

TURBOALGOR E VIRECO

Due sistemi innovativi per incrementare l'efficienza dei gruppi frigoriferi

Maurizio Ascani
Angelantoni – Turboalgor

Sommario

Il Gruppo Angelantoni Industrie ha una lunga esperienza nel campo della refrigerazione e nelle innovazioni *disruptive* volte al miglioramento dell'efficienza energetica: Turboalgor e Vireco sono 2 importanti risultati di questa attività.

Il kit Turboalgor, che trova il suo impiego in sistemi di refrigerazioni già esistenti e nuovi, sta confermando i livelli di prestazione ottenuti in fase sperimentale anche sugli impianti pilota dove è stato installato e sarà presto disponibile sul mercato, passando alla fase di industrializzazione.

Turboalgor passa quindi il testimone per la ricerca al progetto Vireco.

Il progetto Vireco trova la sua applicazione nel campo dei gruppi frigoriferi equipaggiati con compressore alternativo, sfruttando tecnologie provenienti dal settore dei motori a combustione interna.

Se la sperimentazione confermerà anche in questo caso i risultati teorici, sarà possibile incrementare l'efficienza energetica del gruppo fino al 17% e la resa frigorifera, a parità di cilindrata, fino al 55%. Ciò sarà possibile grazie a modifiche non sostanziali della geometria dei cilindri.

1. Progetto Turboalgor

Il progetto Turboalgor si basa sull'introduzione di un turbocompressore e di due scambiatori di calore all'interno di un ciclo frigorifero a compressione di vapore. I benefici ottenuti in termini di prestazioni del gruppo e risparmio energetico sono significativi, in particolare nel campo delle basse temperature.

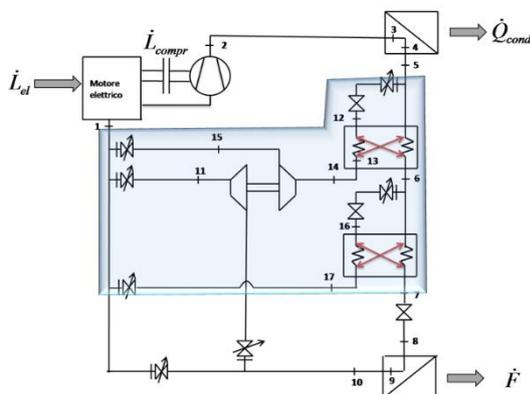


Figura 1: Schema semplificato ciclo Turboalgor

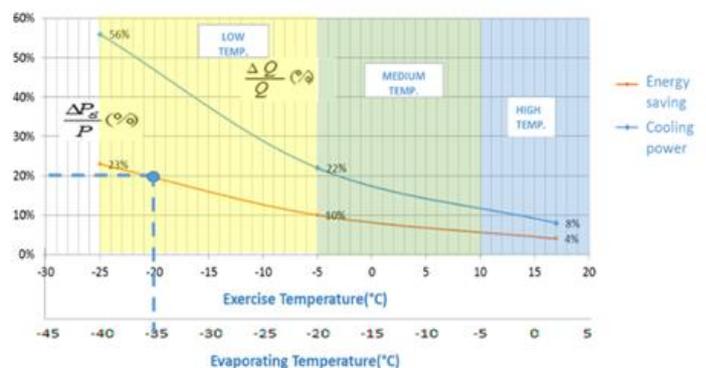


Figura 2: Grafico prestazioni Turboalgor

I risultati conseguiti nella fase sperimentale hanno condotto allo sviluppo di un kit di facile installazione su gruppi refrigeranti già esistenti o nuovi, grazie agli ingombri contenuti e alle connessioni di interfaccia limitate a 4 tubazioni.



Figura 3: Kit Turboalgor

Le prime installazioni fatte su impianti pilota, hanno confermato le prestazioni ottenute in fase sperimentale.

