



Titolo progetto:

OTTIMO - OTTImizzazione di Macchine a fluido per impianti ORC

Abstract:

Il consumo energetico mondiale è aumentato a livelli senza precedenti, provocando pressanti carenze energetiche e inquinamento ambientale. Una delle ragioni principali di questo fenomeno può essere vista anche negli ancora bassi rendimenti di conversione dei sistemi energetici a combustibile, a causa dei quali la maggior parte del calore residuo viene rilasciato in ambiente sotto forma di calore di scarto. In particolare, l'efficienza del recupero e dell'utilizzo del calore di scarto su piccola scala e a temperature basse è significativamente penalizzata dalle tecnologie convenzionali. In questo contesto, la tecnologia degli ORC (Organic Rankine Cycle – cicli Rankine a fluido organico) su piccola scala sta mostrando un sempre maggiore potenziale di applicazione per il recupero energetico dal calore di scarto a bassa entalpia e la sua conversione in ulteriore energia elettrica. Il sistema è concepito come un dispositivo Heat-to-Power, per produrre energia elettrica sfruttando calore di scarto a bassa entalpia (anche derivante da cicli di potenza a combustibile, migliorando così i rendimenti di conversione e diminuendo così le emissioni di CO₂) o calore prodotto a partire da fonti rinnovabili (quali biomasse di scarto ma anche solare termodinamico).

I cicli ORC presentano oggi rendimenti di conversione medio-bassi (difficilmente superiori al 20 %). Tra le ragioni di questo, vi è il peso che l'efficienza di componenti critici come l'espansore e la pompa di ricircolo hanno sul rendimento totale. Infatti, date le basse taglie che abitualmente contraddistinguono i cicli ORC che recuperano calore di scarto a bassa/bassissima temperatura, anche espansore e pompa devono essere di taglia non elevata e questo penalizza significativamente il loro rendimento. Questo rende la scelta e la progettazione di queste macchine un punto critico nella definizione di un ciclo ORC efficiente.

Il progetto proposto, denominato OTTIMO (OTTImizzazione di Macchine a fluido per impianti ORC) mira a studiare, analizzare e progettare le due macchine a fluido presenti in un impianto ORC di piccola taglia (< 50 kW), e cioè l'espansore o turbina (macchina motrice) e la pompa di ricircolo (macchina operatrice), al fine per ottimizzarne le prestazioni per aumentare il rendimento complessivo del ciclo stesso.

Obiettivi e risultati attesi:

L'obiettivo finale del progetto è quello di ricavare linee guida generali di scelta e progettazione dell'espansore e della pompa di ricircolo finalizzate alla loro ottimizzazione in un contesto specifico per il miglioramento del rendimento complessivo del ciclo ORC. L'attività prevederà lo sviluppo di un modello a parametri concentrati (LP – Lumped Parameter) di impianti ORC che verrà opportunamente identificato e calibrato sui dati che proverranno dall'impianto scelto. Le geometrie di espansore e pompa verranno caratterizzate (eventualmente anche numericamente con approccio CFD - Computational

Fluid Dynamics) per ottenere le informazioni di base necessarie al modello LP. Il modello LP così sviluppato permetterà di definire in dettaglio i cicli di funzionamento in funzione della disponibilità e dei profili di carico del calore di alimentazione al ciclo. Il modello permetterà quindi di valutare il funzionamento dell'impianto nel suo complesso e dei suoi componenti al variare del fluido operatore, delle condizioni operative e delle logiche di controllo. A partire da questi punti di funzionamento, verranno quindi ottimizzate le macchine esistenti oppure progettate nuove macchine a fluido (espansore e turbina) che siano in grado di ottimizzare le prestazioni del ciclo in termini di punti operativi che soddisfano criteri prestazionali (maggiore rendimento, minore energia spesa, maggiore versatilità, minori costi di manutenzione, ecc.) e verranno verificate tramite simulazione numerica CFD. Parte integrante della progettazione sarà la scelta dei materiali finalizzata al risparmio economico e alla sostenibilità ambientale della loro fabbricazione.