



Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021

Titolo del progetto: Propulsori al Plasma per trasporto spaziale sostenibile

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:
ENERGIA E AMBIENTE

Responsabile scientifico: Paolo Teofilatto

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 6

Numero di mensilità da svolgere all'estero: 6 presso Université Libre de Bruxelles, campus di Bruxelles (Belgio)

Azienda: IONVAC Srl

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 10000

Dipartimento finanziatore: Non assegnato con delibera del 21/09/2021

Progetto di ricerca:

Si propone di sviluppare la progettazione concettuale di un innovativo propulsore al plasma basato sull'esperimento PROTO-SPHERA (<https://www.afs.enea.it/project/protosphera/>) del Centro Ricerche ENEA Frascati.

L'esperimento PROTO-SPHERA confina un plasma sferico in una configurazione semplicemente connessa, elemento importante per la realizzazione di motori compatti e leggeri, ideali per applicazioni spaziali.

Questa configurazione facilita le fasi di costruzione, operazione e manutenzione. In PROTO-SPHERA la formazione di un plasma toroidale avviene per auto-organizzazione di un arco di plasma generato tra due elettrodi. Questa configurazione, unica nel suo genere, è particolarmente adatta per un propulsore a fusione e si pone in competizione con esperienze analoghe come quelle del Princeton Plasma Physics Laboratory, dell'Università di Washington e della NASA. La geometria utilizzata consente di facilitare le operazioni di rifornimento del plasma e di espulsione dei prodotti, al contempo sviluppando spinte significative ed esibendo una grande efficienza nel consumo di propellente (elevato impulso specifico).

Per il propellente utilizzato si useranno propellenti verdi come idrogeno e/o metano.

Il progetto di ricerca prevede lo sviluppo di un nuovi software: un codice di equilibrio in grado di considerare anche le alterazioni 3D della simmetria assiale della macchina e lo studio delle riconessioni magnetiche. Questi software verranno validati attraverso campagne sperimentali mirate.

Inoltre, mediante l'utilizzo di un codice Monte Carlo, sarà caratterizzata la perdita di particelle energetiche e studiata la sua dipendenza dal sistema di confinamento magnetico al fine di sviluppare un sistema di controllo delle perdite.

Infine, mediante un codice PIC, sarà progettato un ugello magnetico che ottimizza la velocità di eiezione delle particelle cariche. Durante il progetto di ricerca saranno valutati con attenzione vari aspetti come la composizione del plasma, le reazioni utilizzabili, il sistema di riscaldamento ausiliario del plasma, la possibilità di realizzare il campo magnetico mediante magneti permanenti, il recupero dell'energia mediante sistemi di conversione diretta, sistemi combinati di schermatura e "breeding" (produzione del trizio), la schermatura delle radiazioni e la realizzazione di un prototipo dimostrativo del propulsore. Il lavoro di progettazione si affiancherà ad esperienze di laboratorio sulla macchina PROTO- SPHERA e produrrà lavori scientifici pubblicati su riviste internazionali.

Il Progetto prevede ulteriori collaborazioni con INAF e una dichiarazione di interesse di ASI.

Titolo del progetto (inglese): Plasma thrusters for sustainable space transport

Progetto di ricerca (inglese):

The proposal aims to develop the conceptual design of an innovative plasma thruster based on the PROTO-SPHERA experiment (<https://www.afs.enea.it/project/protosphera/>) of the ENEA Frascati Research Center.

The PROTO-SPHERA experiment confines a spherical plasma in a simply connected configuration, an important element for the realization of compact and light motors, ideal for space applications.

This configuration facilitates the construction, operation and maintenance phases. In PROTO-SPHERA the formation of a toroidal plasma occurs by self-organization of an arc of plasma generated between two electrodes. This unique configuration is particularly suitable for a fusion and competes with similar experiences such as those of Princeton Plasma Physics Laboratory, university of Washington and NASA. The geometry used makes it easier to plasma replenishment and product ejection operations, while developing significant thrusts and exhibiting great efficiency in propellant consumption (high specific impulse).

Green propellants such as hydrogen and/or methane will be used for the propellant used.

The research project involves the development of a new software: a balancing code capable of also consider the 3D alterations of the axial symmetry of the machine and the study of reconnections Magnetic. This software will be validated through targeted experimental campaigns. In addition, by the use of a Monte Carlo code, will be characterized by the loss of energetic particles and studied its dependence on the magnetic confinement system in order to develop a control system of losses.

Finally, by means of a PIC code, a magnetic nozzle will be designed that optimizes the speed of ejection of charged particles. During the research project various aspects will be carefully evaluated such as the composition of the plasma, the usable reactions, the auxiliary heating system of the plasma, the possibility of realizing the magnetic field by means of permanent magnets, recovery of energy through direct conversion systems, combined shielding and breeding systems (tritium production), radiation shielding and the creation of a demonstration prototype of the propeller. The design work will be accompanied by laboratory experiences on the PROTO-SPHERA and will produce scientific papers published in international journals.

The Project includes further collaborations with INAF and a declaration of interest by ASI.