

Un peu a Mart, amb el 'Curiosity'

Després de gairebé set anys de treball, el vehicle tot terreny *Curiosity* de la missió Mars Science Laboratory (MSL) de la NASA viatja cap a Mart a bord d'un coet Atlas que es va enlairar el 26 de novembre des del Centre Espacial J. F. Kennedy a cap Canaveral, Florida. És el vehicle més ben equipat que la NASA ha enviat fins ara al planeta vermell i disposa de tecnologia desenvolupada a l'ETS d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona.

FOTO 1 El tot terreny *Curiosity* estudiarà tant les condicions meteorològiques actuals com les que hi havia fa milers de milions d'anys.

Si tot transcorre amb normalitat, el *Curiosity* arribarà a la seva destinació el mes d'agost després de recórrer milions de quilòmetres. L'objectiu de la missió MSL, un laboratori científic a Mart, és estudiar la superfície del planeta vermell mitjançant els instruments allotjats en el *Curiosity*. Entre aquests es troba una estació de monitoratge mediambiental anomenada REMS (Rover Environmental Monitoring Station). És l'aportació espanyola a la missió i s'encarregarà de mesurar la temperatura de l'aire i del sol, la pressió atmosfèrica, la radiació ultraviolada i la humitat, així com la velocitat i la direcció del vent.

Aquests registres, a més de contribuir a la comprensió del clima de Mart, facilitaran la consecució de l'objectiu final de la missió: determinar si aquest entorn disposa de condicions favorables per a la vida microbiana.

L'estació incorpora un sensor de vent

equipat amb un xip de silici dissenyat i fabricat en el laboratori de la sala blanca del Grup de Recerca en Micro i Nanotecnologies, vinculat al Departament d'Enginyeria Electrònica de la UPC. A la superfície del xip hi ha gravats en dimensions micromètriques els noms dels cinc investigadors del grup que l'han desenvolupat: Luis Castañer, Vicente Jiménez, Manuel Domínguez, Lukasz Kowalski i Jordi Ricart.

L'atmosfera marciana està composta principalment de diòxid de carboni (95,32 %), la temperatura mitjana és de 63 graus sota zero i la pressió oscil·la entre 600 i 1.000 pascals. Sens dubte, condicions extremes per a qualsevol instrument. "Una pressió atmosfèrica tan baixa (la terrestre supera els 100.000 pascals) implica grans dificultats a l'hora d'estudiar les propietats de l'aire, ja que limita molt la interacció entre les molècules de l'entorn i qualsevol dispositiu", explica Castañer, investigador del Grup

de Recerca en Micro i Nanotecnologies i director de l'equip científic que ha dissenyat el xip.

Els responsables de la missió han escollit com a punt d'aterratge del *Curiosity* el cràter Gale, d'uns cent quilòmetres de diàmetre i amb un monticle central de cinc quilòmetres d'alçada. "És un forat

La missió MSL estudia si a Mart hi ha condicions favorables per a la vida microbiana

de les dimensions del Grand Canyon a Colorado. La zona d'exploració té grans desnivells, la qual cosa fa que els fluxos de vent siguin especialment notables", afegeix Castañer.

Des que es va iniciar l'era de l'exploració de Mart el 1960 amb la missió russa

Korabl 4, a la qual van seguir, entre d'altres, la Mariner el 1971, la Mars Global Surveyor i la Mars Pathfinder el 1997 o la Phoenix el 2008, al voltant de 40 missions s'han apropiat al planeta vermell. Algunes de les missions han inclòs vehicles equipats amb instruments de mesura de la velocitat del vent. La majoria de dades des de la superfície de Mart les va recollir la instrumentació de la missió Viking de la NASA el 1976.

Per mesurar el vent, el sistema que han desenvolupat els investigadors de l'ETS d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona es basa en el principi físic conegut com *anemometria de fil calent*. El mètode tradicional per fer-ho, que s'ha emprat amb èxit altres vegades, consisteix a escalfar un fil de platí (molt utilitzat en electrònica perquè la seva resistència és sensible a la temperatura) mitjançant un corrent elèctric i mesurar el canvi de temperatura quan el vent el refrigera. És precisament la diferència de temperatura el que permet saber la velocitat del vent. "Nosaltres, en comptes d'utilitzar un fil o una pel·lícula de platí, el que hem fet servir són volums semiconductors que s'escalfen amb l'ajuda d'unes resistències gravades a la superfície del xip", afirma l'investigador Vicente Jiménez.