A titolo di esempio si faccia riferimento ad una installazione risalente a Dicembre 2018 presso un impianto per lo stoccaggio di prodotti alimentari surgelati, caratterizzato da resa frigorifera pari a circa 30 kW.



Figura 4: Impianto pilota – Resa frigorifera 30kW

Le performance energetiche del gruppo ed il risparmio cumulato ad oggi da dicembre 2018 confermano le previsioni e sottolineano quanto l'innovazione risulti strategica nell'ottica del saving energetico ed economico.

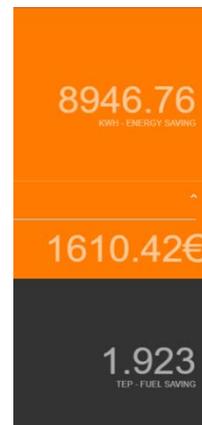
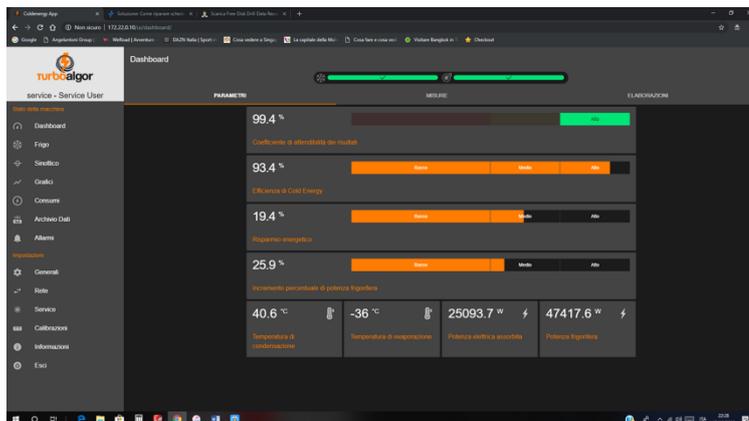


Figura 5: Performance energetiche impianto pilota ed indici di consumo cumulato

2. Progetto Vireco

Il progetto di ricerca VIRECO (Vapour Injected Reciprocating Compressor) ha avuto origine nel 2017, basandosi su due brevetti riguardanti un innovativo compressore frigorifero alternativo ad alta efficienza, caratterizzato da due luci di iniezione di vapore in ciascun cilindro, in prossimità del PMI.

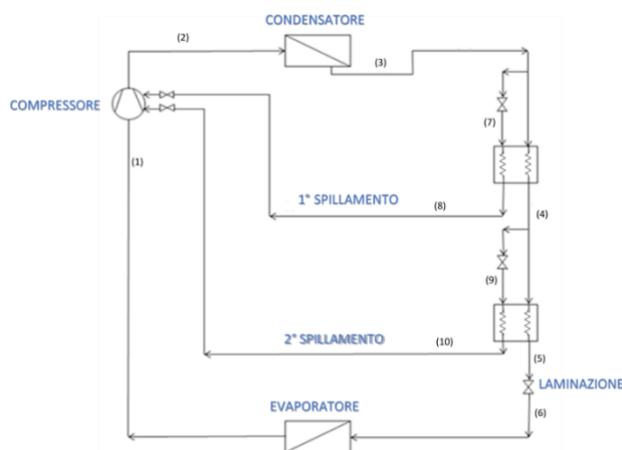


Figura 6: Schema semplificato dell'impianto refrigerante oggetto della ricerca

Gli studi teorici alla base del progetto prevedono un incremento sostanziale delle prestazioni del gruppo frigorifero, consentendo di ottenere due principali benefici:

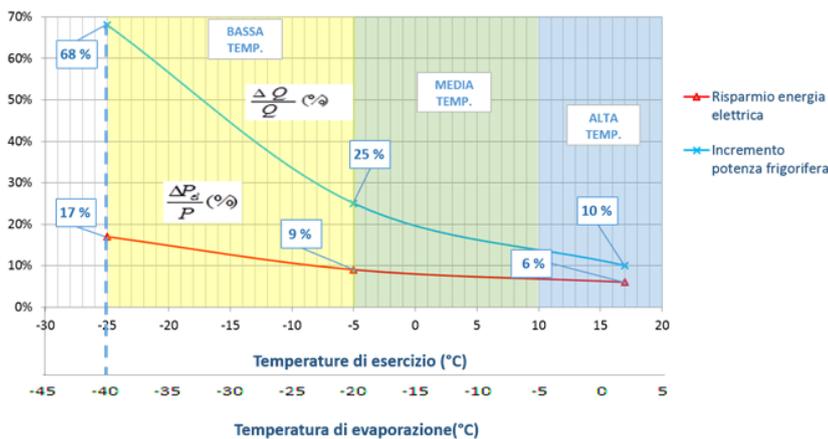


Figura 7: Grafico prestazioni Vireco

- risparmio di energia elettrica per ottenere lo stesso livello di refrigerazione
 - incremento della potenza frigorifera a parità di cilindrata del compressore.
- Una rappresentazione schematica del risparmio energetico e dell'incremento di prestazioni è riportata in Fig.7.

I primi risultati ottenuti nella fase di sperimentazione del progetto, attualmente in corso, stanno confermando il trend delle previsioni teoriche, in particolare nel campo delle basse temperature (temperatura di evaporazione nel range $-40^{\circ}\text{C} \div -20^{\circ}\text{C}$).

Come noto, l'introduzione di spillamenti di vapore provenienti da evaporatori (economizzatori) sono già una realtà industrializzata per quanto riguarda il miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti frigoriferi, ma essi attualmente possono essere utilizzati solo per impianti che installano compressori scroll o a vite, mentre ne è stato finora precluso l'utilizzo con i compressori a pistoni.

Il progetto ha dunque come obiettivo, rendere possibile il recupero di parte dell'energia altrimenti dissipata nella valvola di laminazione principale, anche con i compressori a pistoni, con un approccio innovativo che utilizza tecnologie e know how che trovano applicazione nel settore automotive, in particolare nei motori da competizione.

A questo scopo, è stata utilizzata la cosiddetta tecnologia dei "tubi accordati" che, nata per gli strumenti musicali a fiato, è ampiamente utilizzata nei motori ad elevate prestazioni. È interessante sottolineare a questo punto come la stessa tecnologia venga utilizzata in tre campi completamente indipendenti: strumenti musicali, motori da competizione ed impianti frigoriferi.

Il concept del progetto di ricerca si riassume nel massimizzare la portata iniettata nei cilindri del compressore, quando i pistoni si trovano in prossimità del PMI, compatibilmente con la capacità di scambio negli evaporatori degli spillamenti, al fine di aumentare la pressione di inizio compressione e ridurre quindi la potenza assorbita.

