CDSM FM

Delivery, test and in space operation of the Coupled Dark State magnetometer in the frame of the Chinese CSES mission

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP 13. Ausschreibung (2016)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.11.2016	**Projektende**	31.12.2018
Zeitraum	2016 - 2018	**Projektlaufzeit**	26 Monate
Keywords	Space Magnetometer; Flight Model		

Projektbeschreibung

Skalarmagnetometer basierend auf dem Prinzip des optischen Pumpens können den Betrag des Magnetfeldes mit sehr geringem absolutem Fehler messen. Die gewünschte Genauigkeit bei der Messung des Magnetfeldes kann bei einigen Weltraummissionen nur dann erreicht werden, wenn ein Skalarmagnetometer die traditionell eingesetzten Vektormagnetometer als Referenz ergänzt. 2009 haben das Institut für Weltraumforschung der ÖAW und das Institut für Experimentalphysik der TUG gemeinsam begonnen, den Prototyp eines neuartigen Skalarmagnetometers genannt Coupled Dark State Magnetometer (CDSM) zu entwickeln. Die Vorteile gegenüber anderen absoluten Messtechnologien sind der Messbereich über mehr als 6 Dekaden und die dem Messprinzip inhärente Richtungsunabhängigkeit der Messung, welche ein vereinfachtes rein optisches Sensordesign ohne zusätzliche Anregungsfelder, bewegte Teile oder Elektronik ermöglicht. Dieses Projekt steht im Zusammenhang mit der China Seismo Electro-Magnetic Satellite (CSES) Mission, die im September 2017 gestartet wird. Das CDSM ist Teil eines Drei-Sensoren-Magnetometers, das High Precision Magnetometer (HPM) genannt wird. Es besteht neben dem Skalarsensor noch aus zwei Vektorsensoren (Fluxgate-Sensoren) sowie der Prozessor- und Stromversorgungselektronik, die in China gebaut werden.
CSES ist eine wissenschaftliche Mission der Chinese Earthquake Administration (CEA). In einem sonnensynchronen Niedrig-Erdorbit sollen Schwankungen elektromagnetischer Felder sowie geladener Teilchen in der Ionosphäre und Magnetosphäre gemessen werden, die mit Erdbeben in Zusammenhang stehen.
Im Rahmen eines ASAP 9 Vorgängerprojekts mit Abschluss im Oktober 2016, wurde ein Flugmodell entwickelt, das im November 2016 nach China geliefert werden soll.
Dieser Projektvorschlag umfasst die Lieferung des CDSM Flugmodells nach China, die Integration in das HPM, die Abnahmetests auf Instrumenten- sowie auf Satellitenebene, den Aufbau eines Reservemodells, die Kontrolle des Instruments bei den Vorbereitungen auf den Start, den Aufbau eines Referenzmodells basierend auf dem Reservemodell, die Kommissionierung und den Betrieb des Instruments nach dem Start sowie die Evaluierung der Messgenauigkeit am Beginn der Mission, welche Parallelmessungen mit dem Referenzgerät beinhaltet.
Das CDSM wurde für diese Mission ausgewählt, um das Magnetfeld trotz des Erdmagnetfeldes von bis zu 50.000 nT mit einem maximalen absoluten Fehler von 0.3 nT zu messen. Darüber hinaus ermöglicht diese Mission die erstmalige Erprobung dieses neuen Gerätetyps im Weltraum, welche für die Weiterentwicklung des Schwestergeräts für die Jupitermission JUICE der ESA von großer Bedeutung ist. Die Teilnahme der kooperierenden Institute an der chinesischen

Mission ermöglicht nicht nur eine wissenschaftlich äußerst interessante Vermessung des Erdmagnetfeldes, sondern verstärkt auch die Bindung beider Institute zur chinesischen CSES Mission, wodurch österreichische Wissenschaftler/innen und Studenten/innen am technologischen und wissenschaftlichen Erfolg der Mission verstärkt teilhaben können.

Abstract

Scalar magnetometers based on optical pumping measure the magnitude of the magnetic field with high absolute accuracy. In several mission scenarios full scientific return can only be achieved from the magnetic measurements when a scalar magnetometer is flown in addition to traditional fluxgate (vector) magnetometers.
In 2009, the Institut für Weltraumforschung (IWF/ÖAW) in cooperation with the Institut für Experimentalphysik (IEP/TUG) started the prototyping of a new type of scalar magnetometer which is called Coupled Dark State Magnetometer (CDSM). Compared to other technologies it features a less complex sensor design (no excitation coils, mechanisms and active electronics parts) with inherent omni-directional measurement capability and a high dynamic range of more than 6 decades.
This project is proposed in the context of providing the CDSM for the China Seismo Electro-Magnetic Satellite (CSES) mission which is due for launch in September 2017. The CDSM is part of the High Precision Magnetometer (HPM). HPM also includes two Chinese fluxgate sensors and the common electronics, like digital processing and power supply, which is needed for all three magnetic field sensors.
CSES is a scientific mission of the Chinese Earthquake Administration (CEA) which will fly in a Sun synchronous Low Earth Orbit (LEO) dedicated to monitoring electromagnetic field as well as particle perturbations of the ionosphere and magnetosphere induced by natural sources and to study their correlations with the occurrence of seismic events.
In the frame of an ASAP 9 project (finished end of October 2016), the flight model (FM) of the CDSM has been developed up to its readiness for delivery to China.
The work load of this project comprises the delivery of the FM in Nov. 2017 to China, the integration and acceptance testing of the magnetometer on instrument as well as spacecraft level, the assembly and testing of a spare model, the support of the launch campaign, the configuration of a ground reference system based on the spare model, the commissioning of the instrument after launch as well as the operation and evaluation of the instrument during the early science phase of the CSES mission, which includes parallel measurements with the ground reference system.
The CDSM was selected for this mission to enable the measurement of the magnetic field with an absolute error of less than 0.3 nT in a background field of up to 50,000 nT. Furthermore, it is the first demonstration of this new magnetometer technology in space which is of high importance for the successful development of this type of magnetometer for ESA’s JUICE mission to the Jupiter moon Ganymede.
The participation of the proposing institutions with the absolute scalar magnetometer in the CSES mission not only ensures mission success but will preserve the strong ties of both IWF and IEP to the mission and ensure that Austrian scientists and students are strongly involved in the technological achievements as well as scientific discoveries enabled by these measurements.

Projektkoordinator

- Österreichische Akademie der Wissenschaften Institut für Weltraumforschung (IWF)

Projektpartner

- Technische Universität Graz Institut für Experimentalphysik