Mesura més eficient

Però, més que el mètode de mesura, la diferència fonamental implementada per l'equip de la UPC respecte d'altres solucions és la utilització de diversos volums a temperatura constant. "Això no és una cosa habitual. El que hem fet és fixar la temperatura amb un increment (deu graus o més) per sobre de la de l'aire. Aleshores, calculant la potència que es necessita per mantenir la temperatura, deduïm la velocitat de l'aire", afegeix Vicente Jiménez. D'aquesta manera el sensor és més eficient energèticament que els existents fins ara.

En una missió espacial un requisit fonamental de qualsevol instrument és la funcionalitat. Aquest paràmetre s'ha de demostrar en les condicions ambientals, en aquest cas de Mart, que són baixa temperatura i baixa pressió. La instrumentació també ha de passar unes proves de vibració, xoc o estrès tèrmic. Aquestes condicions s'han reproduït en una cambra de baixa pressió, la MarsLab-UPC, a les instal·lacions del Parc UPC, a l'edifici K2M del Campus Nord de Barcelona.

La validació del xip es va fer sota la supervisió del Jet Propulsion Laboratory de Califòrnia. Però superar els assajos no ha estat un camí fàcil. "Fins que no vam fer la primera demostració amb el prototip, el vam posar en una atmosfera marciana, vam encendre motors per generar vent i vam treure les primeres mesures gràfiques que demostraven que el disseny funcionava, ningú no donava crèdit als nostres models i càlculs", recorda el científic Lukasz Kowalski.

L'inici de la participació de la UPC es remunta a l'any 2004, quan el Centre

El xip de silici dissenyat i fabricat a la UPC és l'element cabdal del sensor de vent

d'Astrobiologia (CAB) de Madrid es va adreçar al Grup de Recerca en Micro i Nanotecnologies per la seva experiència prèvia en la mesura de cabals de vent i aigua. "Però això no ens assegurava la participació en la missió. Abans cal pas-

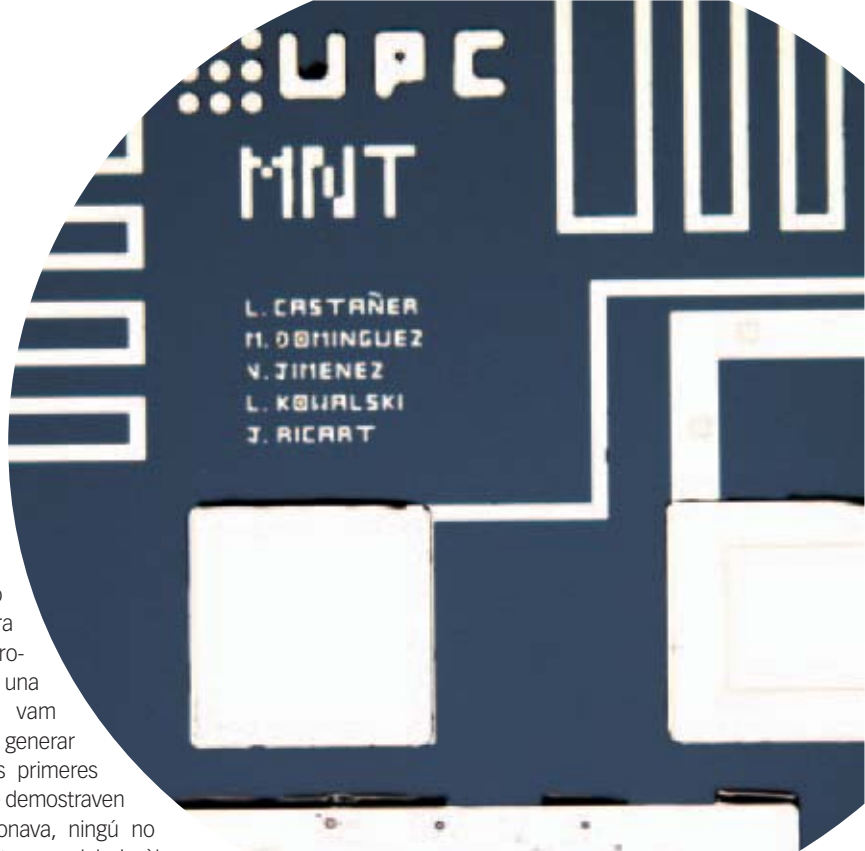
sar molts tests i exàmens, i si no els superes hi ha altres competidors que et passen al davant", assegura l'investigador Manuel Domínguez.

Finançat pel Ministeri de Ciència i Innovació, a través del Centre per al Desenvolupament Tecnològic Industrial espanyol, en el consorci que ha desenvolupat l'estació REMS també hi han participat el CAB, l'empresa CRISA, la divisió espacial de la Companyia Europea de Defensa Aeronàutica i Espai i la Universitat Complutense de Madrid.

