F-GAS AND ECODESIGN:

INFLUENCES OF EU LEGISLATION ON ITALIAN INDUSTRY

EPEE
European Partnership for Energy and the Environment

CONFINDUSTRIA PADOVA

CAREL

9 maggio 2016 / 9 May 2016

09.00 – 18.00

Hotel NH Laguna Palace

Mestre (VE)

AERMEC
la prima per il clima

Multichiller EVO: Il sistema intelligente di gestione delle centrali termo-frigorifere

Venezia, 9 maggio 2016

Servizio Tecnico Commerciale

MULTICHILLER: INTRODUZIONE

Buona parte dei progetti di impianti idronici di climatizzazione di taglia media e grande prevedono l'impiego di più refrigeratori e/o pompe di calore da collegare in parallelo, per soddisfare diverse esigenze:

- Copertura della potenza frigorifera richiesta dall'impianto
- Riserva in caso di guasto di un refrigeratore
- Lay- out ottimale della centrale termo-frigorifera

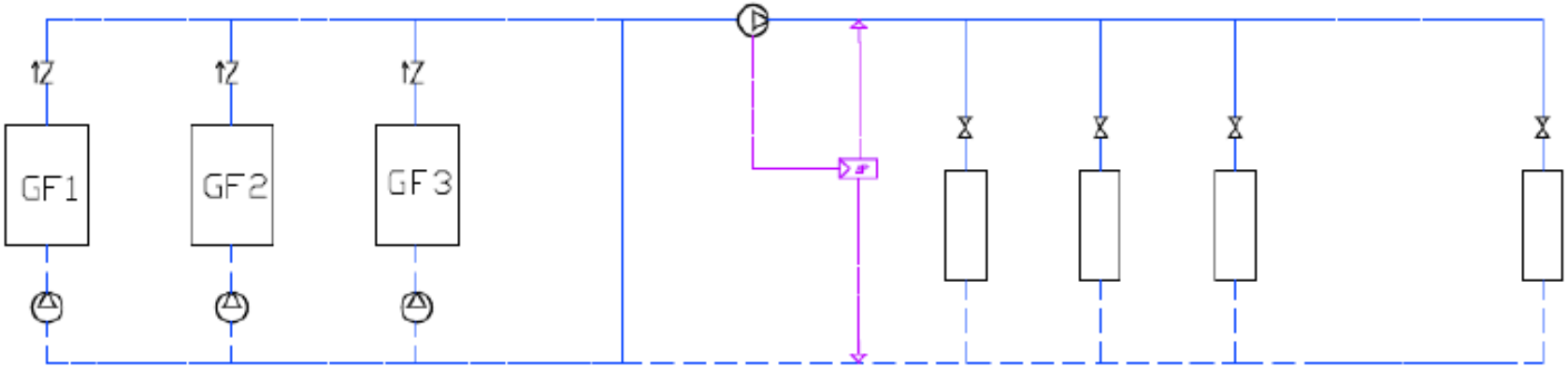
MULTICHILLER: INTRODUZIONE

La scelta di disporre di più macchine in parallelo su unico impianto è spesso motivata anche dalla volontà di implementare logiche di gestione ottimizzate dei gruppi, in ogni caso è una importante opportunità da cogliere per incrementare l'efficienza complessiva della centrale attraverso la scelta della strategia di gestione più idonea alle macchine impiegate.

MULTICHILLER: INTRODUZIONE

La maggior parte delle centrali con più refrigeratori /pompe di calore prevede una architettura come quella sotto riportata:

- circuito primario con macchine collegate in parallelo
- una pompa per ogni singola macchina, con valvola di non ritorno sul ramo della stessa
- circuito secondario con lay-out che può variare a seconda dello specifico impianto, spesso una o più pompe a portata variabile sui circuiti utenze



MULTICHILLER: INTRODUZIONE

MODALITA' DI GESTIONE DELLA CENTRALE AI CARICHI PARZIALI

Al variare del carico dell'impianto la centrale termo-frigorifera può modulare la potenza complessivamente erogata seguendo una delle logiche di gestione seguenti:

- FUNZIONAMENTO SIMMETRICO (detto anche OMOGENEO): al diminuire del carico d'impianto le macchine parzializzano tutte la potenza erogata contemporaneamente e allo stesso modo

