

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

Titolo del progetto: Analisi termofluidodinamica di sistemi di gassificazione di biomassa e celle a combustibile SOFC

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

Responsabile scientifico: Emanuele Habib

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 12

Azienda: Enereco S.p.A.

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 7000

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ASTRONAUTICA, ELETTRICA ED ENERGETICA con delibera del 21/09/2021

Progetto di ricerca:

L'utilizzo energetico delle biomasse di scarto mediante processi termo-elettrochimici avanzati (come la gassificazione a vapore a riscaldamento indiretto, il condizionamento a caldo e le celle a combustibile a ossidi solidi) è uno dei metodi più promettenti per la transizione verso un sistema energetico ad emissioni nulle di gas serra e uno dei pochi ad emissioni negative se si include in tali processi la cattura della CO<sub>2</sub> tramite sorbenti (come l'ossido di calcio inserito nel gassificatore e rigenerato nel combustore). Infatti, rispetto all'utilizzo diretto delle biomasse garantisce una riduzione delle emissioni inquinanti (zero emissioni di particolato utilizzando filtri a membrana ad alta temperatura e totale conversione dei tar utilizzando catalizzatori al Nickel per lo steam reforming a 700 °C) e un aumento dell'efficienza. Attualmente, l'applicazione ordinaria ne prevede l'accoppiamento con un motore a combustione interna per la cogenerazione o la combustione diretta in caldaia per la semplice generazione termica.

Sono in corso di ricerca e sviluppo applicazioni del syngas per la cogenerazione mediante celle a combustibile del tipo SOFC (Solid Oxide Fuel Cell). Rispetto alle applicazioni già mature, l'accoppiamento di un gassificatore con una SOFC comporta delle criticità nel condizionamento del syngas. Infatti, le celle a combustibile sono molto più sensibili ai contaminanti presenti nel syngas (tar, H<sub>2</sub>S, ecc.).

L'attività del dottorato sarà quindi incentrata sullo studio di tali sistemi con particolare analisi della termofluidodinamica dei reattori primari (ad esempio per garantire il bilanciamento di materia ed energia tra gassificatore e combustore) e secondari (ad esempio per garantire le temperature necessarie per l'eliminazione dei tar nel reattore di steam reforming catalitico) e delle celle a combustibile (per evitare hot spot con l'alimentazione a syngas invece che la standard a metano) includendo i necessari scambiatori di calore e i filtri meccanici e chimici necessari. Lo studente di dottorato si occuperà della simulazione dei componenti mediante software di analisi termofluidodinamica (es. OpenFOAM) e della formulazione di modelli semplificati delle macchine che ne consentano l'utilizzo in software di simulazione di impianto (es. Aspen).

L'attività sarà svolta in collaborazione con la ditta ENERECO S.p.A., con sede operativa a Fano, che sviluppa l'ingegneria di tali sistemi (e.g. è partner del progetto BLAZE, [www.blazeproject.eu](http://www.blazeproject.eu)). Nell'ambito della collaborazione, i dati di BLAZE saranno utilizzati per la validazione delle simulazioni. L'applicazione dei modelli numerici a nuove configurazioni sarà utilizzata per lo scale up e l'industrializzazione che ne consentiranno il miglioramento e l'adeguamento per molteplici utenze.

Titolo del progetto (inglese): Thermo-fluid-dynamic analysis of biomass gasifier systems and SOFC fuel cells

Progetto di ricerca (inglese):

The energy exploitation of residual biomass through advanced thermo-electrochemical processes (e.g., indirect steam gasification, hot gas cleaning and conditioning, and solid oxides fuel cells - SOFC) is one of the most promising methods for the transition to a zero-greenhouse gas energy system. Moreover, it may have negative emissions if these processes use CO<sub>2</sub> capture by sorbents (like calcium oxide integrated in the gasifier and regenerated in the combustor). Indeed, they ensure a reduction of pollutants in comparison to direct use of biomass (zero particulate emissions by using high temperature membrane filters, complete tar conversion by using Nickel catalysts for steam reforming at 700°C) and an efficiency increase. At present, the usual applications of gasifiers are combined heat and power generation by internal combustion engines, and direct combustion in boilers for heat generation alone.

Application of syngas for combined heat and power generation by SOFC fuel cells are in research and development stage. In comparison to usual applications, the cleaning and conditioning of the syngas is critical in the coupling of a gasifier with a SOFC. Indeed, fuel cells are more sensitive to contaminants present in the syngas (tar, H<sub>2</sub>S, etc.).

The research of the PhD candidate will be focused on the thermo-fluid-dynamics analysis of the components of these systems: primary reactors (e.g., to verify the balancing of flows and energy between gasifier and combustor), secondary reactors (e.g., to verify the temperature levels needed to ensure the removal of tar in the catalytic steam reforming reactor), fuel cells (e.g., to avoid hot spots), and heat exchangers and mechanical and chemical filters. The PhD candidate will perform CFD simulations with OpenFOAM, or similar software, formulating simplified models of the components suitable to be used in system simulations (e.g., in Aspen).

The research will be carried out in collaboration with the firm ENERCO S.p.A., operating in Fano, that is involved in the development of these systems (e.g., it is partner of the EU funded BLAZE project [www.blazeproject.eu](http://www.blazeproject.eu)). As part of the collaboration, the data from BLAZE will be used for the validation of the simulations. The applications of the CFD to new configurations will be used for the scale up and the industrialization that will help for the improvement and adaptation for different users.