



## Executive summary

# TECNOLOGIE DI RISPARMIO ENERGETICO PER LA REFRIGERAZIONE

Studio di fattibilità finanziato dal Parco Scientifico e Tecnologico della Liguria  
 Docup Obiettivo 2 (2000–2006), Misura 3.7, Sottomisura D Diffusione e Trasferimento dell'Innovazione

Nel progetto **TRERef** (acronimo di **T**ecnologie di **R**isparmio **E**nergetico per la **R**efrigerazione) è stato realizzato un primo prototipo che dimostra la fattibilità dello sviluppo di una scheda a basso costo per il monitoraggio ed il calcolo delle prestazioni energetiche di impianti refrigeranti per uso industriale, con particolare riferimento al settore alimentare e della grande distribuzione nella catena del freddo.

La proposta di questa attività di sviluppo tecnologico è venuta dalla Società Bifreezer, società PMI ligure leader nel settore delle tecnologie del freddo, particolarmente attiva nella costruzione di sistemi "custom" di medie e grandi dimensioni per refrigerazione e surgelazione.

Tale settore presenta tecnologie molto consolidate che, se da un lato offrono grande affidabilità e costi di installazione contenuti, dall'altro sono caratterizzate da basso contenuto tecnologico, scarsa efficienza ed elevati consumi, cui corrispondono elevati costi di esercizio. Le dimensioni di questo settore sono dimostrate dal fatto che l'80% delle derrate alimentari (con un fatturato annuo nel mondo di circa 1000 miliardi di €) passa attraverso la catena del freddo e che il 30-35% dei consumi energetici di un supermercato sono abbinati ai consumi degli impianti frigoriferi.

Risulta di grande interesse pertanto la possibilità di raggiungere anche modesti obiettivi di risparmio energetico (dell'ordine del 10-15%) grazie alla disponibilità di sistemi intelligenti di monitoraggio e controllo degli impianti. Tali sistemi esistono attualmente in commercio a costi

molto elevati (decine di migliaia di €) e sono quindi riservati agli impianti di grandissima taglia.

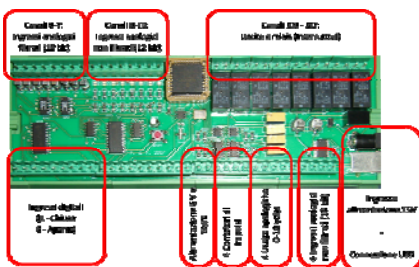
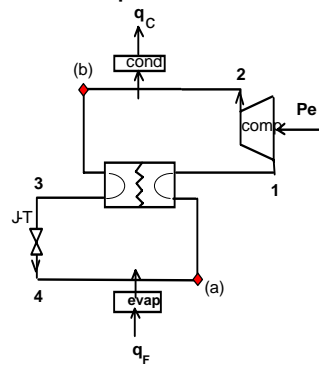
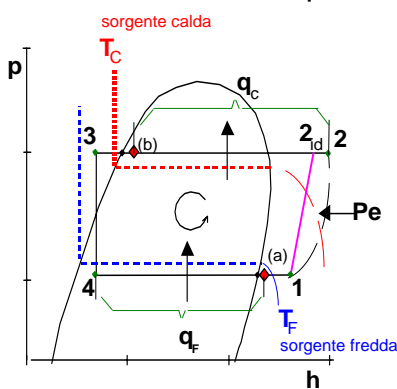
La scheda sviluppata in questo progetto è invece di bassissimo costo (dell'ordine di 1000€ prezzo finale) grazie alla disponibilità di capacità di simulazione e calcolo "embedded" attraverso un piccolo processore. In questo modo è stato possibile ridurre al minimo le misure da effettuare sull'impianto e la richiesta di sistemi di calcolo dedicati.

Le informazioni sui consumi del sistema, su eventuali anomalie di funzionamento,



sui carichi richiesti dall'utente vengono, anziché misurate, calcolate sulla base di un ridotto numero di misure effettuate nella sola centrale moto-condensante del sistema, ubicata in spazi dedicati del supermercato: ne segue un ulteriore risparmio, rispetto ai sistemi tradizionali, sui cablaggi e sulle strumentazioni di misura necessarie.