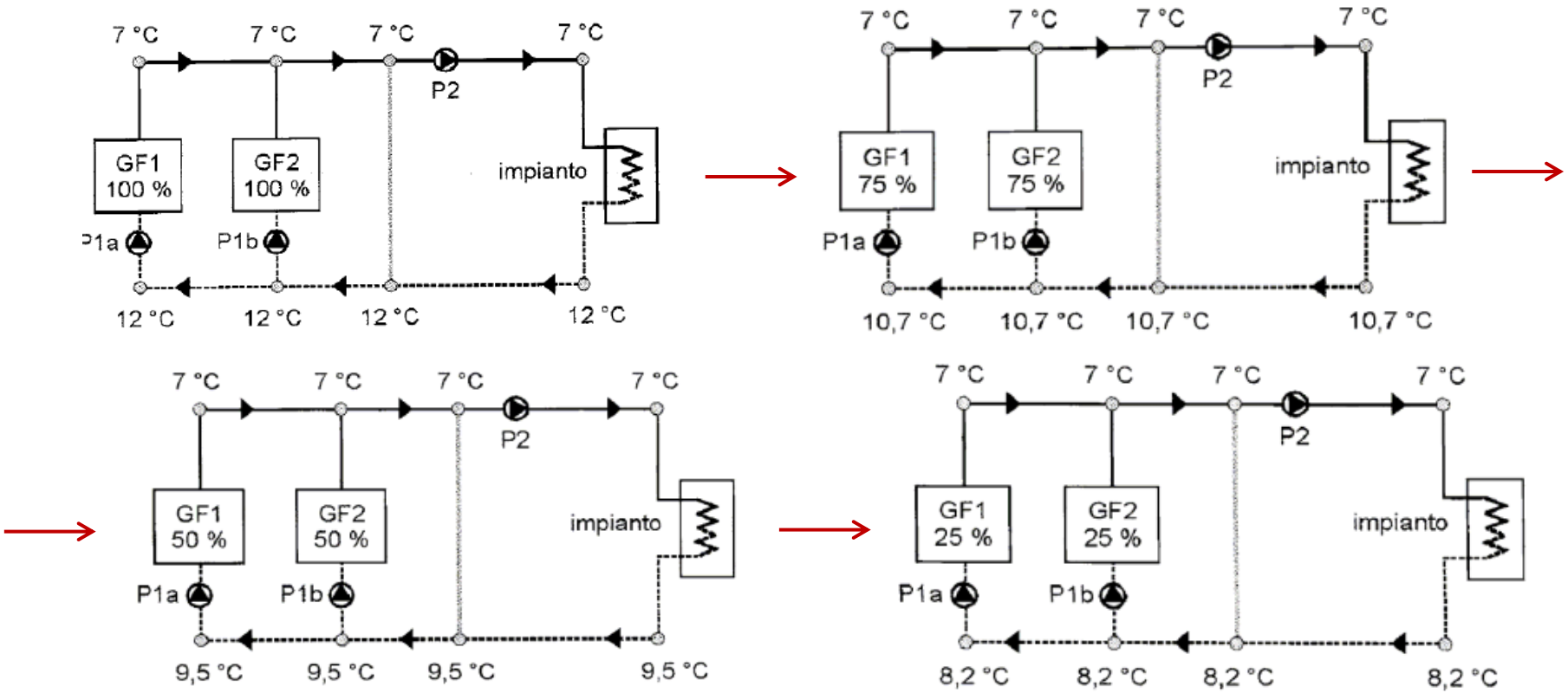
- FUNZIONAMENTO SEQUENZIALE: al diminuire del carico d'impianto le macchine cominciano a parzializzare una alla volta fino a spegnimento; allo spegnimento di ogni gruppo corrisponde lo spegnimento della pompa ad esso associata

- FUNZIONAMENTO MISTO: al diminuire del carico le macchine cominciano a parzializzare tutte contemporaneamente fino ad un grado di parzializzazione stabilito, e successivamente staccate in sequenza se necessario

MULTICHILLER: INTRODUZIONE

Puramente a titolo di esempio, consideriamo il caso di una centrale con due chiller:

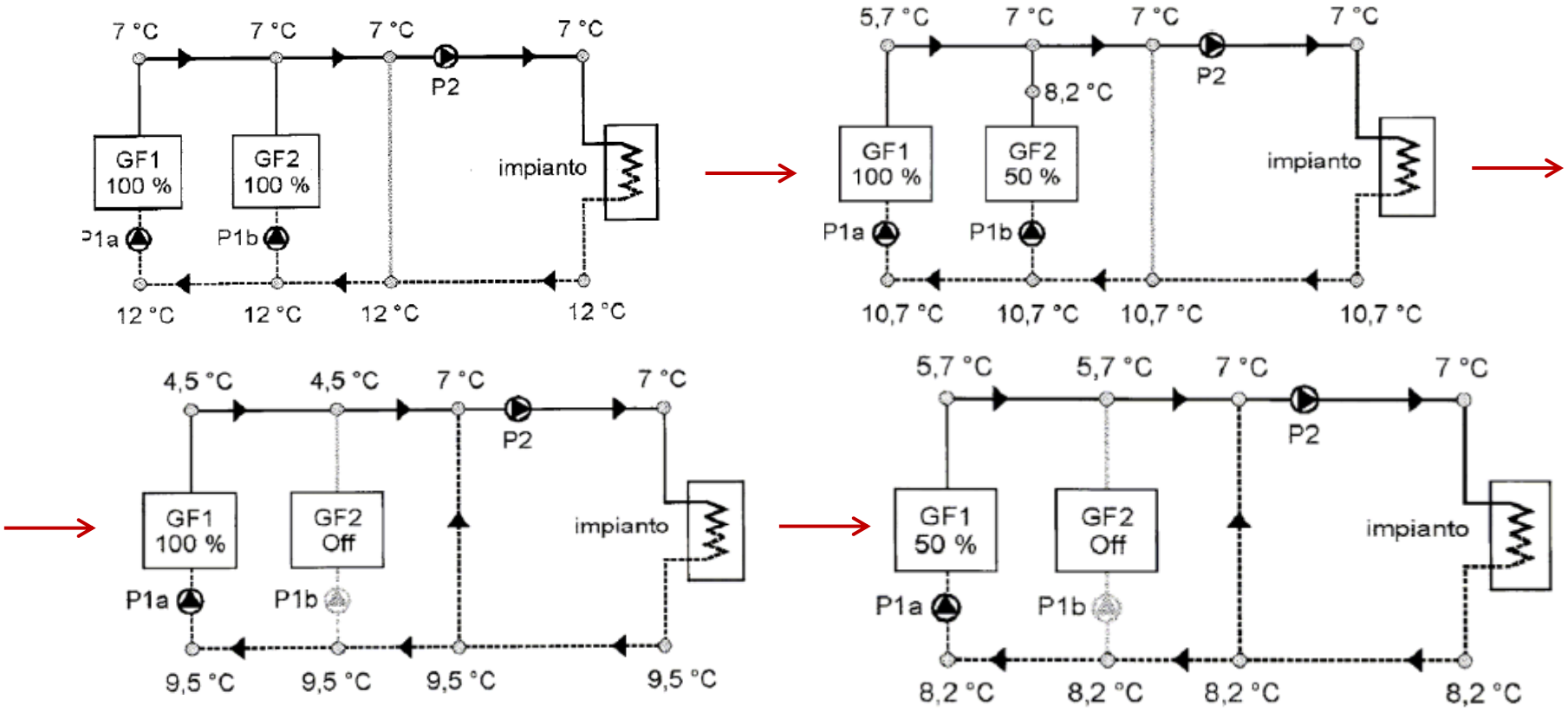
- FUNZIONAMENTO SIMMETRICO



MULTICHILLER: INTRODUZIONE

Puramente a titolo di esempio, consideriamo il caso di una centrale con due chiller:

