



Agenzia Nazionale per le Nuove tecnologie,  
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



*Ministero dello Sviluppo Economico*

## RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

# Sviluppo della nuova logica di controllo per il sistema di solar cooling DEC

*M. Beccali, P. Finocchiaro, B. Nocke*



SVILUPPO DELLA NUOVA LOGICA DI CONTROLLO PER IL SISTEMA DI SOLAR COOLING DEC

M. Beccali, P. Finocchiaro, B. Nocke (Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali (DREAM) dell'Università degli Studi di Palermo)

Settembre 2010

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Usi Finali

Tema: Sistemi di climatizzazione estiva ed invernale assistita da fonti rinnovabili

Responsabile Tema: Nicolandrea Calabrese, ENEA



Accordo di Programma MSE-ENEA

**Piano Annuale di Realizzazione della seconda annualità**

***Tema di ricerca 5.4.1.3 "SVILUPPO DI COMPONENTI E IMPIANTI INNOVATIVI PER LA RAZIONALIZZAZIONE DEI CONSUMI ELETTRICI NEGLI EDIFICI CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AL CONDIZIONAMENTO ESTIVO"***

Accordo di Collaborazione tra ENEA e Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali (DREAM) dell'Università degli Studi di Palermo

***"Partecipazione a gruppi di lavoro internazionali (Task 38 IEA, Task 42 IEA) e studio sperimentale per l'ottimizzazione energetica di cicli di trattamento desiccant cooling"***

**REPORT FINALE**

**SVILUPPO DELLA NUOVA LOGICA DI CONTROLLO PER IL SISTEMA DI SOLAR COOLING DEC**

Responsabile Scientifico: Prof. Marco Beccali

Ing. Pietro Finocchiaro

Ing. Bettina Nocke

**Data 8.10.2010**

## **INDICE**

Introduzione .....	2
Sviluppo della nuova logica di controllo per il sistema di solar cooling DEC .....	2

