



Ricerca di Sistema elettrico

## Realizzazione di una facility per la conduzione di test sperimentali su microturbine a gas alimentate con miscele gas naturale / idrogeno

G. Messina, A. Assettati, E. Giulietti, G. Guidarelli, S. Scaccia, C. Stringola

## Indice

SOMMARIO E SINTESI GRAFICA.....	3
1 INTRODUZIONE.....	4
2 L'IMPIANTO AGATUR.....	5
2.1 LA MICROTURBINA TURBEC T100.....	5
2.2 IL SISTEMA DI CONTROLLO.....	6
2.3 IL SISTEMA DI ACCUMULO E ALIMENTAZIONE H <sub>2</sub> .....	7
3 MATRICE SPERIMENTALE E RISULTATI DEI TEST.....	8
3.1 TEST PRELIMINARI SULLA MICROTURBINA.....	8
3.2 TEST PRELIMINARI SUL SISTEMA DI ACCUMULO E ALIMENTAZIONE IDROGENO.....	9
3.3 TEST PRELIMINARI SUL SISTEMA DI CONTROLLO.....	9
3.4 TEST DIMOSTRATIVO SULLA MICROTURBINA ALIMENTATA CON MISCELE GAS NATURALE / IDROGENO.....	10
4 CONCLUSIONI.....	13
5 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	14

REALIZZAZIONE DI UNA FACILITY PER LA CONDUZIONE DI TEST SPERIMENTALI SU MICROTURBINE A GAS ALIMENTATE CON MISCELE GAS NATURALE / IDROGENO

G. Messina, A. Assettati, E. Giulietti, G. Guidarelli, S. Scaccia, C. Stringola (ENEA)

Dicembre 2021

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero della Transizione Ecologica - ENEA  
Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - III annualità 2021

Obiettivo: *Sistema Elettrico*

Progetto: 1.2 Sistemi di accumulo, compresi elettrochimico e power to gas, e relative interfacce con le reti

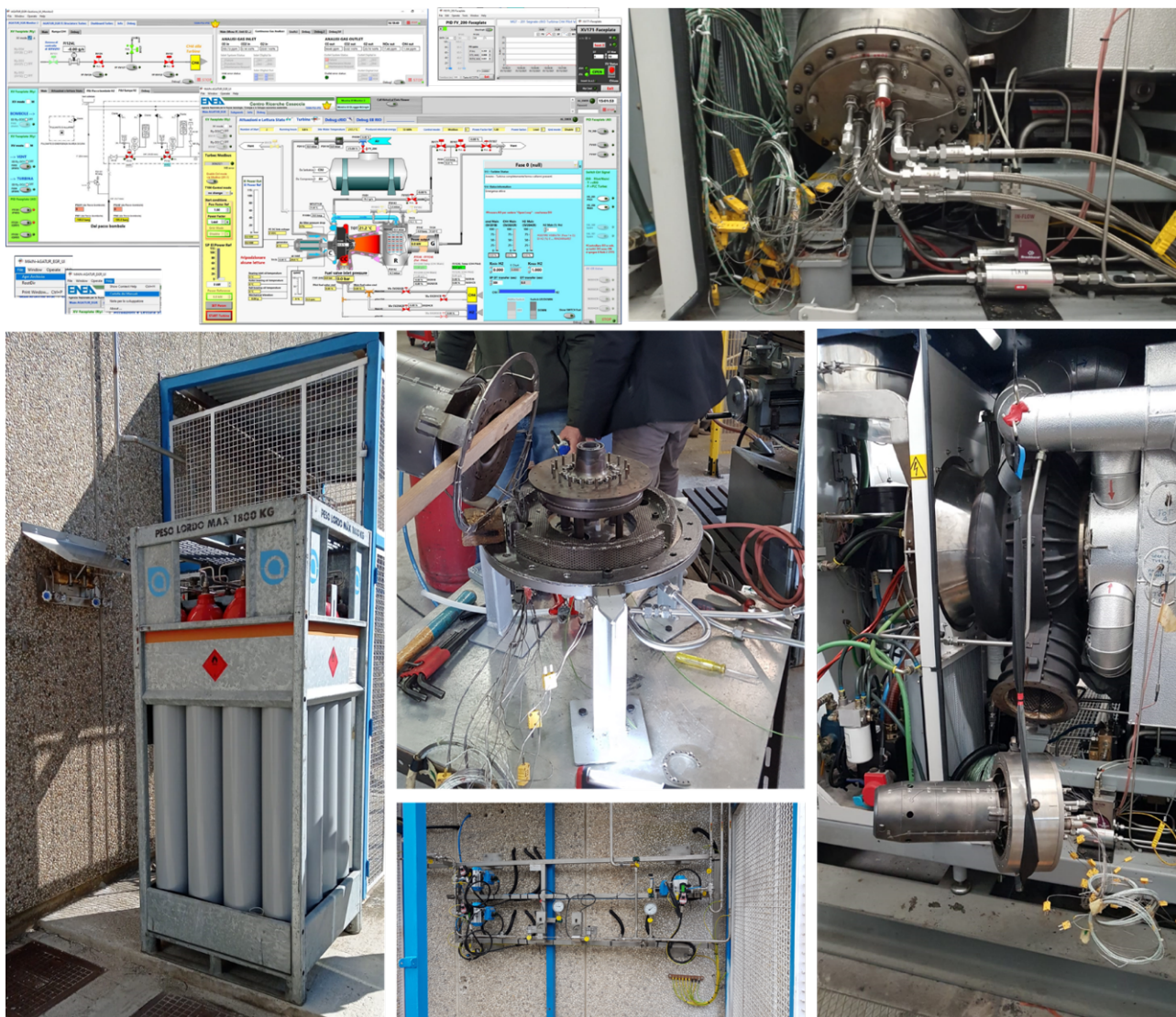
Linea di attività: LA3.27 *"Integrazione P2G/Sistemi generazione elettrica innovativi: fuel-flexibility – studi sperimentali e numerici AGATUR/ROMULUS"*

