

Seminario disciplinare

Dottorato in Scienze dell'Ingegneria

“Diagnosi dello stato di funzionamento di sistemi energetici”

Silvio Simani, Pier Ruggero Spina, Mauro Venturini

Il corso illustra i risultati di attività di ricerca volte allo sviluppo di diverse metodologie per la diagnostica delle anomalie di funzionamento dei sistemi energetici. Queste ultime possono essere normalmente intese come il progressivo deterioramento delle prestazioni dei singoli componenti dell'impianto e sono caratterizzate generalmente dalla variazione di specifici parametri interni (rendimenti, coefficienti di scambio termico, etc.), oppure dei valori misurati delle variabili dipendenti del sistema rispetto a valori di riferimento relativi al sistema in condizioni di “nuovo e pulito”.

Le metodologie proposte nel corso sono basate sull'impiego di tecniche di ridondanza analitica quale semplice e rapido strumento di correlazione fra le grandezze misurate nell'impianto ed i parametri interni indicatori delle situazioni di anomalie di malfunzionamento. Attraverso esempi di applicazione su processi reali o simulatori ad alta fedeltà, si mostrerà come tali metodologie sono caratterizzate da una buona precisione, semplicità di impiego e brevi tempi di calcolo e possono essere pertanto adatte per l'adozione di strategie di manutenzione preventiva anche in impianti per la produzione di energia elettrica e/o termica di piccola e media taglia.

Si illustrerà inoltre una metodologia ed un programma di calcolo per l'analisi dello stato di funzionamento di turbogas basato sulla Gas Path Analysis. La metodologia permette di calcolare i parametri caratteristici dello stato di salute dei principali componenti della macchina (come rendimenti e aree caratteristiche di sezioni di passaggio di compressore e turbina), che sono indici dello stato di salute, mediante la soluzione inversa del programma di ciclo termodinamico della macchina a partire dalle misure rilevabili durante l'esercizio. La tecnica di soluzione inversa del ciclo verrà anche estesa al caso in cui si utilizzino più set di dati di funzionamento (tecnica “multipoint”). Inoltre, si presenterà una tecnica di normalizzazione per l'elaborazione delle misure rilevabili sulla macchina, che può essere effettuata anche mediante regressione lineare. Tale tecnica (Trend Analysis) permette di ottenere utili informazioni riguardo lo stato di salute di turbine a gas ed il loro decadimento delle prestazioni nel tempo, analizzando l'andamento delle grandezze su periodi di funzionamento identificabili in genere a partire dalle manutenzioni effettuate sulla macchina.

Infine, si mostreranno i risultati dell'applicazione a dati di funzionamento di turbogas impiegati in impianti combinati, in impianti cogenerativi e per la compressione del gas naturale. L'analisi dei risultati permetterà di individuare lo stato di salute delle macchine considerate, fornendo utili informazioni per ottimizzarne la gestione dell'esercizio e degli interventi manutentivi secondo tecniche di manutenzione on-condition.