

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

Titolo del progetto: Analisi di modelli innovativi per la simulazione della combustione di miscele ad alto contenuto di idrogeno in combustori di turbine a gas: implementazione su codici di calcolo CFD e validazione con dati sperimentali

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

Responsabile scientifico: Franco Rispoli

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 12

Azienda: Baker Hughes

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

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA MECCANICA E AEROSPAZIALE con delibera del 21/09/2021

Progetto di ricerca:

I percorsi di reazione caratteristici saranno analizzati al fine dell'ottenimento di modelli ridotti ad essere incorporati in modo efficiente in codici LES/HLES.

These models will be validated against available experimental data that will be made available from Baker Hughes.

Tali modelli saranno validati in condizioni specifiche attraverso dati sperimentali che saranno resi disponibili dall'azienda Baker-Hughes, che si è resa disponibile a fornire supporto e il finanziamento della terza annualità del progetto. Dal punto di vista del ciclo macchina le problematiche di combustione saranno valutate con riferimento a configurazioni di ciclo avanzate come ad esempio i cicli Allam e/o cicli GT "wet" con iniezione di acqua o vapore.

Il presente progetto di dottorato di ricerca potrà inoltre sfruttare un'ampia rete di collaborazioni scientifiche e tecniche in ambito italiano ed estero da poter favorire il trasferimento tecnologico e di conoscenze. Il/la dottorando/a potrà sfruttare una stretta collaborazione scientifica con la prof.ssa Chiara Galletti e il suo gruppo di ricerca dell'Università di Pisa e un periodo all'estero della durata di 9 mesi presso la "Université Libre de Bruxelles" sotto la supervisione del prof. Alessandro Parente. Infine, l'esperienza scientifica maturata in Italia e all'estero verrà utilizzata e approfondita in ambito aziendale, in particolare presso Baker-Hughes per un periodo di 6 mesi.

Questa proposta è realizzata con la collaborazione di DIMA Green Hydrogen Unit e Baker Hughes. La proposta mira ad implementare modelli LES e HLES (ibridi RANS/LES) per la combustione di turbine a gas su codici commerciali o open-source, eventualmente validando i risultati rispetto agli esperimenti.

A questo scopo vengono continuamente sviluppati modelli di combustione turbolenta, che tengano conto della cinetica chimica della combustione di idrogeno, ammoniaca e miscele di combustibili e della formazione di inquinanti negli intervalli di pressione e temperatura tipici del funzionamento delle turbine a gas.

Questa proposta è realizzata con la collaborazione di DIMA Green Hydrogen Unit e Baker Hughes. La proposta mira a implementare modelli LES e/o HLES (ibridi RANS/LES) e/o RANS per la combustione di turbine a gas su codici commerciali o open-source, validando infine i risultati rispetto agli esperimenti.

Titolo del progetto (inglese): Analysis of innovative models for the simulation of the combustion of mixtures with high hydrogen content in gas turbine combustors: implementation on CFD codes and validation with experimental data

Progetto di ricerca (inglese):

Clean energy transition and decarbonization strongly rely on numerical optimization techniques applied to turbomachinery and energy conversion systems. Accurate modelling of heat transfer, combustion and fluid dynamics is a key aspect to improve design and efficiency and develop tailor-made solutions. With respect to combustion, commonly used models have been developed for traditional fuels, and are often applied directly to cleaner fuels such as hydrogen, without a proper validation.

Clean energy transition is pushing the industry towards a shift from traditional fuels to hydrogen, ammonia and mixtures. This is particularly true when dealing with gas turbines, that are the current dominant energy conversion system for electric power generation and propulsion systems for aerospace and marine.

In this scenario, gas turbine optimization and efficiency improvements strongly rely on the comprehension of turbulent phenomena, heat transfer and combustion. Nowadays the only reliable strategy to improve such knowledge is to rely on high-fidelity CFD, and in particular on Large Eddy Simulation (LES). However, the detailed description of the chemistry of combustion is not really at hand. In fact the computational costs associated with the solution of combustion chemistry is well beyond computational capabilities of industry actors. Moreover, the real barrier in applying such methodology to turbulent combustion is the lack of reliable and validated models for hydrogen, ammonia and fuel mixtures. Models for the combustion mechanisms of such fuels are in fact missing and oxidation of products and formation of pollutants are usually derived from those for carbon-based fuels and directly applied. Chemistry kinetic is not the only issue in this problem. In fact, combustion of green fuels often results in flame morphology much more complex with respect to that of traditional fuels, and thus the need for models of combustion-turbulence interaction tuned to these new scenarios.

To this aim models of turbulent combustion are continuously developed, accounting for the chemistry kinetics of hydrogen, ammonia and fuel mixtures combustion and the pollutants formation in pressure and temperature ranges typical of gas turbines operations.

This proposal is carried out under the collaboration of DIMA Green Hydrogen Unit and Baker Hughes. The proposal aims at implementing properly developed LES and/or HLES (hybrid RANS/LES) and/or RANS models for gas turbines combustions on Commercial or open-source codes, eventually validating the results against experiments.