- FUNZIONAMENTO SEQUENZIALE



MULTICHILLER: INTRODUZIONE

LOGICHE DI GESTIONE A CONFRONTO:

- Il FUNZIONAMENTO SEQUENZIALE massimizza la quantità di energia frigorifera (o termica) prodotta in funzionamento parzializzato (*solitamente* con vantaggio sugli EER dei singoli gruppi) ma richiede di mantenere in funzione tutte le pompe dei gruppi, movimentando più acqua sul primario

- Il FUNZIONAMENTO SIMMETRICO a fronte di una maggiore quantità di energia frigorifera (o termica) prodotta da gruppi a pieno carico, permette di disattivare le pompe dei gruppi spenti, con minori spese di pompaggio sul primario

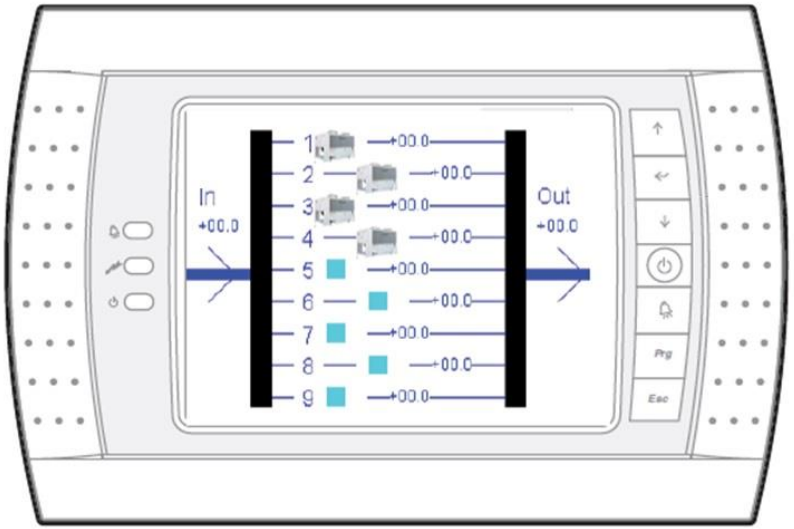
La scelta della strategia di gestione più conveniente dovrebbe quindi tenere conto di molteplici fattori che variano in funzione dello specifico caso trattato, ed in particolare modo:

- ✓ Potenza dei gruppi di pompaggio sul primario e loro efficienza
- ✓ Comportamento dei refrigeratori a carico parziale
- ✓ Profilo di carico presunto per l'impianto considerato

MULTICHILLER: INTRODUZIONE

MULTICHILLER è un sistema di gestione di centrali frigorifere con più refrigeratori collegati in parallelo, *che ottimizza istante per istante la relativa parzializzazione.*

La logica é basata su soglie di potenza ottimali per l'**ON/OFF** sequenziale dei gruppi.



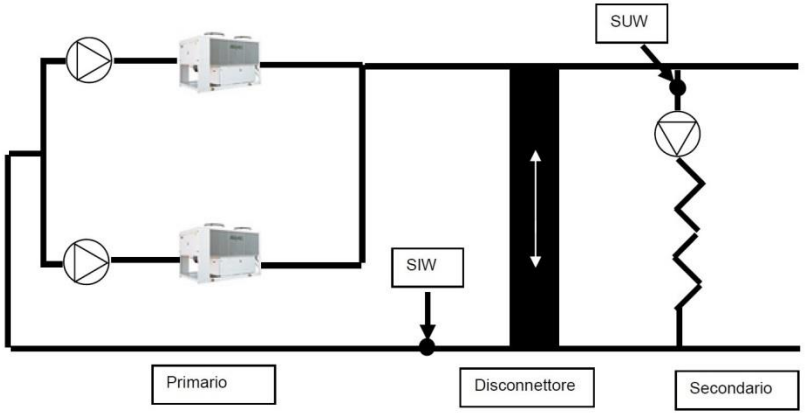
MULTICHILLER: logiche di regolazione STANDARD

MULTICHILLER prevede 2 differenti tipologie di regolazione :

1. **REGOLAZIONE PER TEMPERATURA:** ottimizza la T_{SUW} (mandata);
2. **REGOLAZIONE PER CARICO:** garantisce il carico impianto $LOAD_{IMP}$

La prima prevede solo la logica **SEQUENZIALE**; la seconda ammette anche quella **SIMMETRICA** e la **COMBINATA,** sintesi delle 2 precedentemente indicate.

ESEMPIO D'IMPIANTO



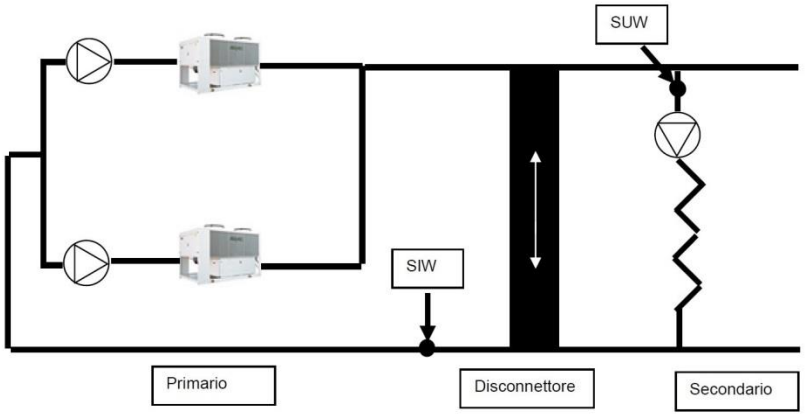
- 2 Refrigeratori con pompa di circolazione e portata costante all'evaporatore
- Circuito primario con 2 step di portata (in base al n° di gruppi in funzione)
- Circuito secondario a portata variabile

MULTICHILLER: logiche di regolazione STANDARD

1. **REGOLAZIONE PER TEMPERATURA:** assicura sempre la Tsuw sul secondario, requisito prioritario nelle applicazioni di «processo».