Un altre factor clau dels instruments desenvolupats per a cada missió espacial és que siguin operatius dins d'uns límits estrictes de pes i consum de

FOTO 2 El xip conté els noms de les persones de la Universitat que l'han dissenyat i fabricat.

FOTO 3 La instrumentació de l'estació REMS ha estat sotmesa a nombrosos assajos per la NASA.



© NASA/PL-Caltech



© NASA/PL-Caltech

FOTO 4 El sensor de vent mesurarà la velocitat i direcció del vent de forma tridimensional.

FOTO 5 D'esquerra a dreta, Manuel Domínguez, Lukasz Kowalski, Vicente Jiménez i Luis Castañer al costat de la MarsLab-UPC, cambra de baixa pressió que hi ha a l'edifici K2M on es van reproduir les condicions atmosfèriques de Mart.

NOM Lukasz Kowalski
E-MAIL lukasz.kowalski@upc.edu
TEL. 93 401 67 66

NOM Manuel Domínguez
E-MAIL mpumar@eel.upc.edu
TEL. 93 401 56 79

NOM Vicente Jiménez
E-MAIL vicente.jimenez@upc.es
TEL. 93 401 68 41

CONTACTES
NOM Luis Castañer
E-MAIL luis.castaner@gmail.com
WEB www.nasa.gov/msl
TEL. 93 401 67 73

potència. "Aquest és un punt crític. Perquè el sensor de vent sigui sensible a les velocitats de vent previsible, cal subministrar una potència elèctrica per escalfar els xips que estan en contacte amb el medi", explica Domínguez. "Per no superar la potència màxima establerta per a aquest dispositiu, hem hagut d'utilitzar estratègies de control molt estrictes", conclou. Per fer-nos-en una idea, el sensor de vent consumeix 100 mil·liwatts (mW), una potència que no permet encendre una bombeta.

Tecnologia molt valuosa

Si les condicions que experimenten els instruments i components espacials són molt exigents, les seves prestacions han de ser, a més de sofisticades, robustes, ja que les reparacions són en la majoria de casos inviabilitats. Per tant, poder participar en un projecte de la NASA d'aquesta envergadura no tan sols proporciona visibilitat, sinó que també significa

La instrumentació espacial ha de ser operativa dins d'uns límits estrictes de pes i consum de potència

tenir l'oportunitat de demostrar que es pot respondre a tots els requisits que l'Agència estableix per als seus equips. Els enginyers de la UPC asseguren que la tecnologia que es desenvolupa és molt valuosa perquè ja ha estat qualificada per a una missió espacial. És com tenir un segell distintiu que et permet estar ben posicionat en el competitiu món de les missions espacials.

A més a més, el coneixement generat, en general, sol tenir continuïtat d'una missió a una altra i, per tant, la tecnologia que ha funcionat es posiciona com a candidata per a les missions futures. Així ha succeït precisament amb aquest grup, que ha signat un contracte de tres anys per a un altre projecte, centrat a desenvolupar un sensor de vent a Mart. Serà per a una missió conjunta entre Espanya, Rússia, Finlàndia i la Xina. L'objectiu de la missió és llançar una xarxa de 16 estacions meteorològiques que enviïn informació a una nau en òrbita. D'aquesta manera s'obtidran dades globals del planeta vermell.



© NASA/JPL-Caltech

Una Terra simplificada

Mart es troba en la zona d'habitabilitat del sistema solar. La possibilitat que s'hi pugui desenvolupar vida microbiana la determina l'existència d'aigua líquida. Si un planeta és massa a prop de la seva estrella amfitriona, l'aigua que pugui contenir s'evapora; si és massa lluny, es congela. El quart planeta del sistema solar té un enorme interès per a l'astrobiologia, la ciència que estudia l'origen i l'evolució de la vida. Així, la possibilitat de descobrir que hi ha aigua líquida seria un èxit per a la missió MSL.

Però aquest no és l'únic motiu d'interès científic pel planeta vermell. Mart és el més semblant a la Terra pel que fa a les característiques geològiques. Oxigen, silici i ferro són els components principals d'aquest planeta rocós, el diàmetre del qual és aproximadament la meitat del terrestre (6.794 km) i la superfície i la massa, una quarta part i un 10 % de les de la Terra, respectivament. El dia solar marcià és similar al de la Terra, 24 hores i 41 minuts, però l'any dura el doble per la distància que el separa del Sol (686 dies). A més, comprendre el funcionament del clima de Mart pot ajudar a resoldre el model climàtic terrestre.