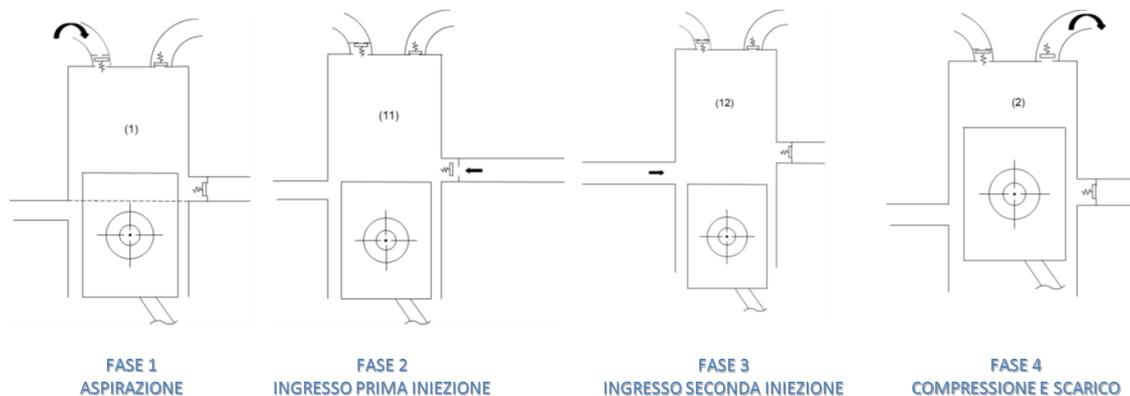


Figura 8: Schema semplificato delle fasi del compressore modificato

Il progetto di ricerca si sta sviluppando principalmente su 3 fronti:

- Studio termodinamico e fluidodinamico del processo, al fine di individuare le geometrie e le condizioni di funzionamento ottimali.
- Progettazione e realizzazione di compressori prototipo a partire da modelli convenzionali
- Sperimentazione sul banco di test prototipale e riscontro delle performance ottenute

Sono stati prima analizzati modelli semplificati dei condotti e del cilindro, quindi è stato sviluppato il modello reale, corrispondente al compressore prototipo realizzato a partire da uno convenzionale.

Tale studio ha permesso di individuare le criticità del sistema ed i parametri chiave che influiscono direttamente sulla capacità dei condotti di elaborare la portata richiesta nel breve intervallo di tempo corrispondente all'apertura delle luci.

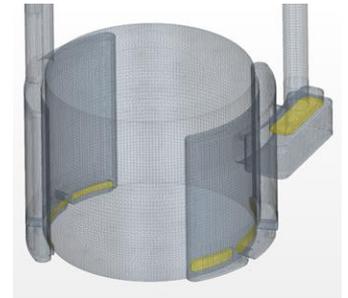


Figura 9: Modello fluidodinamico

Fondamentale è infatti lo sfruttamento delle onde di pressione che si generano all'interno del condotto in corrispondenza dell'apertura e chiusura delle luci.

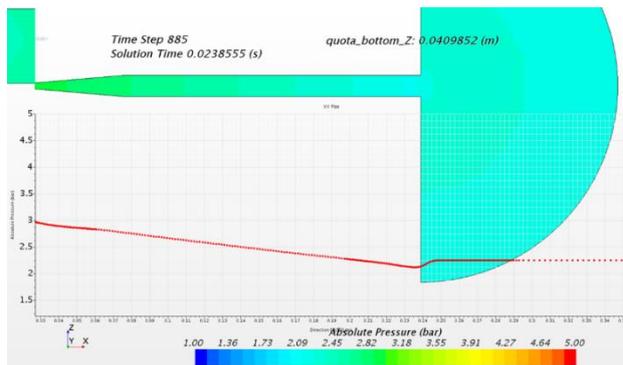


Figura 10: Andamento pressioni nel condotto AP

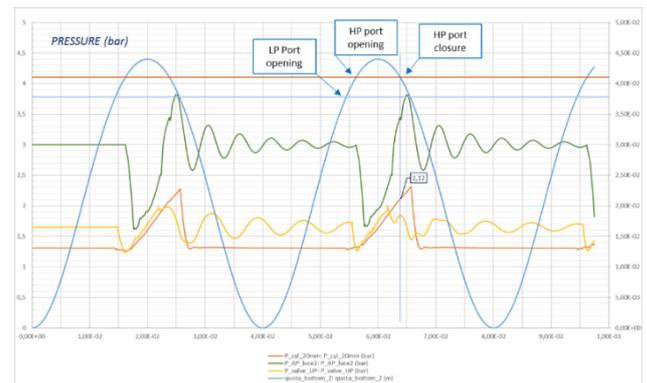
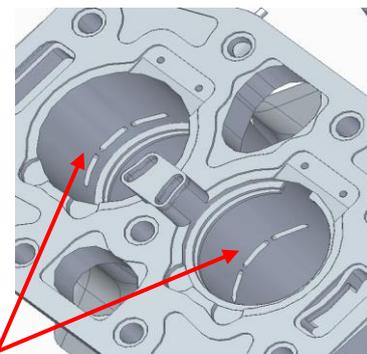