- **OFF-ON**
  GF1 ON : se Tsuw > T Leaving water temp. start chiller → **GF2 ON** ;

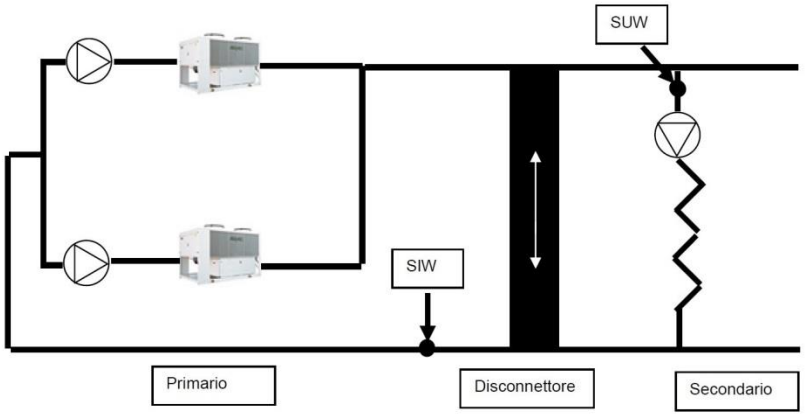
- **ON-OFF**
  GF1+GF2 ON : se Tsiw < T Return water temp. stop chiller → **GF2 OFF.**



MODALITA' DI LAVORO:
SEQUENZIALE

MULTICHILLER: logiche di regolazione STANDARD

2. **REGOLAZIONE PER CARICO** : assicura sempre il carico, requisito indispensabile nelle climatizzazione, dove è invece ammessa una minima tolleranza sulla $T_{MANDATA}$.
La gestione della **%** LOAD dei gruppi frigoriferi è ricavata dal **$\Delta(T_{SIW}-T_{SUW})$**.



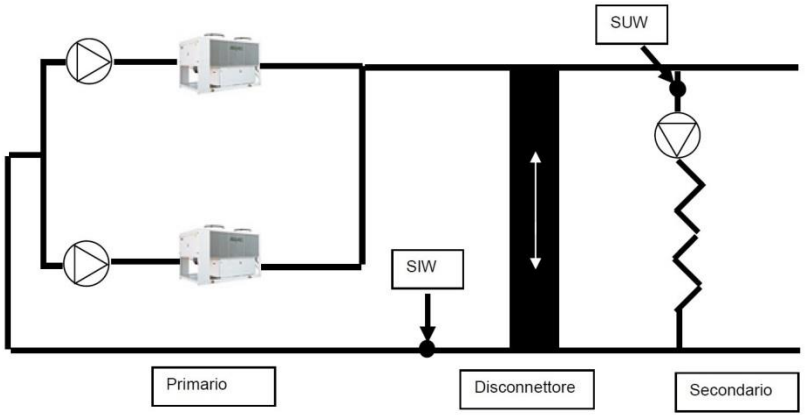
MODALITA' DI LAVORO:
SEQUENZIALE;
SIMMETRICA;
COMBINATA

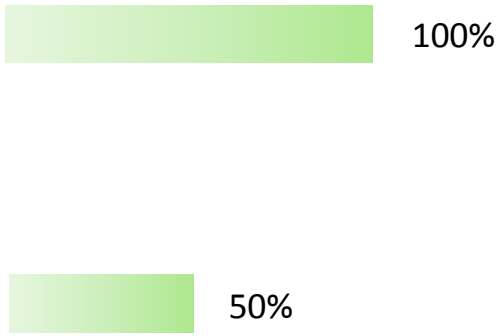
MULTICHILLER: logiche di regolazione STANDARD

REGOLAZIONE PER CARICO – MODALITA' DI LAVORO SEQUENZIALE

- **OFF-ON**
  GF1 ON : se % LOAD $_{GF1}$ > % Load to start next (=100) → **GF 2 ON**

- **ON-OFF**
  GF1+GF2 ON : se % LOAD $_{GF2}$ < % Load chiller to stop next (=0) → **GF 2 OFF**

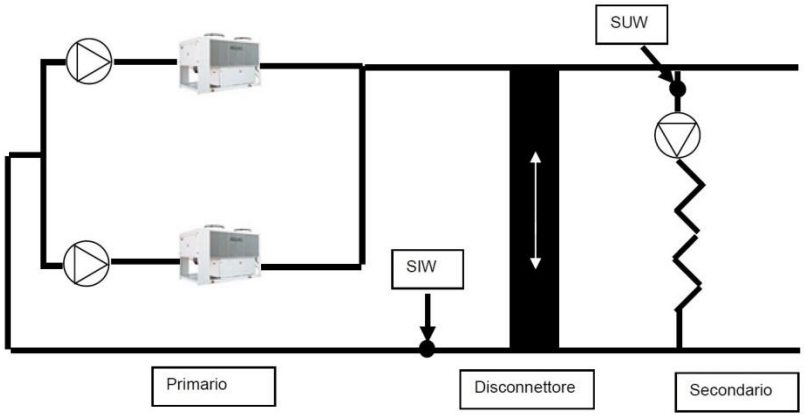


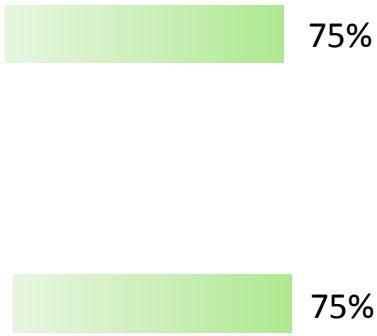


MULTICHILLER: logiche di regolazione STANDARD

REGOLAZIONE PER CARICO – MODALITA' DI LAVORO SIMMETRICA

- **OFF-ON**
  GF1+GF2 OFF: % LOAD $_{GF}$ > % Load to start next (=0) → **GF 1 + GF2 ON**
- **ON-OFF**
  GF1+GF2 ON: % LOAD $_{GF}$ < % Load chiller to stop next (=0) → **GF 1+ GF2 OFF**



