

# ESERCITAZIONE CICLO FRIGORIFERO

Tempo STIMATO 30 MINUTI a gruppo.

Strumenti: termometro digitale con 4 termocoppie.

## PROCEDURA

Avviare il compressore ermetico.

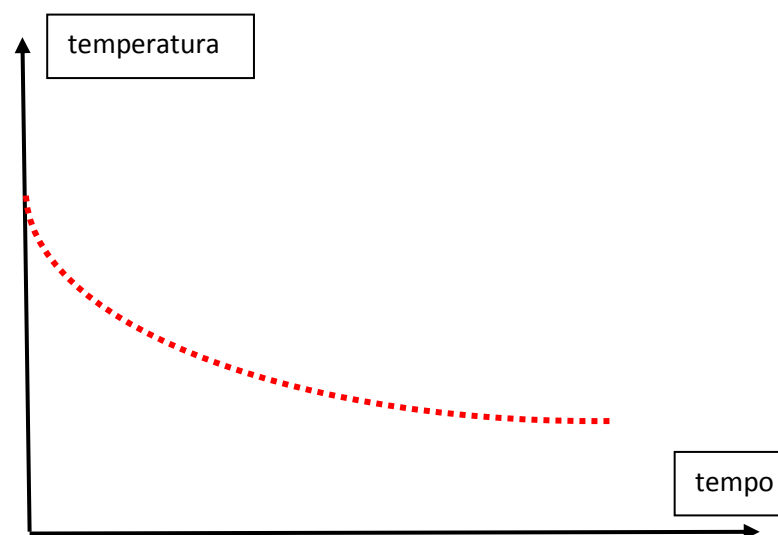
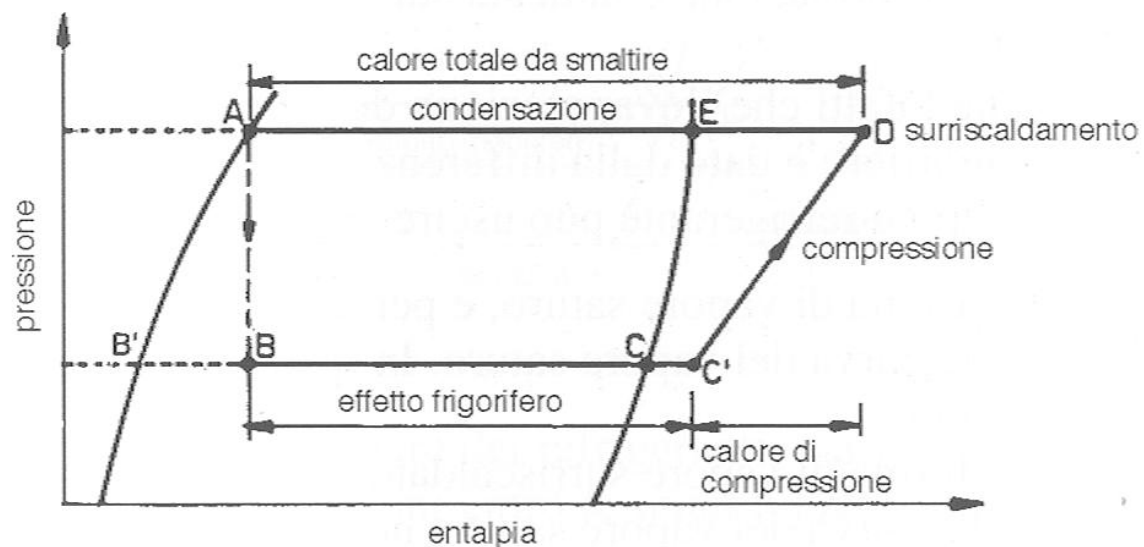
Ogni 60 sec. rilevare la temperatura interna della cella frigorifera per poter costruire la curva di raffreddamento della cella ( $T - t$ ).

Alla prima lettura della temperatura rilevare anche :

temperatura ingresso e uscita dal compressore, temperatura ingresso e uscita evaporatore, temperatura ingresso e uscita dal condensatore, temperatura ingresso e uscita valvola di laminazione, pressione ingresso e uscita dal compressore.

