

## LA TECNOLOGIA ORC PER LA MICROGENERAZIONE DISTRIBUITA DA BIOMASSE

A. Guercio\*

**Sommario** – Il documento presenta la tecnologia a fluido organico e i vantaggi tecnici e operativi verso la tecnologia a vapore acqueo. Viene messa in evidenza la versatilità dei moduli ORC nelle diverse taglie e nelle diverse applicazioni concentrandosi quindi sulla cogenerazione da biomassa legnosa. Infine, si prende in esame il modulo ad alto rendimento adatto a condizioni dissipative (efficienza elettrica fino al 24%).

ORC TECHNOLOGY FOR BIOMASS MICRO-CO-GENERATION POWER SYSTEMS

**Summary** – This paper presents the Organic Rankine Cycle technology and its the technical and operational benefits compared to water vapour applications. It's stressed ORC's versatility in the different plant sizes and in the different applications with particular attention to wood biomass. It's also explained the high performance HRS solution (with up to 24% energy efficiency).

**Parole chiave:** cogenerazione, biomassa, ciclo rankine organico, turbogeneratore.

**Keywords:** cogeneration, biomass, rankine organic cycle, turbo-generator.

Il funzionamento dei turbogeneratori a fluido organico si basa sul Ciclo Rankine Organico (ORC) (Fig. 1), un ciclo termodinamico analogo a quello utilizzato nei tradizionali impianti con turbina a vapore, eccetto per il fluido di lavoro che, in questo caso, è un fluido organico con un elevato peso molecolare.

Il ciclo ORC si compone di cinque fasi principali: 1) compressione del fluido, 2) riscaldamento ed evaporazione, 3) espansione in turbina, 4) rigenerazione del calore, 5) condensazione del vapore. Il fluido di lavoro (fluido organico), in pressione, viene portato in fase gassosa all'interno dell'evaporatore mediante l'apporto di calore da parte di una sorgente o vettore termico (tipicamente olio diatermico). Il vapore prodotto si espande nella turbina e viene quindi condensato utilizzando, tipicamente, un flusso di acqua in uno scambiatore di calore a fascio tubiero (in alternativa è possibile utilizzare l'aria ambiente per il raffreddamento e la condensazione). Il liquido condensato viene poi pompato nell'evaporatore chiudendo così il ciclo termodinamico. La fase intermedia di rigenerazione del calore consente di incrementare notevolmente il rendimento del ciclo, mediante uno scambio di calore interno al ciclo stesso dal vapore scaricato dalla turbina (ad elevata temperatura e prima della condensazione) al fluido di lavoro (a bassa temperatura) prima del riscaldamento e dell'evaporazione ottenuti con il vettore termico.

Una peculiarità del sistema è che, in configurazione standard, la sorgente di calore primaria (ad es. i fumi delle caldaie a biomassa) non sono direttamente in contatto con il fluido di lavoro né con la turbina. Per le applicazioni ad alta temperatura, ad esempio centrali cogenerative a biomassa, viene utilizzato olio diatermico ad alta temperatura come vettore di calore; per altre applicazioni (ad esempio applicazioni geotermiche o recupero calore da processi industriali) il vettore termico può essere acqua calda (o vapore) leggermente pressurizzati. Va precisato che l'olio diatermico (o l'acqua o il vapore) è il vettore energetico che trasferisce il calore dalla fonte primaria (tipicamente fumi prodotti in caldaia o recuperatore) al fluido di lavoro (fluido organico), il quale, mediante l'espansione in turbina, compie il lavoro meccanico, trasformato poi in energia elettrica.

Una delle caratteristiche fondamentali dei fluidi organici ad elevato peso molecolare è quella di possedere una curva di saturazione estremamente favorevole, dal punto di vista del funzionamento del sistema. Infatti, tale caratteristica permette che l'espansione di vapore saturo avvenga sempre nella regione del vapore surriscaldato, scongiurando così la possibilità di formazione di gocce di liquido condensato durante l'espansione. Al contrario, la turbina a vapore classica può risultare soggetta a questa eventualità, che si verifica inevitabilmente se non si provvede a surriscaldare adeguatamente il vapore prima dell'introduzione in turbina.

Esistono svariati tipi di fluidi organici che possono essere utilizzati per cicli ORC, ciascuno con proprietà specifiche, che li rendono più o meno adatti a rispondere alle esigenze di una particolare applicazione. Da questo punto di vista, le migliori soluzioni tecniche garantiscono la possibilità di poter selezionare il fluido di lavoro ed il ciclo termodinamico più adatti per ciascuna specifica applicazione, al fine di poter sfruttare al meglio ogni sorgente di calore, producendo, come detto, elettricità a partire da calore a bassa temperatura in un'ampia gamma di potenze, da 200 kW fino a 3 MW elettrici per unità.

Queste caratteristiche consentono l'impiego di moduli ORC in diversi ambiti (Fig. 2) per lo sfruttamento di energia solare, geotermica, recupero di calore o combustione di biomassa.

In *applicazioni geotermiche*, la tecnologia dei turbogeneratori a ciclo organico è utilizzata in Europa e nel mondo da circa 30 anni. La fonte di energia, in questi casi, è solitamente acqua geotermica con temperature medio-basse comprese tra 90 °C e 200 °C.

Nel caso di *impianti solari*, la produzione di energia avviene attraverso una "Conversione Termodinamica", ovvero il riscaldamento di un fluido con l'azione della radiazione solare su specchi a concentrazione (*parabolic trough*). In questo modo si produce calore ad alta temperatura che viene utilizzato per attivare un ciclo termodinamico idoneo anche alla produzione di elettricità. Negli impianti solari termodina-

\* Dott. Alessandro Guercio – Sales Manager Biomass Department; Turboden Srl – Via Cernaia, 10 – 25124, Brescia – Tel. 030. 3552001, e-mail: alessandro.guercio@turboden.it.