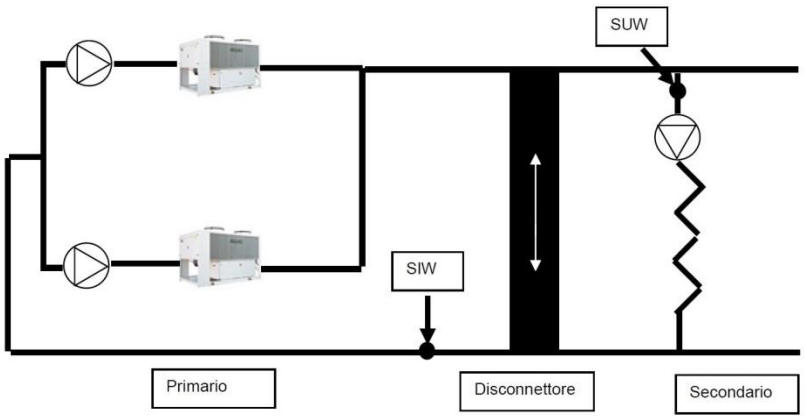


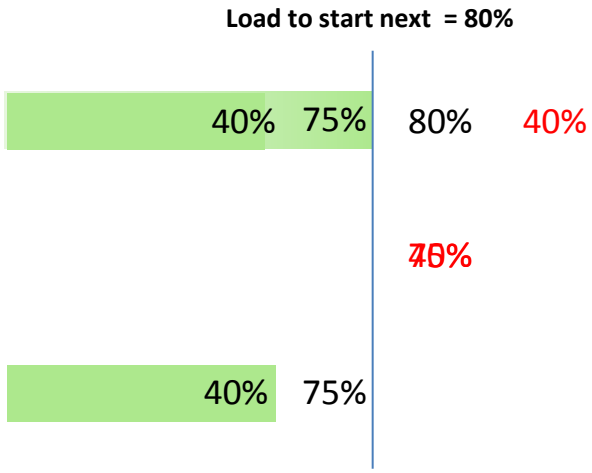
MULTICHILLER: logiche di regolazione STANDARD

