

HP-MFA for Foresail

Space demonstration of a high precision magnetometer front-end ASIC aboard the FORESAIL mission

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP, ASAP 16. Ausschreibung (2019)	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.04.2020	Projektende	31.03.2024
Zeitraum	2020 - 2024	Projektlaufzeit	48 Monate
Keywords	Miniaturisation, Magnetometer, Technology Demonstration		

Projektbeschreibung

Eine Möglichkeit Kosten zukünftiger wissenschaftlicher Weltraummissionen zu reduzieren, liegt in der Reduktion der Satellitengröße. Das daraus resultierende verminderte Startgewicht reduziert folglich auch die Startkosten und erhöht somit die Chance mehr Satellitenprojekte durchführen zu können. Wissenschaftliche Geräte die für solche Mission gebaut werden müssen daher ebenfalls an Größe, Gewicht und Leistungsverbrauch einsparen, gleichzeitig jedoch ihre Messqualität erhalten. Um dies zu erreichen muss vor allem die sensornahen Elektronik einem Miniaturisierungsprozess unterzogen werden.

Vor mehr als 15 Jahren begann das Institut für Weltraumforschung (IWF) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, eine miniaturisierte Version der Front-end Elektronik zur Verarbeitung von Signalen von Magnetfeldsensoren auf Basis von Application Specific Integrated Circuits (ASIC) zu entwickeln. Dieser Mikrochip firmiert unter dem Namen Magnetometer Front-end ASIC (MFA).

Der MFA wurde in NASAs 4-Satelliten-Mission Magnetospheric MultiScale (MMS), als auch bei ESAs Beitrag zum südkoreanischen Weltraumwetter-Satelliten GEO-KOMPSAT-2A (GK-2A), erfolgreich eingesetzt. Bei beiden Missionen, also insgesamt 6 Magnetometer, hat der MFA seine überragende Funktionalität und Konkurrenzfähigkeit, verglichen mit diskret aufgebauter Elektronik anderer Magnetometer, bewiesen. Aus heutiger Sicht ist der MFA leider nicht mehr ganz perfekt in Bezug auf zukünftige Weltraumprojekte. Das zeigt sich vor allem im unzureichenden Dynamikbereich und in der limitierten Strahlungsfestigkeit. Außerdem hat sich die Anzahl an weltraumqualifizierten MFAs über die Jahre erschöpft und eine Nachproduktion und damit verbundenen Re-qualifizierung basierend auf einem auslaufenden Chip-Herstellungsprozess ist nicht zielführend.

Dieses Projekt wird vom IWF gemeinsam mit dem Institut für Elektronik der Technischen Universität Graz (TUG) durchgeführt. Ziel ist (1) die Entwicklung und Test einer neuen Generation des Magnetometer Front-End ASIC basierend auf einer Konzeptstudie eines Vorgängerprojekts, und (2) der Nachweis der Weltraumtauglichkeit des neuen MFAs durch den Einsatz am finnischen CubeSat FORESAIL-2. Das ermöglicht sowohl eine rasche Weltraumqualifikation der Neuentwicklung, als auch die Erforschung einzigartiger Phänomene im Strahlungsgürtel der Erde durch die Forscher am IWF.

Ein Erfolg dieses Projektes verspricht eine Teilnahme an einer 32-Satelliten-Mission der NASA, die nur mittels ASIC-basierender Elektronik bewerkstelligt werden kann. Weiters ermöglicht dieses Projekt die Teilnahme an der bereits ausgewählter ESA Kleinsatellitenmission Comet-Interceptor, für die ebenfalls miniaturisierte Elektronik erforderlich ist.

Überdies wird der MFA der nächsten Generation auch schon für weitere Weltraummissionen in Betracht gezogen wie NASAs 2-Satellitenmission OHMIC zur Erforschung der Polarlichter und einer kombinierten Asteroiden- und Kometenmission der chinesischen Weltraumorganisation CNSA. Durch die Weiterentwicklung des Magnetometer Front-end ASICs wird die internationale Sichtbarkeit und Expertise des IWF im Bereich der Magnetosphären- und Planetenforschung bewahrt und weiter verbessert.

Für das Institut für Elektronik der TUG ist dieses Projekt die perfekte Gelegenheit, die Expertise und Wettbewerbsfähigkeit im Bereich der Entwicklung von hochpräziser und strahlungsfester Mikroelektronik auszubauen. Erfolgreich abgeschlossene Projekte im Bereich der integrierten Sensorelektronik und robusten Sensorsignalverarbeitung bieten hierfür eine optimale Basis.

Abstract

One possible aspect to reduce costs of space exploration and hence allowing for more frequent missions is to reduce the spacecraft size and to bring required launch masses down.

Scientific instruments for such missions do require more and more reductions in resource requirements, such as volume, mass and power while at the same time achieving at least the same performance as conventional instruments.

Consequently, it is important that especially the instrument front ends and readout units undergo miniaturization.

More than 15 years ago, the Space Research Institute (IWF) of the Austrian Academy of Sciences has started to develop a miniaturized front-end electronics based on an Applications Specific Integrated Circuit (ASIC) for the readout of magnetic field sensors. The electronics chip has thus been called Magnetometer Front-end ASIC (MFA).

The MFA has been successfully flown on the NASA's four satellite mission called Magnetospheric Multiscale (MMS) and on ESA's participation in the South Korean space weather satellite GEO-KOMPSAT-2A (GK-2A). For both missions (MMS was launched in 2015 and GK-2A in 2018) and in total six flight magnetometers, the MFA has been showing superior functionality and competitive performance compared to magnetometers with discretely built electronics. The drawbacks of the MFA as of today are its limited dynamic range, its only moderate radiation harness and the fact that the lifetime of the chip process has come to an end.

This project shall be performed in a close cooperation between IWF and the Institute of Electronics of the Graz University of Technology. It aims for (1) the development and test of a new generation magnetometer front-end ASIC based on a concept study, which was done within a precursor project, and (2) the space demonstration of the new MFA aboard a Finish CubeSat called FORESAIL, which shall enable a rapid technology uplift of the new development and moreover unique radiation belt investigations by IWF scientists.

The success of this project will pave the way for the participation of the proposing institutions in ESA's already selected Comet-Interceptor mission, for which low-resource electronics is mandatory because the second of in total two spacecraft is very much constrained in resources, and a constellation mission with 32 satellites by NASA, that can only be realised with ASIC based electronics. Besides that, the next generation MFA is considered for various other space missions by the community, such as for NASA's dual satellite OHMIC mission and the Chinese near-Earth asteroid and main-belt comet explorer.

As a result, IWF will be able to keep and even further extend the high level of visibility and expertise in the field of magnetospheric and planetary research based on magnetic field data. For the Institute of Electronics of TUG, this project will be a perfect opportunity to enhance the expertise and competitiveness in the development of high-precision and radiation hard microelectronics.

Projektkoordinator

- Österreichische Akademie der Wissenschaften

Projektpartner

- Technische Universität Graz