Responsabile del Progetto: Giulia Monteleone, ENEA

Responsabile del Work package: Eugenio Giacomazzi, ENEA

## Sommario e sintesi grafica

Come previsto nel PTR del progetto, sono stati ultimati lavori relativi alla LA 3.27 *“Integrazione P2G/Sistemi generazione elettrica innovativi: fuel-flexibility – studi sperimentali e numerici AGATUR/ROMULUS”* che prevedevano, nel caso in oggetto, la realizzazione di una facility per la conduzione di test sperimentali su microturbine a gas alimentate con miscele combustibili costituite da gas naturale e idrogeno di composizione variabile nel tempo. Il target previsto consisteva nella dimostrazione dell’esercizio stabile della microturbina alimentata ad idrogeno con un tenore massimo dell’11% in volume, variabile nel tempo secondo curve di carico predefinite nella matrice sperimentale. Questo *target* è stato ampiamente superato ed ha consentito di dimostrare l’affidabilità della facility sperimentale per la conduzione di test di durata consistente (misurata in ore) con tenori di idrogeno sensibilmente superiori al target previsto e resilienza alle variazioni temporali della composizione del combustibile superiori alle aspettative. L’impianto **AGATUR** (**A**dvanced **G**As **T**urbine **R**ising) ha pienamente dimostrato la capacità di poter essere gestito come un banco prova per il test di cicli turbogas avanzati basati sull’utilizzo di miscele idrogenate.





Ricerca di Sistema elettrico

## Simulazioni numeriche del combustore per micro turbina a gas ARI 100 T2 alimentato da miscele metano/idrogeno

Antonio Di Nardo, Giorgio Calchetti

## SIMULAZIONI NUMERICHE DEL COMBUSTORE PER MICRO TURBINA A GAS ARI 100 T2 ALIMENTATO DA MISCELE METANO/IDROGENO

Antonio Di Nardo, Giorgio Calchetti

Dicembre 2021

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero della Transizione Ecologica - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - III annualità 2021

Obiettivo: *Sistema Elettrico*

Progetto: 1.2 Sistemi di accumulo, compresi elettrochimico e power to gas, e relative interfacce con le reti

Linea di attività: *LA3.27 Integrazione P2G/sistemi generazione elettrica innovativi: fuel-flexibility – studi sperimentali e numerici AGATUR/ROMULUS*