Figura 11: Andamento pressioni nel tempo

La realizzazione del compressore prototipo a partire da un modello convenzionale ha necessariamente comportato dei vincoli nella realizzazione delle luci e dei condotti, che ne hanno parzialmente penalizzato le prestazioni rispetto al caso ideale, ma che hanno comunque confermato l'incremento sostanziale dell'efficienza.



LUCI DI
INIEZIONE

Figura 12: Testa del compressore prototipo a 2 cilindri

Sono stati condotti i primi test sperimentali sul banco di test con compressore prototipo a 2 cilindri. A seguire verranno condotti i test anche su un compressore prototipo a 4 cilindri.



Figura 13: Banco di test sperimentale

Lo sviluppo del progetto ed il trasferimento della tecnologia su scala industriale, risultano avere delle premesse estremamente interessanti, considerando l'ampio utilizzo dei compressori alternativi negli impianti frigoriferi di applicazione civile ed industriale (frigo e congelatori domestici, impianti di condizionamento, sistemi costituenti la catena del freddo nel settore agroalimentare, processi farmaceutici, etc.).

Si tratta di una classe di macchine che, in virtù del vasto campo applicativo e dell'esteso range di potenze coperto a partire da taglie piccole (da potenze di 1 kW ai 100 kW), rappresenta a tutti gli effetti una notevole fetta di utenza del fabbisogno energetico dei paesi industrializzati.

Bibliografia

- [01] Taras MF, Lifson A, Dobmeier TJ. "Refrigerant Cycle with Tandem Economized and Conventional Compressors" United States Patent; Patent No.: Us 6.955.058 B2; Date of Patent: Oct.18, 2005.
- [02] Andres MJ. "Expendable Turbine Driven Compression Cycle Cooling System" United States; Patent Application Publication; Pub. No.: Us 2007/0193301 A1; Pub. Date: Aug.23, 2007.
- [03] Lifson A, Taras MF. "Refrigerant System with Variable Capacity Expander" United States; Patent Application Publication; Pub. No.: Us 2010/0031677 A1; Pub. Date: Feb.11, 2010.
- [04] Bush JW, Beagle WP, Mitra B. "Refrigerating System with Parallel Staged Economizer Circuits Using Multistage Compression" United States; Patent Application Publication; Pub. No.: Us 2010/0223938 A1; Pub. Date: Sep.9, 2010.
- [05] Mitra B, Beagle WP, Bush JW. "Refrigerating System with Parallel Staged Economizer Circuits Discharging to Interstage Pressures of a Main Compressor" United States; Patent Application Publication; Pub. No.: Us 2010/0223939 A1; Pub. Date: Sep.9, 2010.
- [06] Ascani M., "Refrigerating Device and Method for Circulating a Refrigerating Fluid Associated With it." United States Patent; Patent No.: Us 8,505,317 B2; Date of Patent: Aug.13, 2013.
- [07] Ascani M., Cerri G., De Francesco E., "Power Reduction in Vapour Compression Cooling Cycles by Power Regeneration" - 69th Conference of the Italian Thermal Machines Engineering Association, ATI2014.
- [08] Ascani M., Manni A., "COLD ENERGY: the refrigeration system with the turbocharger" – 16th European Conference Technological Innovations in Refrigeration and in Air Conditioning, June 12-13, 2015.
- [09] Ascani M., "Reciprocating Compressor for a cooling device" International Patent; Patent No.: PCT/IB2015/059534; Date of Patent: Dec.11, 2015.
- [10] Ascani M., "Refrigeration device" International Patent; Patent No.: PCT/IB2015/059532; Date of Patent: Dec.11, 2015.