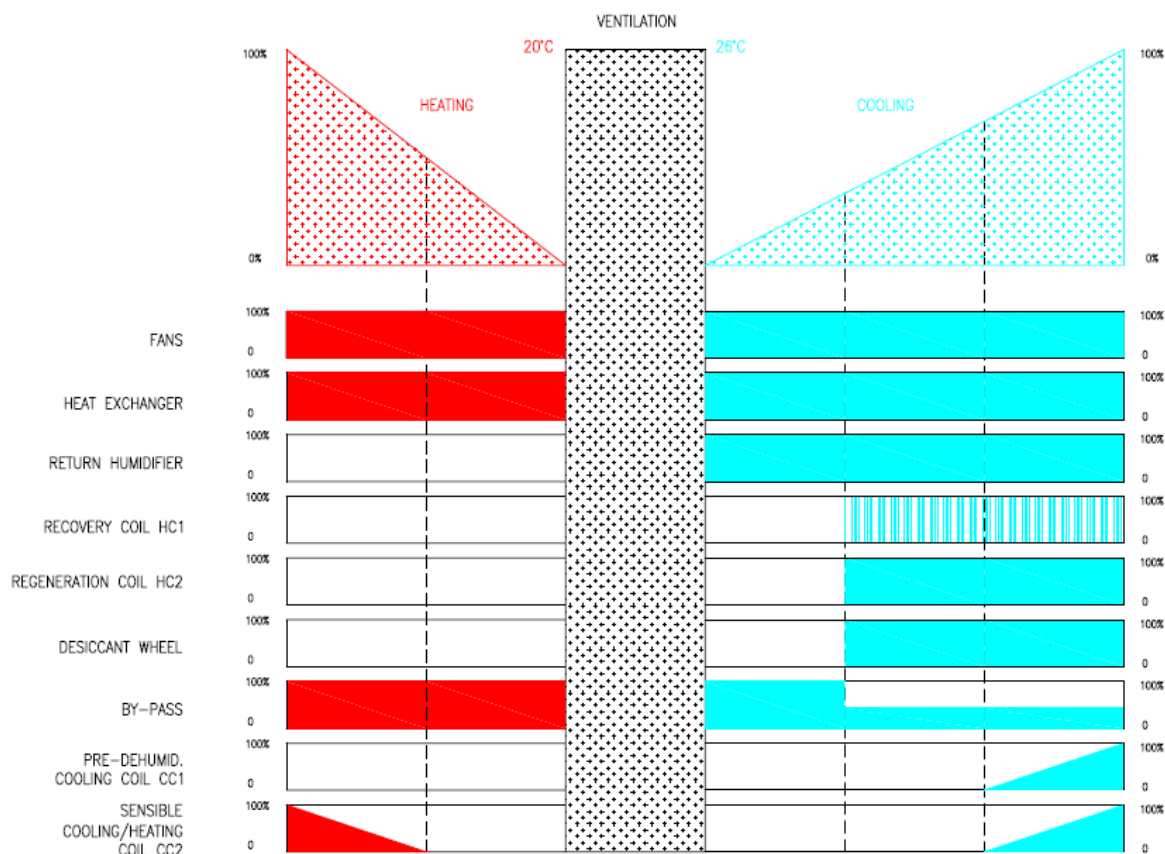
## **Introduzione**

Nel corso dei due anni di attività di ricerca svolta presso il DREAM, sono state portate avanti diverse ricerche nell'ambito dei sistemi solari termici impiegati per il raffreddamento degli edifici noti come più comunemente come sistemi di solar cooling. Le attività svolte possono essere raggruppate nei seguenti punti:

- Acquisizione e analisi dei dati monitoraggio dell'impianto desiccant cooling presente nel laboratorio solare del DREAM
- Progetto e realizzazione delle modifiche apportate per il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'impianto citato
- Progetto e realizzazione di un nuovo set up sperimentale per il test di componenti impiantistici impiegati in sistemi desiccant cooling innovativi
- Sviluppo di configurazioni impiantistiche innovative nell'ambito dei sistemi desiccant cooling a ciclo aperto per applicazioni in ambito residenziale

### **Sviluppo della nuova logica di controllo per il sistema di solar cooling DEC**

La logica di regolazione e controllo dell'impianto nella sua configurazione originaria prevede sei modi di funzionamento per le diverse condizioni di carico sulla base dei quali vengono attivati o disattivati gli elementi che compongono il sistema. Le variabili sulla base delle quali viene effettuata la commutazione da una modalità di funzionamento ad un'altra, sono la temperatura e l'umidità relativa dell'aria di ritorno dall'edificio.



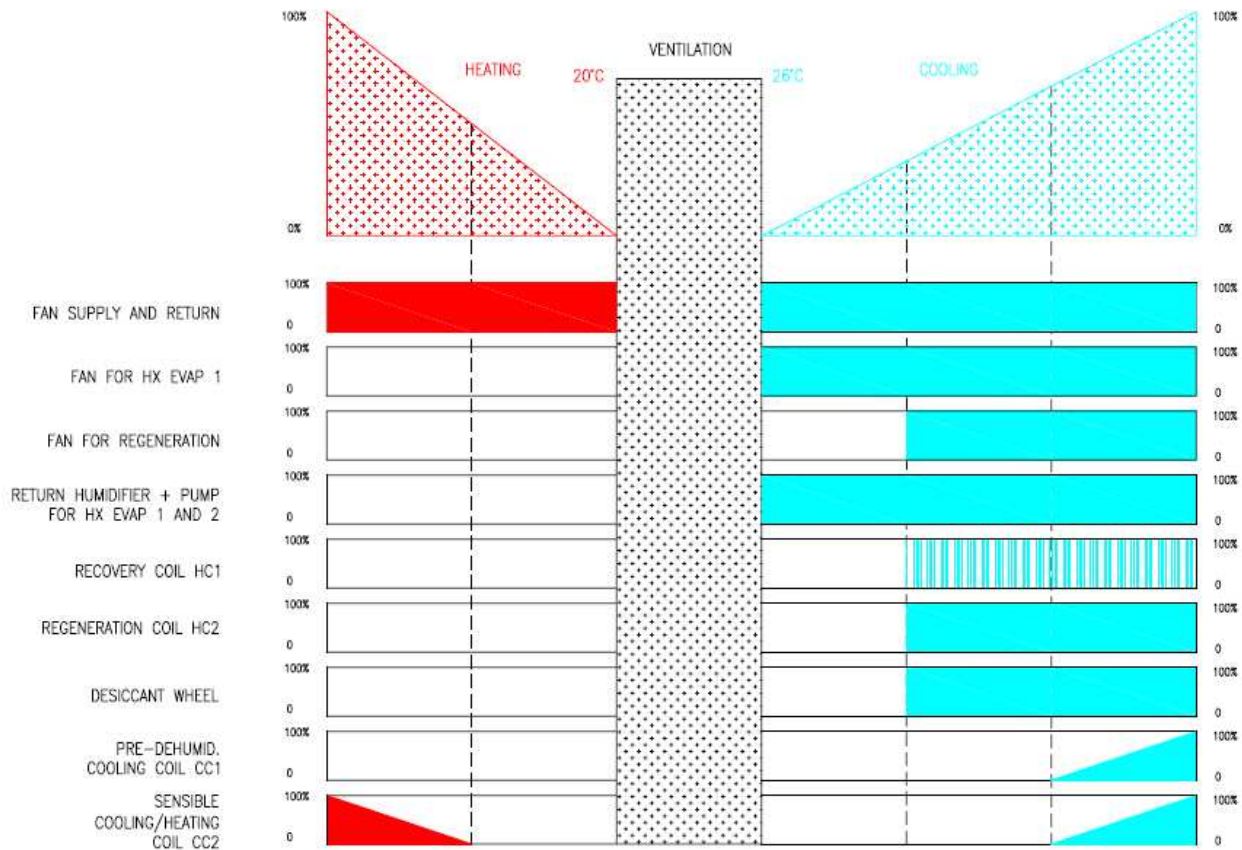
**Figura 1: Modi di funzionamento per la configurazione DEC originaria**

