

Nome	HEat transfer and Energy Systems Optimization Group
Acronimo	HeSO
Responsabile	Nicola Bianco
Personale	Assunta Andreozzi, Nicola Bianco, Marialaura Di Somma, Andrea Fragnito, Marcello Iasiello, Gerardo Maria Mauro (Dipartimento di Architettura), Marilena Musto
Links	http://www.dii.unina.it/
Mission	
Il “Heat Transfer and Energy Systems Optimization Group” si occupa di ricerca su problematiche relative all’energia su diversa scala, spaziando dalla termofluidodinamica su piccole scale, fino a sistemi energetici su larga scala da ottimizzare. Nel contesto dell’ottimizzazione dei sistemi energetici, il gruppo è impegnato nello sviluppo, implementazione e validazione di strumenti di ottimizzazione basati su approcci di programmazione matematica per la progettazione, la gestione e il controllo di <i>multi-energy hubs</i> e comunità energetiche rinnovabili. Le competenze coprono principalmente l’ottimizzazione dei sistemi energetici locali integrati, dalle <i>nanogrid</i> alle comunità energetiche, sfruttando le sinergie tra diversi vettori energetici, ossia quello elettrico, termico, la mobilità elettrica e le energie rinnovabili, incluso l’idrogeno verde. Le principali attività in questo ambito includono: • Modellazione delle tecnologie distribuite per l’integrazione dei sistemi energetici, considerando un’ampia gamma di vettori energetici con i relativi processi di conversione, inclusi i sistemi Power-to-X. • Sviluppo di framework di ottimizzazione modulari (algoritmi) per la progettazione e gestione ottimale (sia day-ahead che real-time) delle comunità energetiche (con vettori energetici multipli), mediante approcci multi-obiettivo che tengano conto delle priorità economiche e di sostenibilità (emissioni di carbonio, efficienza energetica/exergetica, integrazione delle FER).	

- Sviluppo di strumenti di ottimizzazione basati su programmazione matematica per la gestione ottimale dei veicoli elettrici, con l'obiettivo di individuare strategie ottimali di ricarica/scarica nel contesto delle comunità energetiche.
- Sviluppo di strumenti di ottimizzazione per ottimizzare l'energia condivisa nelle comunità energetiche rinnovabili (REC) e per la partecipazione coordinata delle REC al mercato dei servizi ancillari.
- Sviluppo di metodi per la valutazione, quantificazione e ottimizzazione della flessibilità energetica nel settore residenziale, commerciale e industriale.
- Sviluppo di metodologie di intelligenza artificiale per la previsione della produzione da fonti rinnovabili e dei carichi, nel contesto della pianificazione operativa di *multi-energy hubs*.

A partire dalle applicazioni su larga scala, il gruppo studia anche problemi termici a scala ridotta che costituiscono componenti del sistema complessivo, con particolare attenzione agli aspetti termici e fluidodinamici.

La termofluidodinamica in materiali porosi e cellulari è studiata tramite metodi analitici e numerici. Questi materiali sono accoppiati con fluidi in singola fase, come aria o acqua liquida, oppure con materiali a cambiamento di fase solido/liquido (PCM). Spesso sono costituiti da strutture ripetute periodicamente, come le schiume metalliche, o da geometrie ispirate alle Triply Periodic Minimal Surfaces (TPMS). L'obiettivo è analizzare i meccanismi di trasmissione del calore su scala microscopica, per comprendere meglio la fisica alla base dei fenomeni, e derivare correlazioni di scambio termico utili per progettare dispositivi come scambiatori di calore o dissipatori.

Il gruppo si occupa anche di ottimizzazione mono- e multi-obiettivo assistita da intelligenza artificiale con riferimento a problemi tipici della trasmissione del calore, utilizzando come obiettivi la minimizzazione della resistenza termica, il miglioramento dell'isolamento termico per applicazioni specifiche, o il potenziamento delle prestazioni in presenza di vincoli come volume o peso limitati. A tal fine, vengono utilizzate tecniche di ottimizzazione basate sulla ricerca degli ottimi, come l'algoritmo genetico. Inoltre, vengono impiegati metodi di generative design, tra cui l'ottimizzazione topologica e le sue varianti, come ad esempio la field optimization o l'ottimizzazione topologica multilivello, al fine di sviluppare dispositivi termici ad alte prestazioni.

Queste soluzioni ottimizzate trovano applicazione in dispositivi come i sistemi di accumulo termico, nonché in applicazioni tipiche della trasmissione del calore, tra cui il raffreddamento di componenti elettronici, la gestione termica delle batterie, e l'isolamento termico di pareti edilizie stampate in 3D.

Tra le attività di ricerca del gruppo sullo scambio termico, che possono essere ulteriormente estese e integrate in sistemi energetici più complessi, vi è lo sviluppo e l'analisi di sistemi solari termici. Nel contesto dell'impegno globale verso alternative pulite, economiche e sostenibili, gli impianti a energia solare rappresentano attori principali nella conversione dell'energia termica rinnovabile. Tutti i componenti principali – dai collettori alle tubazioni – sono soggetti a principi di scambio termico e criteri di ottimizzazione. Si studiano superfici assorbenti avanzate e l'isolamento ad alto vuoto, misurando e migliorando l'efficienza termica dei collettori solari e degli impianti in alto vuoto.

In questo contesto, vengono analizzati materiali e metodi adatti a fornire calore rinnovabile in modo efficiente, con particolare attenzione alla tecnologia di isolamento in alto vuoto e alla deposizione e caratterizzazione di assorbitori solari selettivi. Il gruppo si concentra inoltre sul miglioramento e l'ottimizzazione sia del trasporto del calore – mediante l'uso di tubazioni isolate con multistrato in alto vuoto – sia dell'accumulo termico, attraverso simulazioni CFD ad alta fedeltà, modelli termici multi-nodali e metodi data-driven, il tutto supportato da dati sperimentali provenienti da applicazioni industriali.

Infine, il gruppo svolge anche attività di ricerca sulla trasmissione del calore in ambito biomedicale. In particolare, si occupa di predizioni del comportamento termico in procedure come l'ablazione di tumori o del tessuto cardiaco, utilizzando tecniche di riscaldamento quali radiofrequenze, microonde e laser. Altre attività in questo ambito includono lo studio dei liposomi termosensibili, lo sviluppo di modelli per il flusso sanguigno in tessuti tumorali includendo interazione fluido-struttura, e la modellazione dell'accumulo di lipoproteine a bassa densità (LDL) nelle pareti arteriose.

Il gruppo ha collaborazioni attive con le seguenti università/enti di ricerca:

- Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”
- Università degli Studi del Molise
- ENEA

- CNR I.S.A.S.I.
- University of Connecticut, USA
- University of California, Riverside, USA
- George Washington University, USA
- Swansea University, UK
- Universitat Politècnica de València, Spagna
- Denmark Technical University, Danimarca
- Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI), Svizzera
- Technical University of Eindhoven, Paesi Bassi
- Rochester Institute of Technology, Rochester, USA
- University of Vaasa, Finlandia
- University of Uppsala, Svezia