REGOLAZIONE PER CARICO – MODALITA' DI LAVORO COMBINATA

- **OFF-ON**

  GF1 ON : se % LOAD $_{GF1}$ > % Load to start next (= set by user) → **GF 2 ON**



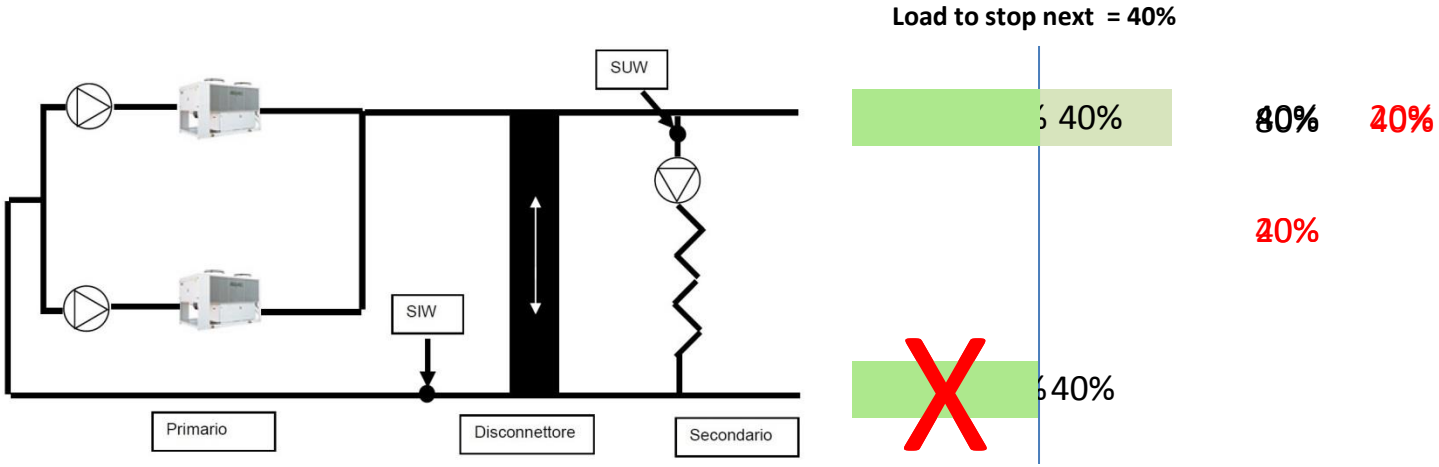


MULTICHILLER: logiche di regolazione STANDARD

REGOLAZIONE PER CARICO – MODALITA' DI LAVORO COMBINATA

- **ON-OFF**

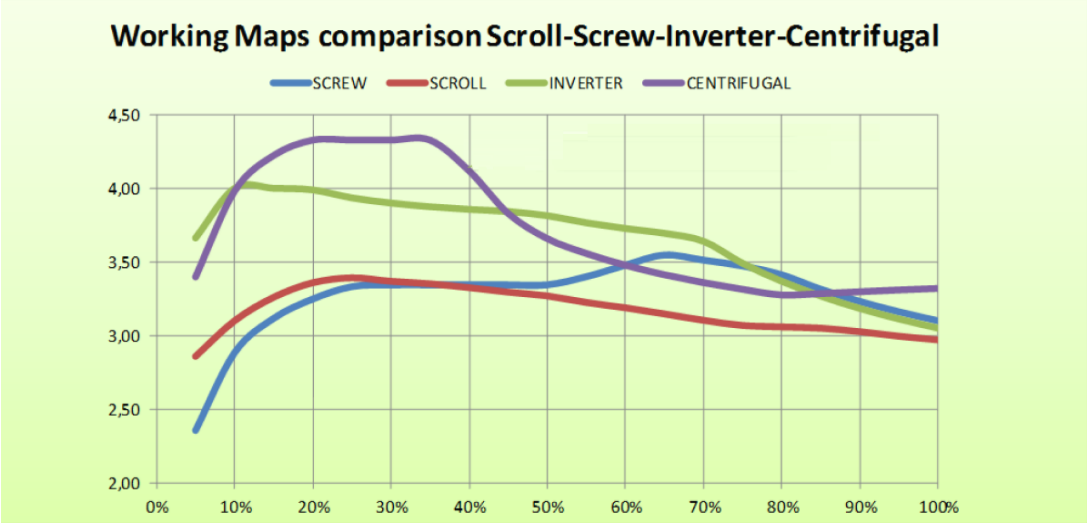
  GF 1+2 ON (n=2) : se % LOAD $_{IMP}$ ≤ ½ % Load chiller to stop next → **GF 2 OFF**



MULTICHILLER: logiche di regolazione STANDARD

REGOLAZIONE PER CARICO – MODALITA' DI LAVORO COMBINATA

% LOAD IMP	% LOAD GF_1	n° GF
40	80	
35	70	
30	60	
25	50	
20	**40**	
15	**30**	
10	**20**	



Multichiller EVO - AERMEC

Cos'è "Multichiller EVO"

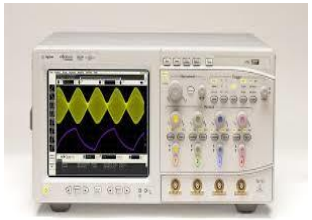
Il plus del **MULTICHILLER EVO** è la logica basata su dati di funzionamento reali dei gruppi AERMEC, "know-how" non in possesso delle aziende che si occupano solo di controlli.

La mole elevata di dati è acquisita nelle camere di test Aermec, più grandi d'Europa, monitorando gruppi fino a 2300 kW, a 50 e 60 Hz, con certificazione EUROVENT ed AHRI.

La mappa di punti così ottenuta è poi trasformata in modello di simulazione che caratterizza fedelmente «tutte» le condizioni di lavoro dei gruppi frigoriferi.

TEST IN CAMERA DI COLLAUDO

ACQUISIZIONE DATI REALI



ALGORITMO DI OTTIMIZZAZIONE

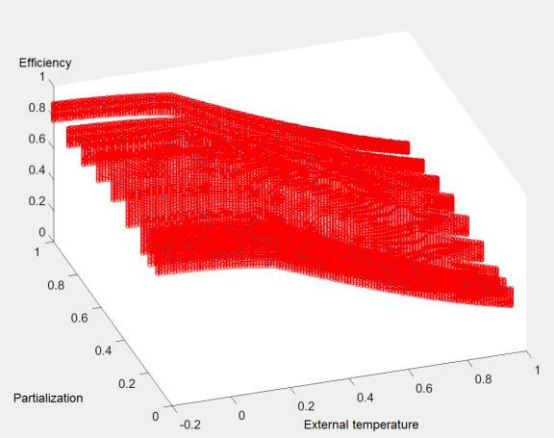
MATLAB

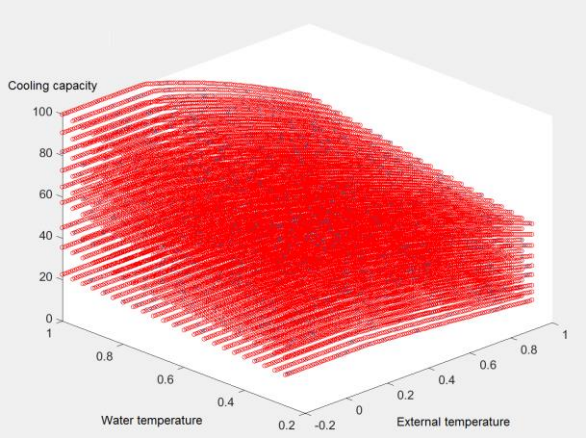
L’acquisizione dei dati: nuova camera di prova Aermec

- Dimensioni complessive: 28 x 14 x 6m di H utile (2353 mc)
- Divisa in due celle tramite un’apertura:
  - Cella piccola: test fino 500 kW
  - Cella grande: test fino 1 MW
  - Aprendo si possono testare macchine **fino ad 1500 kW**

Cos'è "Multichiller EVO" - Reti Neurali

Il modello di simulazione definito dalla rete neurale ed implementato per sviluppare il **MULTICHILLER EVO** abbina elevata precisione nel ricostruire il funzionamento reale delle unità ad un numero contenuto di variabili processate.