Lo sviluppo del software è stato completato a partire dalle tradizionali equazioni di conservazione dell'energia e della massa nell'impianto frigorifero, sviluppando anche apposite routine di calcolo delle proprietà dei fluidi frigoriferi utilizzati. La messa a punto di algoritmi dedicati, rispetto a software convenzionali disponibili in commercio, è dettata dalla necessità di ridurre al minimo la richiesta di risorse di memoria e di elaborazione numerica al processore, che per questioni di costo è particolarmente semplice e di capacità operative limitate. Al momento sono disponibili i dati dei seguenti fluidi: R600a (isobutano), R134a, R22, Ammoniaca. Tuttavia, essendo chiaramente definiti gli algoritmi ed i criteri di calcolo, l'estensione ad altri tipi di fluido non presenterebbe alcuna difficoltà.



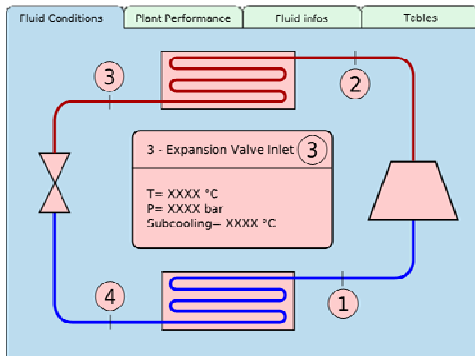
Grazie anche alla disponibilità presso il DIPTEM di un impianto sperimentale strumentato con caratteristiche di particolare flessibilità di funzionamento, il "cuore" del sistema di monitoraggio e calcolo delle prestazioni della scheda elettronica è stato preliminarmente testato su Personal Computer, e solo successivamente tradotto nella sua versione definitiva.

Alla parte più impegnativa di calcolo prima descritta è stata integrata anche una parte di interfaccia utente particolarmente semplice e comprensibile anche ad operatori non esperti.

Tale interfaccia è costituita da un pannello LCD touch-screen, nel quale sono state impostate alcune semplici funzionalità di base che consentono di accedere rapidamente ai principali dati di funzionamento della macchina. In particolare, in questo primo prototipo, sono disponibili:



- una schermata di accesso
- una schermata che consente la lettura di tutti i dati operativi (temperature, pressione, consumi energetici, etc.) dei singoli componenti dell'impianto (compressore, evaporatore, valvola di espansione, condensatore)
- una schermata con le caratteristiche generali dell'impianto (fluido di lavoro, taglia nominale, cilindrata dei compressori, etc.)

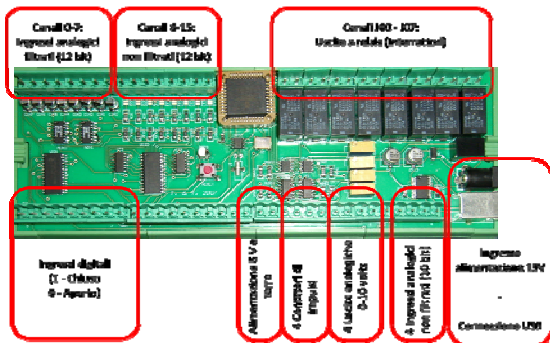


- una schermata di lettura dei parametri di efficienza calcolati (coefficiente di prestazione, potenze elettriche e flussi termici, consumi energetici, etc.)
- una schermata di accesso ai dati storici dell'impianto acquisiti (temperature, pressioni, consumi energetici etc.).

L'insieme di queste informazioni consente ad un utente anche non esperto di farsi subito un'idea delle condizioni di funzionamento del suo impianto, di individuare eventuali anomalie e decidere quindi, per esempio, di richiedere un intervento straordinario di manutenzione, senza incorrere in tutti i problemi derivanti da un fermo impianto non adeguatamente programmato, a causa di un malfunzionamento imprevisto.

È stata così dimostrata la fattibilità tecnica dell'idea proposta, che offre notevoli vantaggi rispetto a sistemi analoghi disponibili in commercio.

Anche gli aspetti economici sono stati verificati, in collaborazione con le Aziende proponenti, confermando che la fascia di prezzo in cui potrebbe inserirsi la scheda TRERef è nell'intorno dei 1000-1500€. Tale valore è estremamente interessante, se rapportato alle prestazioni che la stessa potrebbe offrire ed alle prospettive di risparmio energetico (e



quindi economico) che potrebbero derivare da un suo uso su impianti frigoriferi industriali (commercio, conservazione di derrate alimentari, etc.).

In conclusione si può dire che lo studio di fattibilità TRERef ha confermato la fattibilità tecnica della scheda e le buone prospettive, anche commerciali, di un prodotto hardware e software come quello sviluppato col primo prototipo.

Prima di arrivare alla commercializzazione del prodotto è ancora aperta una lunga strada di ingegnerizzazione dell'hardware e di affinamento software dell'interfaccia utente, che sono comunque parte del normale processo di sviluppo industriale di ogni nuovo componente.