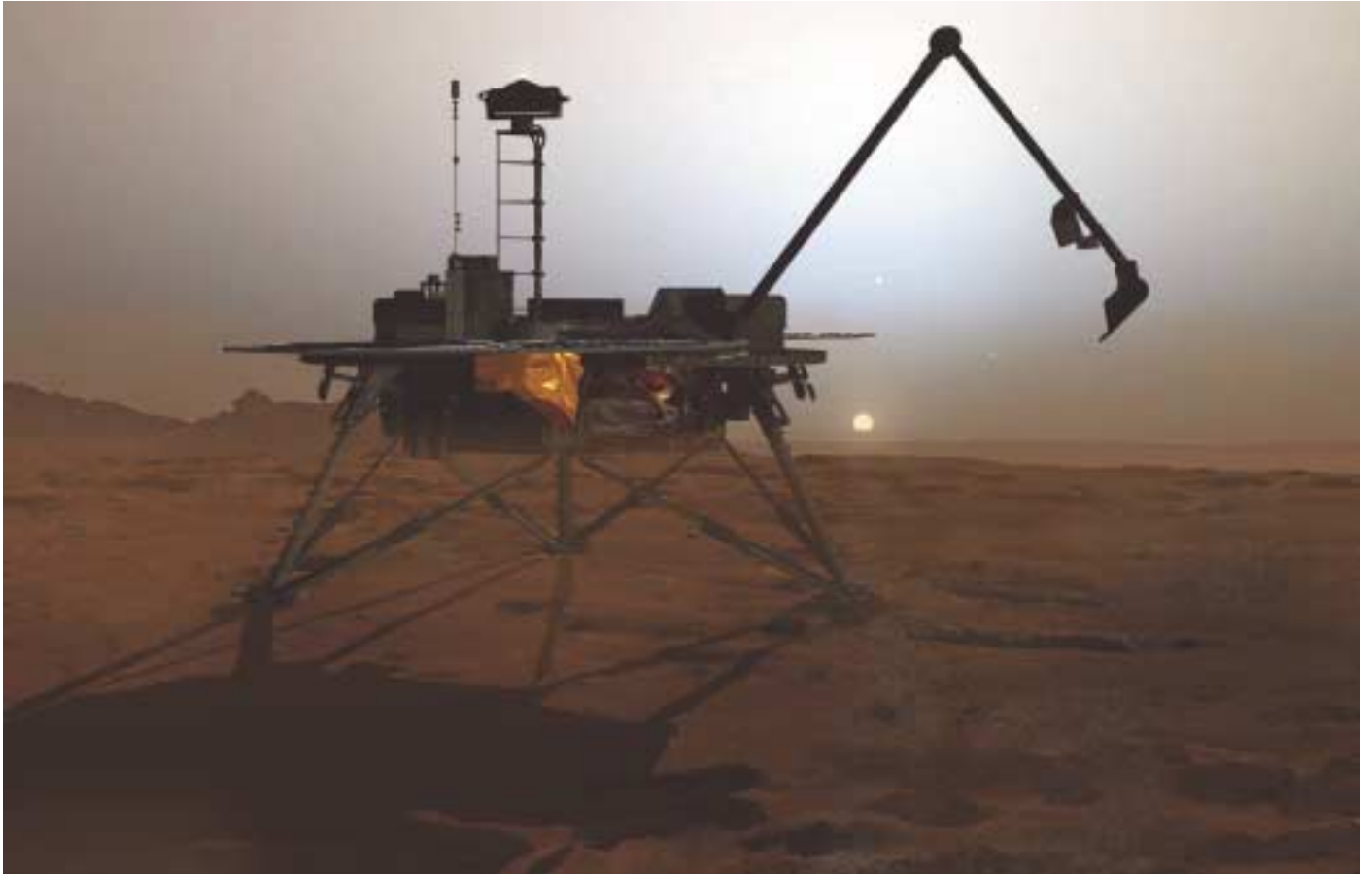
Microelectrónica (CNM) de Barcelona que nos suministró unas piezas mecanizadas de pyrex para aislamiento térmico. Asimismo, hemos hecho medidas de sensibilidad en un tunel de viento de atmósfera marciana que se encuentra en la Universidad de Aarhus en Dinamarca.