INPUT MODELLO DI SIMULAZIONE NSM2800

Range T_{EXT} = -10÷40 °C

Range T_{WATER} = 4÷10 °C

INPUT

$T_{AIR\ EXT}$

$T_{WATER\ OUT}$

$\%_{LOAD\ CHILLER}$

u(t)

NEURAL NETWORK

y(t)

OUTPUT

$P_{COOLING/HEATING}$

$P_{ADSORBED}$

EER/COP

Cos'è "Multichiller EVO" - Compatibilità di gamma

GAMMA AERMEC COMPATIBILE CON IL MULTICHILLER EVO

MULTICHILLER EVO potrà gestire fino a 9 chiller/pompe di calore di tipologie differenti:

1. **NRL - NRB**: Chiller multiscroll condensati ad aria (53÷1047 kW)
2. **NSM :** Chiller bi-vite condensati ad aria (302÷2100 kW)
3. **NSMI:** Chiller bi-vite ibridi (ON-OFF + inverter) condensati ad aria (250÷1000 kW)
4. **NRP :** Unità polivalenti multiscroll condensate ad aria (43÷477 kW)
5. **NRV :** Unità multiscroll modulari condensate ad aria (108÷972 kW)
6. **NS :** Chiller bi-vite condensati ad aria (238÷1600 kW)
7. **NSI :** Chiller bi-vite condensati ad aria (262÷1249 kW)
8. **TBX :** Chiller Turbocor condensati ad aria (259÷861 kW)
9. **NXW :** Chiller multiscroll condensati ad acqua (106÷385 kW)
10. **NXP :** Unità polivalenti multiscroll condensate ad acqua (109÷501 kW)
11. **WSA :** Chiller bi-vite condensati ad acqua (147÷715 kW)
12. **WF – HWF :** Chiller bi-vite condensati ad acqua (630÷1554 kW)

Cos'è "Multichiller EVO" – Gestione impianto

L'algoritmo dinamico multiobbiettivo ottimizza nelle diverse condizioni il funzionamento dell' impianto costituito da «n» gruppi, anche di tipologie differenti.

In un punto di lavoro caratterizzato da specifici valori di $T_{ARIA\ EXT}$, $T_{WATER\ OUT}$, $\%_{LOAD\ IMPIANTO}$, **MULTICHILLER EVO** stabilisce il n° di unità funzionanti ed il grado di parzializzazione.

In passato la sequenza di ON/OFF era basata su soglie fisse **definite dal gestore dell'impianto** indipendenti dal punto di lavoro.

Invece **MULTICHILLER EVO** esegue un processo «multiobbiettivo» :

1. garantire la $\mathbf{P_{RESA}}$ necessaria a soddisfare il carico impianto;
2. massimizzare **EER/COP** grazie al modello caratteristico dei gruppi.

ANALISI DELL'EFFICIENZA DEL SISTEMA

SIMULAZIONE DI GESTIONE IMPIANTO: n.6 NSM2800

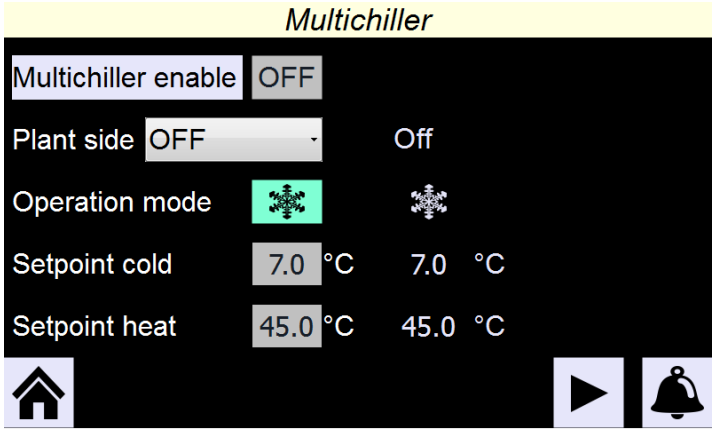
	GESTIONE SIMMETRICA	MULTICHILLER (BY THE USER)	MULTICHILLER EVO (AUTOMATIC SETUP)
RISPARMIO ENERGETICO	0 %	-6,90 %	-7,52 %

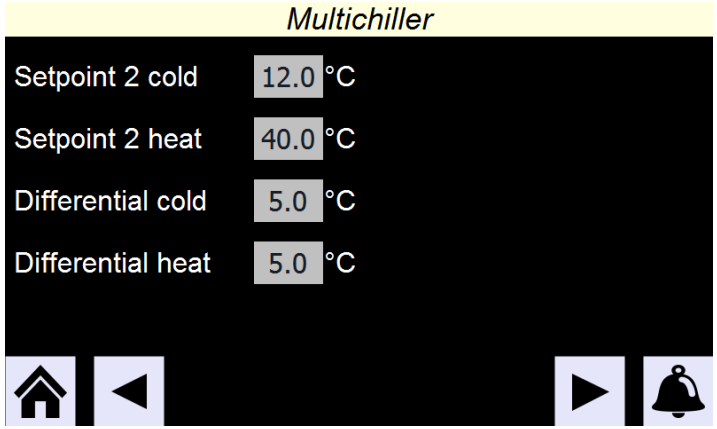
SIMULAZIONE DI GESTIONE IMPIANTO: n.5 NSM2800 + n.1 TBX2800

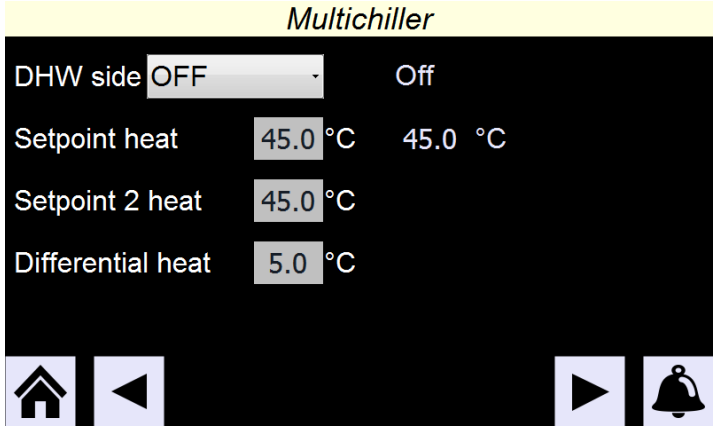
	GESTIONE SIMMETRICA	MULTICHILLER (BY THE USER)	MULTICHILLER EVO (AUTOMATIC SETUP)
RISPARMIO ENERGETICO	0 %	-8,23 %	-10,76 %