In funzionamento estivo, il sistema parte in modalità ventilazione  $\text{MODE}=0$  (*ventilazione*), nella quale non è realizzato alcun trattamento attivo o passivo dell'aria; se le condizioni di temperatura e umidità desiderate non sono raggiunte il sistema commuta in  $\text{MODE}=1$  (*raffreddamento evaporativo indiretto*). Se le prestazioni del sistema in termini di temperatura e umidità raggiunte non sono ancora sufficienti, allora il sistema commuta nella modalità successiva  $\text{MODE}=2$  (*desiccant cooling*) nel quale viene realizzato il ciclo di trattamento dell'aria desiccant cooling. Se, a causa dell'aumento del carico interno o dell'aggravarsi delle condizioni dell'aria esterna, il sistema non è più in grado di garantire le condizioni di progetto all'interno del locale, allora esso commuta in  $\text{MODE}=3$  (*raffreddamento con batterie ausiliarie*) dove, al ciclo di trattamento desiccant cooling si aggiungono le due batterie di raffreddamento ausiliarie. Di seguito si riporta la logica di commutazione del modo di funzionamento.

In funzionamento invernale, il sistema dal  $\text{MODE}=0$  commuta verso  $\text{MODE}=-1$  attuando un recupero termico dal flusso d'aria di estrazione; se le condizioni lo richiedono, ovvero se la potenza termica richiesta all'UTA è maggiore, il sistema commuta in  $\text{MODE}=-2$  in cui viene attivata la batteria di riscaldamento. La regolazione della potenza frigorifera di ognuna delle batterie è poi attuata per mezzo di un regolatore PID agendo sulla portata di acqua refrigerata

all'interno di esse al fine di mantenere la temperatura o l'umidità assoluta più vicino possibile al valore di set-point.

A seguito delle modifiche effettuate, è stata aggiornata la logica di controllo del sistema **(Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.)**.



**Figura 2: Modi di funzionamento per la nuova configurazione DEC con gli scambiatori evaporativi**

La nuova logica di controllo è simile a quella della configurazione originaria e differisce da questa per i seguenti aspetti:

- il ventilatore di rigenerazione può essere regolato indipendentemente da quello dell'aria di processo e spento in Mode = 1
- la pompa di ricircolo utilizzata negli scambiatori evaporativi viene attivata nelle modalità di funzionamento 2 e 3 e mantenuta spenta in tutte le altre
- viene eliminato il controllo sul by-pass della ruota (non essendo più presente)

E' da sottolineare che l'UTA è provvista di un sistema di serrande che permette il passaggio dell'aria di ritorno dall'edificio in entrambi gli scambiatori evaporativi (in serie). Questa modalità di funzionamento permette l'esclusione del ventilatore di estrazione dello scambiatore HX evap 1.