Responsabile del Progetto: Giulia Monteleone, ENEA

## Indice

SOMMARIO.....	3
1 INTRODUZIONE.....	4
2 INDAGINE BIBLIOGRAFICA SULLE MICROTURBINE ALIMENTATE DA MISCELE DI IDROGENO .....	9
3 IL COMBUSTORE ARI 100 T2 .....	10
4 MODELLI NUMERICI.....	10
5 VALIDAZIONE DELLO SCHEMA CINETICO .....	11
6 DISCUSSIONE DEI RISULTATI .....	12
7 CONCLUSIONI .....	15
RINGRAZIAMENTI .....	15
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	21

## Sommario

Le turbine a gas svolgono già un ruolo cruciale di bilanciamento del sistema energetico. Nella fase di transizione energetica e poi nel lungo periodo possono giocare un ruolo ancor più decisivo se ne viene esteso il funzionamento all'idrogeno. La progettazione delle turbine a gas alimentate ad idrogeno può certamente fare affidamento sulla tecnologia esistente come punto di partenza. Siccome la combustione di idrogeno presenta caratteristiche differenti rispetto al gas naturale, un'attenzione particolare va dedicata inevitabilmente alle modifiche del combustore. Lo studio numerico del presente report ha lo scopo di verificare il comportamento del combustore ARI 100 T2 per micro turbina a gas, al variare del tenore di H<sub>2</sub> (0-20% vol.) nella miscela combustibile CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> in condizioni di alimentazione statiche. Allo scopo sono state effettuate simulazioni numeriche CFD mediante il software Ansys-Fluent™. Le prestazioni del combustore sono state valutate attraverso il confronto per i vari casi dell'efficienza di combustione, degli incombusti e delle temperature di ingresso in turbina e del liner.





# Large Eddy Simulation del bruciatore Romulus alimentato ad Idrogeno: morfologia e caratteristiche della fiamma

D. Cecere, E. Giacomazzi, N.M. Arcidiacono

## LARGE EDDY SIMULATION DEL BRUCIATORE ROMULUS ALIMENTATO AD IDROGENO: MORFOLOGIA E CARATTERISTICHE DELLA FIAMMA (LA3.27)

D. Cecere, E. Giacomazzi, N.M. Arcidiacono

ENEA

Dicembre 2021

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero della Transizione Ecologica - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - III annualità 2021

Obiettivo: *Sistema Elettrico*

Progetto: 1.2 Sistemi di accumulo, compresi elettrochimico e power to gas, e relative interfacce con le reti

Linea di attività: **LA3.27** *Integrazione P2G/sistemi generazione elettrica innovativi: fuel-flexibility - studi sperimentali e numerici AGATUR/ROMULUS.*

Responsabile del Progetto: Giulia Monteleone, ENEA

Responsabile del Work package: Eugenio Giacomazzi, ENEA

## Indice

SOMMARIO.....	3
1 INTRODUZIONE.....	4
2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI .....	5
2.1 CARATTERISTICHE DELLA SIMULAZIONE .....	5
2.2 ANALISI DEI RISULTATI.....	6
CONCLUSIONI .....	11
3 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	13

## Sommario

In questo lavoro è stata effettuata una simulazione Large Eddy del combustore chiamato ROMULUS (laboratorio IPSE di ENEA Casaccia) alimentato con una miscela magra di Idrogeno ed Aria. IL bruciatore in questione in certe condizioni di alimentazione (condizioni sperimentate nel suddetto laboratorio) opera in condizioni di instabilità termoacustica dove le fluttuazioni di pressione determinate dalla fluidodinamica, ed il rilascio di calore della zona di combustione si accoppiano determinando una concentrazione di emissione sonora lungo alcune frequenze caratteristiche (782 Hz). Frequenze che abbiamo ritrovato all'interno del combustore (800 Hz) grazie al monitoraggio delle grandezze fluidodinamiche (su tutte la pressione) all'interno della camera di combustione. Si è utilizzato uno schema cinetico ridotto con 11 specie chimiche e specifico per la chimica dell'idrogeno in aria. Si sono evidenziati inoltre, attraverso l'analisi dei profili istantanei di ione OH, spegnimenti localizzati dovuti ad effetti di diffusività preferenziale dell'idrogeno che causa variazioni locali della composizione chimica e quindi del rapporto di equivalenza già basso (fiamma magra nel suo complesso) e quindi di fiamme che localmente sono meno resistenti agli effetti di strain di velocità legati alla turbolenza.