Multichiller EVO: interfaccia generale

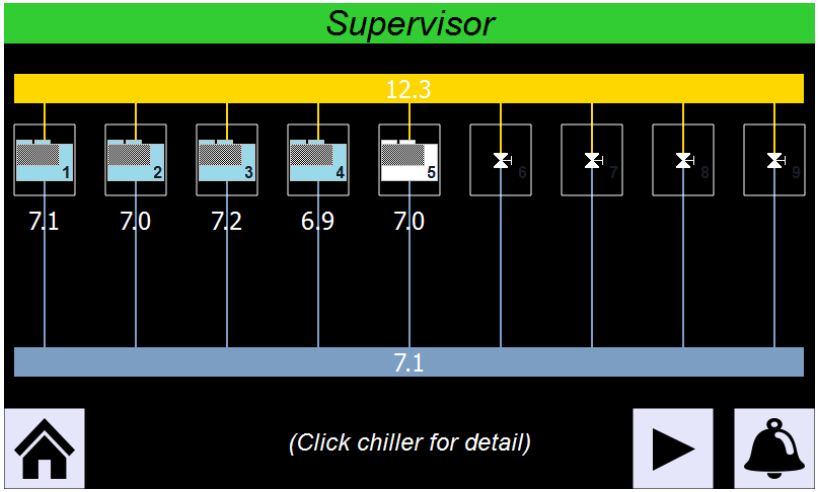
Multichiller EVO: gestione set point

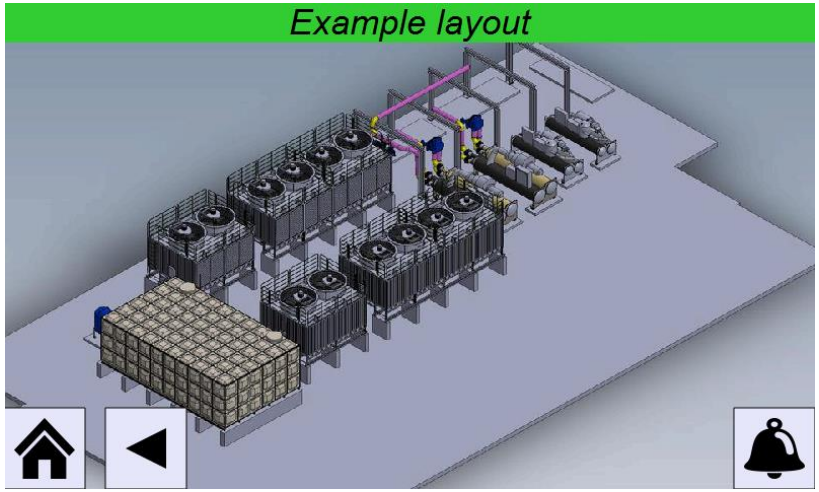


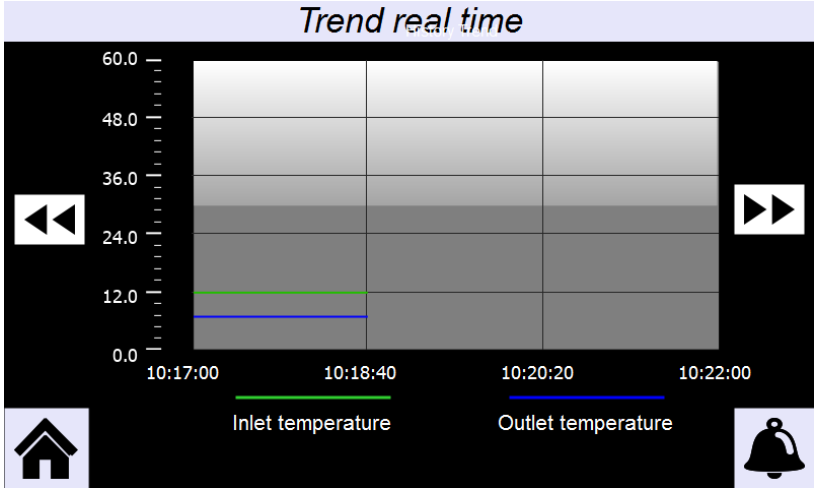




Multichiller EVO: interfaccia di supervisione impianto







CONCLUSIONI

CON MULTICHILLER EVO SI OTTIENE:

1. **GESTIONE UNITÀ TIPOLOGICAMENTE DIFFERENTI** senza supervisioni ulteriori (NSM + TBX);
2. **DEFINIZIONE DINAMICA DELLE SOGLIE DI ON/OFF** dei singoli gruppi basata sul modello di simulazione delle condizioni lavoro di ciascuno;
3. **OTTIMIZZAZIONE DEL NUMERO E DEL TIPO DI UNITA' IN FUNZIONE** in relazione alle condizioni di carico impianto e della temperatura esterna;
4. **SUPERVISIONE DELL'INTERO IMPIANTO** , con la visualizzazione completa di letture sonde ed allarmi specifici delle singole unità operanti sull'impianto;

CONCLUSIONI

CON MULTICHILLER EVO SI OTTIENE:

5. **OTTIMIZZAZIONE DELLA PORTATA SUL PRIMARIO – VPF** **WORK IN PROGRESS**
6. **LOGICA STANDARD** per bypassare la regolazione evoluta, impostando soglie personalizzate di carico, o temperature specifiche.
7. **GESTIONE DA REMOTO VIA LAN** per un controllo completo del sistema.
8. **INTERCONNESSIONE** con **smart devices** su ambiente CLOUD. **WORK IN PROGRESS**
9. **GESTIONE IBRIDA** per funzionamento in **FREECOOLING**. **WORK IN PROGRESS**

AERMEC

la prima per il clima

Grazie per l’attenzione

Servizio Tecnico
Commerciale
AERMEC S.p.A.