Quando la temperatura della cella si stabilizza rilevare nuovamente le grandezze al punto precedente.

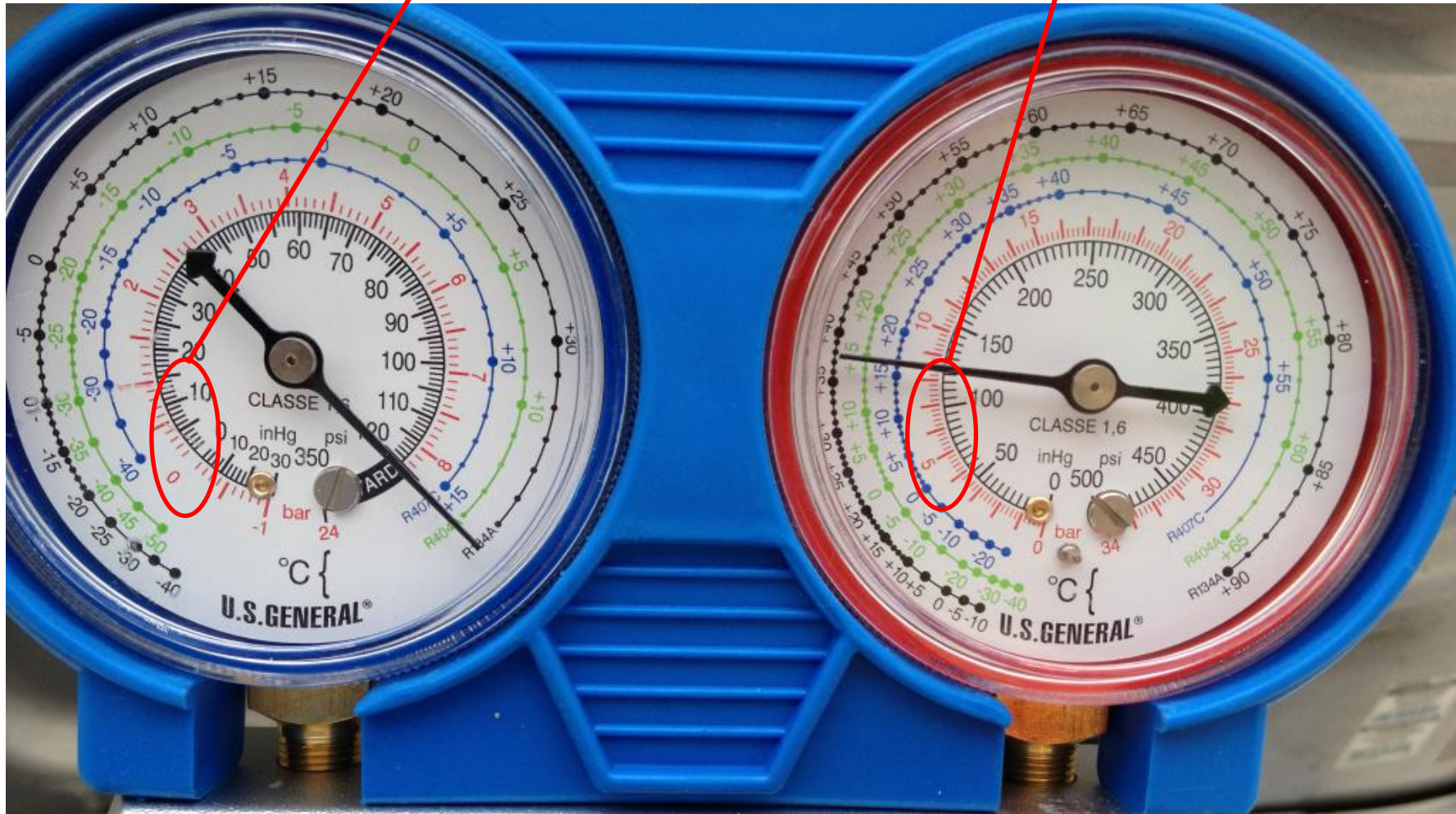
Con tutti i dati ricavati individuare il ciclo sul diagramma del gas frigorifero in oggetto di studio.



