

NEWTON – NEW portable multi-sensor scientific instrument for non-invasive ON-site characterisation of rock from planetary surface and sub-surfaces



M. Díaz-Michelena, J.L. Mesa, A.A. Ordóñez and M.A. Rivero (1), L. González and C. Lavín (2), C. Aroca, M. Sanz, M. Maicas, P. Cobos, M. Sanz and M. Pérez (3), R. Kilian (4) and B. Langlais (5)
 (1) Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), Madrid, Spain; (2) TTI, Santander, Spain; (3) Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid, Spain; (4) Universität Trier (UT), Trier, Germany; (5) Laboratoire de Planétologie et Géodynamique (LPG) CNRS and University of Nantes, Nantes, France.

1. NUESTRO OBJETIVO

Muchos objetos espaciales, como por ejemplo la Tierra o la Luna, poseen un campo magnético interno. En algunos cuerpos, como el caso de la Luna o de nuestro vecino Marte, este campo magnético se debe únicamente a la magnetización remanente de la corteza, que fuera antaño magnetizada por un campo magnético global ya extinto. No obstante, las características de esta magnetización remanente y su conexión con el antiguo campo de tipo dinamo permanecen inexploradas. Hasta la fecha tan solo se han realizado medidas magnéticas sistemáticas de Marte y Mercurio a distancias orbitales (decenas de kilómetros), y en la Luna algunas medidas in situ dispersas con las misiones Apollo, revelando gran variabilidad espacial.

La comunidad científica, consciente de la gran cantidad de información que pueden aportar las medidas magnéticas sobre el pasado y el presente de los cuerpos planetarios, está realizando grandes esfuerzos para incluir instrumentación magnética a bordo de los aterrizadores y rovers en futuras misiones espaciales. Esto implica un gran reto tecnológico, pues tanto vehículos como instrumentos han de estar preparados para operar conjuntamente sin comprometer mutuamente sus respectivas prestaciones.

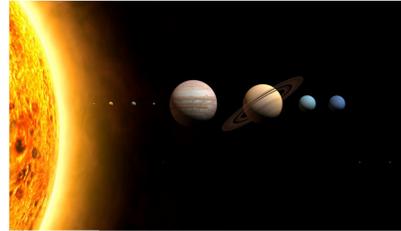


Fig. 1. Sistema Solar.

2. LA SOLUCIÓN

Proponemos un instrumento magnético basado en una nueva tecnología, capaz de realizar una caracterización magnética completa del entorno planetario.

Este instrumento se compone de un magnetómetro vectorial y un novedoso susceptómetro, así como de un sofisticado sistema de potencia y control de corriente, fase y frecuencia, que permite operar al dispositivo.

El susceptómetro ha sido concebido como un núcleo de material ferromagnético en forma de H y arrollado con una serie de bobinados primarios y secundarios, de forma que los primeros producen la señal magnética de frecuencia y fase controlada y los segundos adquieren la información, permitiendo la medida de la susceptibilidad magnética compleja del material.

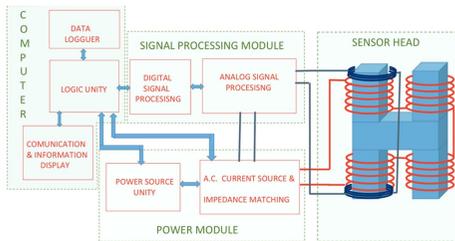


Fig. 2. Diagrama de bloques del Susceptómetro.

3. REQUISITOS DEL INSTRUMENTO

Una gran cantidad de información magnética sobre muestras de la Tierra, la Luna y Marte (meteoritos) ha sido exhaustivamente recopilada y analizada para poder abordar el diseño del instrumento de acuerdo con un punto de vista de aplicación científica, buscando optimizar las características y la mejor adaptación al medio de aplicación que permita al instrumento realizar una caracterización paleomagnética y del ambiente magnético completa.

Características como la susceptibilidad máscica y volumétrica, o el campo de saturación y remanente de las rocas han sido considerados en este estudio.

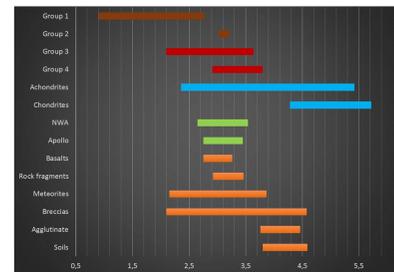


Fig. 3. Susceptibilidad máscica de muestras lunares. Logaritmo de la susceptibilidad en unidades de $10^6 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$.

4. ¿CÓMO FUNCIONA EL SUSCEPTÓMETRO?

El funcionamiento del susceptómetro magnético se fundamenta en una cabeza sensora inductiva cuyas propiedades se ven modificadas en presencia de material magnético. Por medio de la monitorización de las características de la ferrita en H, como su autoinducción y la inducción magnética, se puede determinar la susceptibilidad compleja (real e imaginaria) de la muestra que se desea caracterizar.

La susceptibilidad compleja es una característica que depende de la frecuencia a la que se mide. Para poder medir a diferentes frecuencias sin comprometer el bajo consumo del dispositivo, se recurre a amplificadores magnéticos, que permiten modificar de forma continua la frecuencia de trabajo, frente a otras alternativas que sólo permiten medir a frecuencias discretas o requieren grandes tamaños y mayor consumo de potencia.

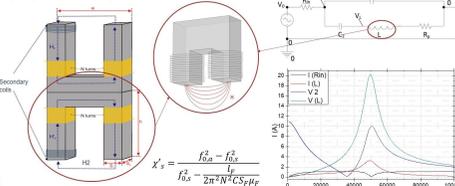


Fig. 4. Diseño esquemático del núcleo en H y del circuito resonante. La fórmula representa la relación entre las frecuencias de resonancia y la susceptibilidad magnética.

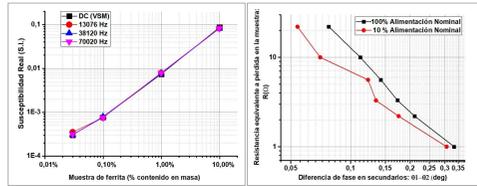


Fig. 5. Resultados de la medida de susceptibilidad real e imaginaria. La figura de la izquierda representa la diferencia de fase producida por una susceptibilidad imaginaria equivalente a unas pérdidas modelizada mediante una resistencia.



www.h2020-newton.eu



Este proyecto ha recibido fondos del programa de investigación e innovación del Horizonte 2020 de la Unión Europea, bajo el acuerdo No 730041.