

## Ottimizzazione di un gruppo frigorifero per il condizionamento

### Dati di impianto:

Potenza frigorifera: 1000 kW

Condensazione ad aria, temperatura ambiente esterno di progetto: 35°C

Temperatura dell'ambiente da condizionare: 25°C

Temperatura di evaporazione del fluido frigorifero: 10°C

Rendimento di secondo principio del ciclo frigorifero: 0.55

Ore annue equivalenti: 1000 h/anno

Costo elettricità: 0.15 €/kWh<sub>e</sub>

Carrying Charge Factor: 20 %

### Dati per l'aria ambiente esterno:

$c_{p,AE} = 1.005 \text{ kJ/kgK}$

$MM_{AE} = 28.9 \text{ kg/kmol}$

Per l'impianto descritto, si ricerchino i valori ottimali dal punto di vista economico di:

- temperatura di condensazione
- temperatura dell'aria in uscita dal condensatore
- velocità dell'aria ambiente esterno attraverso il condensatore ( $v_{AE}$ )

in base ai costi di:

- investimento compressore
- investimento condensatore
- investimento ventilatori
- esercizio per elettricità consumata dal compressore
- esercizio per elettricità consumata dai ventilatori

Per la determinazione delle condizioni operative del condensatore:

- coefficiente di scambio interno:  $h_i = 2000 \text{ W/m}^2\text{K}$
- coefficiente di scambio esterno (aria):  $h_e = 50 \cdot v_{AE}^{0.4} \text{ W/m}^2\text{K}$
- efficienza dell'alettatura = 0.7;  $S_e/S_i = 23$
- perdite di pressione aria:  $\Delta p = 12 \cdot v_{AE}^{1.62} \text{ Pa}$
- rendimento totale ventilatori = 0.6
- rendimento organico-elettrico compressore = 0.92

Per la determinazione dei costi di investimento (formule empiriche in base all'esperienza):

- compressore = 200 €/kW<sub>elettrico</sub>
- condensatore = 150 €/m<sup>2</sup> (superficie di scambio) + 50 €/m<sup>2</sup> (superficie frontale)
- ventilatori = 20 € / (m<sup>3</sup>/s di aria) + 25 €/kW<sub>elettrico</sub>

Costruire infine 3 diagrammi che esprimono l'andamento dei costi totali in funzione delle variabili di progetto, fissando ogni volta uno dei parametri al valore di ottimo e facendo variare gli altri due.