Allo scopo di effettuare il monitoraggio e il controllo automatico dell'impianto in oggetto, viene utilizzato un PC equipaggiato con l'applicativo Labview, con una scheda di acquisizione dati National Instruments PCI 6225 ed interfacciato con un acquisitore industriale Yokogawa MX100. Il sistema di acquisizione e controllo è stato appositamente programmato in Labview e risulta costituito principalmente da tre blocchi funzionali collegati in cascata ed eseguiti ciclicamente. Il primo di essi provvede all'acquisizione e al condizionamento dei dati provenienti dai diversi sensori che acquisiscono le grandezze più significative del sistema. Il secondo blocco funzionale del VI implementa la strategia di controllo proposta nel presente lavoro: in base ai diversi input immessi dall'operatore (orario di accensione spegnimento, set-point estivo ed invernale di temperatura e umidità relativa dell'aria di immissione, ecc..) esso determina la modalità di funzionamento dell'unità di trattamento (MODE) ed il conseguente stato di tutti gli attuatori ovvero serrande, valvole di by-pass e valvole miscelatrici. Tale blocco comprende come sottoblocchi dei regolatori PID, i cui parametri sono stati opportunamente scelti in base ad alcune prove di taratura effettuate sul sistema. L'ultimo blocco funzionale, infine, si occupa di inviare agli attuatori i relativi segnali elettrici di comando, in accordo con le decisioni intraprese dal blocco precedente. Un ulteriore blocco, che funziona in parallelo ai primi tre, si occupa di aggiornare la schermata che riporta i valori letti in tempo reale dai sensori e i LED che rappresentano lo stato di funzionamento dei diversi componenti dell'impianto, nonché di visualizzare i grafici delle grandezze più significative e salvare periodicamente i dati acquisiti su un file.

A seguito delle modifiche apportate è stato aggiornato anche il sistema di acquisizione dati, regolazione e controllo implementato su Labview (Figura ). In particolare, al fine di esaminare le prestazioni degli scambiatore di calore citati, sono stati introdotti nuovi punti di misura di temperatura e umidità. Inoltre, per aumentare la versatilità e le possibilità di prova sono stati introdotti dei dispositivi per il controllo della velocità dei ventilatori, serrande di apertura/chiusura in modo tale da permettere diversi passaggi d'aria e by - pass della portata d'acqua inviata agli ugelli.



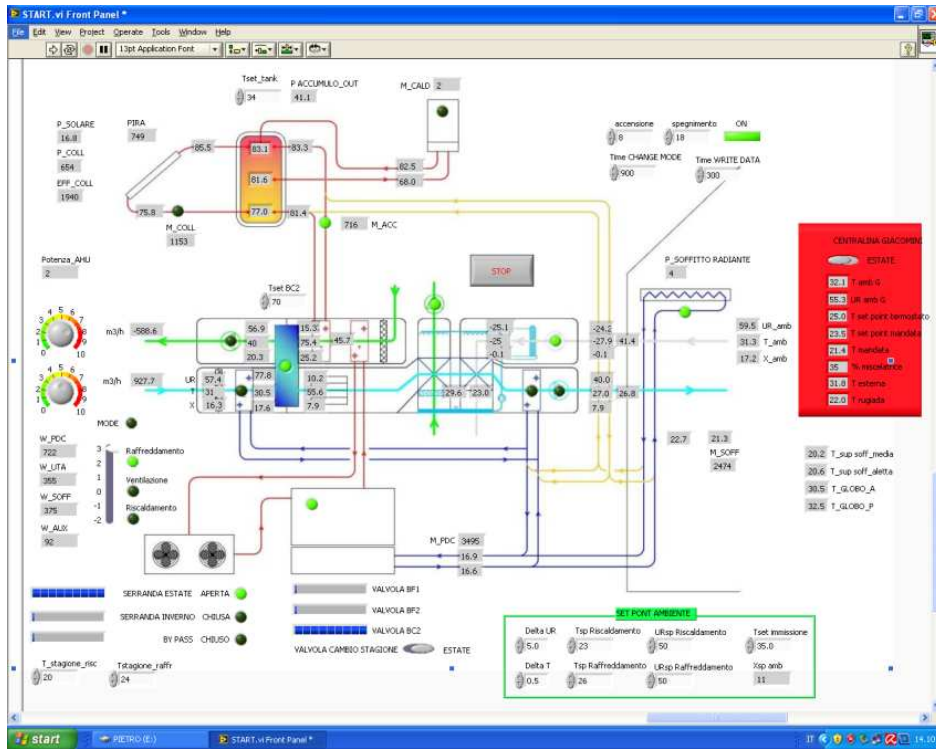


Figura 3: Pannello di controllo Labview dell'UTA DEC nella nuova configurazione