

Name	Modal analysis, stability and numerical simulation for flow control
Acronym	MASTAC
Responsible	Matteo Chiatto
Personnel	Luigi de Luca Giuseppe Giaquinto
Links	
Mission	
Descrizione generale Il gruppo di Analisi Modale, Stabilità e Simulazione Numerica per il Controllo di Flusso è attivo nei campi di ricerca teorici e computazionali della stabilità e del controllo fluidodinamico, nonché nella simulazione numerica in termofluidodinamica. Il gruppo vanta una consolidata esperienza nella teoria e nei metodi di stabilità idrodinamica, nonché nei moderni metodi di decomposizione modale dei campi di flusso. L'attenzione si concentra principalmente sull'analisi di stabilità lineare e i metodi spaziano dall'analisi classica agli autovalori alle teorie non modali. Le applicazioni sviluppate negli ultimi anni hanno riguardato l'analisi delle instabilità viscosse e capillari di flussi bifase, come la stabilità di un getto di liquido gravitazionale (configurazioni sheet oppure curtain) soggetto a tensione superficiale, da impiegare ad esempio nella tecnologia di deposizione di film per rivestimento. L'attività di ricerca recente si è concentrata sulla caratterizzazione sperimentale di un altro tipo di getto di liquido, ovvero il flusso bifase aria-acqua a valle di una splitter plate, per l'analisi del relativo flusso di miscelamento della scia nell'ambito dell'atomizzazione e dello spray nei combustori. Un'altra ricerca di interesse è legata all'analisi e allo sviluppo di microdispositivi dedicati al controllo di flusso (e al raffreddamento), i cosiddetti attuatori a getto sintetico piezoelettrici e al plasma. Il gruppo ha sviluppato un modello fisico a elementi concentrati per studiare la risposta in frequenza di entrambe le tipologie di dispositivi. Il modello è stato validato attraverso test sperimentali condotti su dispositivi costruiti in proprio, con diverse caratteristiche meccaniche e geometriche. Più recentemente, è stato affrontato il dispositivo attuatore a plasma, sia dal punto di vista della modellazione teorica che sperimentale. Tali attuatori possono essere utilizzati per modificare (ritardare) la transizione da regime laminare a turbolento, per prevenire o indurre la separazione e per migliorare le prestazioni aerodinamiche dei profili alari (ad esempio, elevata portanza). Sono state condotte applicazioni per il controllo del flusso su una configurazione a backward facing ramp, su un flap morphing e sulla coda verticale di un aeromobile. L'obiettivo della ricerca sui metodi di decomposizione modale è caratterizzare le proprietà spaziali e temporali dei campi di flusso, estraendone le caratteristiche di base sia in termini di strutture spaziali che di frequenze dominanti. Una volta identificati i modi principali, è possibile eseguire una ricostruzione di basso ordine del campo, sia nel dominio della frequenza che in quello temporale. In questo contesto, i dispositivi di controllo del flusso possono essere analizzati sia mediante simulazione numerica diretta che mediante tecniche di decomposizione modale basate sui dati, con la formulazione di Modelli di Ordine Ridotto (ROM) che possono essere utili sia per acquisire ulteriori informazioni sulle caratteristiche del campo di flusso, sia per effettuare previsioni rapide sull'efficacia delle strategie di controllo. Queste tecniche sono state applicate a: flussi bifase quali getti liquidi (a velocità relativamente bassa e alta); configurazioni a backward facing ramp e cilindri curvi; getti sintetici piezoelettrici e al plasma da impiegare per il controllo del flusso. L'attività di simulazione numerica è condotta in diversi campi di ricerca. Il primo è relativo all'applicazione delle tecniche di Volume Of Fluid (VOF) per sistemi bifase. Esempi di applicazioni recenti sono lo studio dei getti liquidi (sia gravitazionali che a valle di una splitter plate). Un altro tema di ricerca, correlato all'attività di simulazione numerica, riguarda il flusso attraverso piccoli orifizi (fori) di particolare geometria di piastre sottili utilizzate nella tecnologia di raffreddamento a film di combustori aeronautici (con AVIO AERO). Inoltre, viene affrontata la simulazione del campo di moto prodotto da attuatori a getto sintetico (dispositivi al plasma piezoelettrici), concentrandosi sia sul flusso prodotto all'interno della cavità che su quello in corrispondenza della sezione di uscita dell'orifizio. Un'attività molto recente si è concentrata su configurazioni di flusso in presenza di particelle, che evidenziano una biforcazione del flusso in una giunzione microfluidica a T, che divide il flusso in ingresso in due rami simmetrici. Queste configurazioni sono caratterizzate dalla	

presenza di strutture di flusso secondarie che hanno una forte influenza sulla dinamica delle particelle. Il gruppo ha condotto un'indagine sulle traiettorie delle particelle per analizzare l'effetto del numero di Reynolds della corrente di base, e della dimensione e peso delle particelle sul meccanismo di accumulo delle stesse nella regione della giunzione a T.

Collaborazioni

- Prof. Francesco Grasso, DynFluid Laboratory, CNAM-Arts et Metiers Paris Tech
- Prof. Howard Stone, University of Princeton
- Dr. Andrea Palumbo, University La Sapienza
- Prof. Bernd Noack, Harbin Institute of Technology
- Prof. Steven Weinstein, Rochester Institute of Technology
- Prof. Marios Kotsonis, Delft University of Technology, Delft
- Prof. Jean-Christophe Robinet, DynFluid Laboratory, Arts et Métiers ParisTech
- Prof. Jessica Shang, University of Rochester
- AVIO GE, Pomigliano
- CIRA, Capua