**¿Cómo surgió su participación en esta misión de la NASA?**

El Ministerio de Educación financia la estación meteorología remota (REMS) que va a ir en el *rover* de la misión MSL. En su día el Prof. Luis Vázquez de la UCM fue el primer investigador principal de REMS y nos propuso participar en este proyecto, en el sensor de viento. Nosotros teníamos ya publicaciones y experiencia en sensores de caudal de aire y de agua para aplicaciones industriales y el reto ha sido pensar y construir un diseño adecuado para la atmósfera marciana, demostrar que es capaz de medir velocidad y dirección del viento, y de superar los ensayos necesarios para las misiones espaciales.

**¿Cuál será la misión del vehículo robotizado Mars Science Laboratory en el planeta rojo?**

Se trata de una misión muy compleja cuyo objetivo fundamental es averi-



*Recreación artística de una nave de la NASA posada en la superficie marciana y accionando su brazo robótico*

guar si las condiciones presentes o pasadas de Marte pueden o pudieron soportar vida. Para eso se van a usar numerosos instrumentos, uno de los cuales es REMS, que además del sensor de viento lleva sensores de humedad, presión, temperatura, y UV.

### **¿Cree factible enviar en un futuro próximo una misión tripulada a Marte?**

La investigación espacial siempre ha motivado a la humanidad y Marte es un planeta relativamente cercano cuyo estudio puede desvelar algunas incógnitas científicas. No creo que sea descartable que haya misiones tripuladas a Marte en el horizonte de algunas décadas.

### **¿Qué nivel ocupa la investigación científica española en el mundo?**

Desde que yo empecé mi carrera académica, en los años setenta, ha habido un cambio muy importante en la situación de la investigación en España: ha habido recursos en unos niveles que antes

no había, ha habido fondos FEDER aplicados también a la investigación y hemos sido testigos de un acceso masivo de jóvenes a los estudios universitarios y más moderado de jóvenes a la investigación. Simultáneamente, las empresas necesitan productos de valor añadido, que solo se lo puede aportar, hoy en día, su contenido tecnológico. La presencia española en las publicaciones internacionales prestigiosas es ya de muy buen nivel y número. Finalmente, casi todo el mundo coincide en que la realidad española de transferencia de tecnología está por debajo de sus posibilidades. Yo pienso que quizá deberíamos todos entender mejor el papel que cada uno de los actores en la I+D deben jugar y facilitar la implicación y el concurso de cada uno de ellos.

### **Si estuviera en su manos, ¿qué cosas cambiaría en la investigación en España? ¿Cree que nuestro país debería hacer un mayor esfuerzo en I+D?**

Lo normal sería contestar a esta pregunta diciendo que hacen falta más

recursos, pero, a parte de que pueda ser verdad en algunas áreas, la investigación es también una cuestión de talento, interés, estímulo y recompensa. Vivimos tiempos, en general en todo el mundo, en que se tienden a aplicar modos de gestión empresarial también a la I+D, y yo creo que no es todo directamente transplantable. Yo digo muchas veces que, en este tipo de gestión «moderna», aquello que no es posible poner en una hoja de cálculo, se deja a un lado. Los que conocen la I+D saben perfectamente que el talento, el interés, el estímulo y la recompensa son conceptos que se acomodan mal en un Excel. Yo creo que intentaría evitar que el seguimiento de las modas (europeas) como por ejemplo la exigencia, en la práctica, de la creación de consorcios grandes para la realización de proyectos, impidiera aprovechar toda la energía que el sector tiene.

Fernando Cohnen,  
*Jefe de Prensa del COITT.*