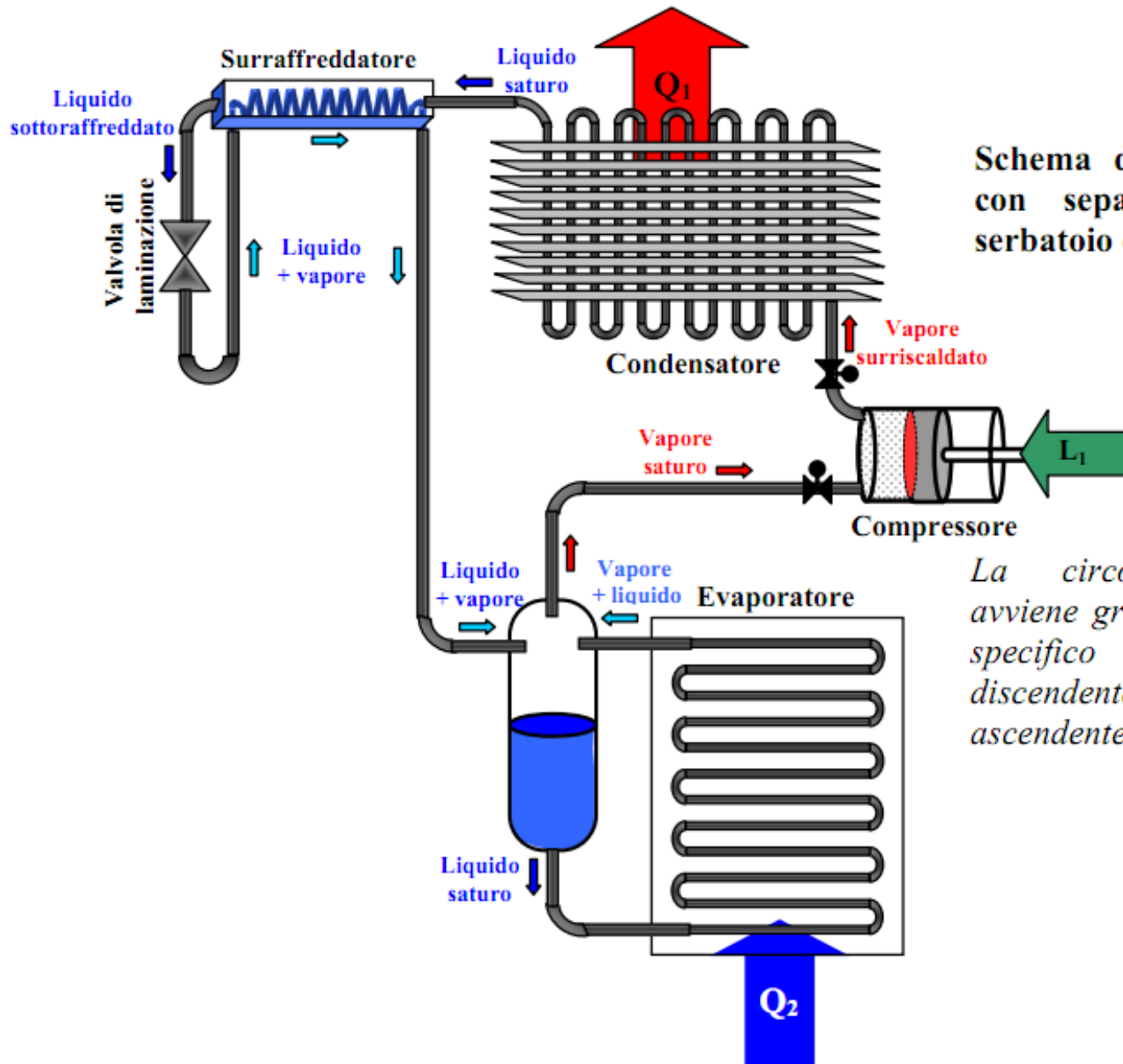
Lettura delle pressioni manometriche (NB: per avere le assolute + 1 atm.)

Pressione gas a bassa pressione  
ingresso compressore (notare il -1)

Pressione gas a alta pressione  
uscita compressore

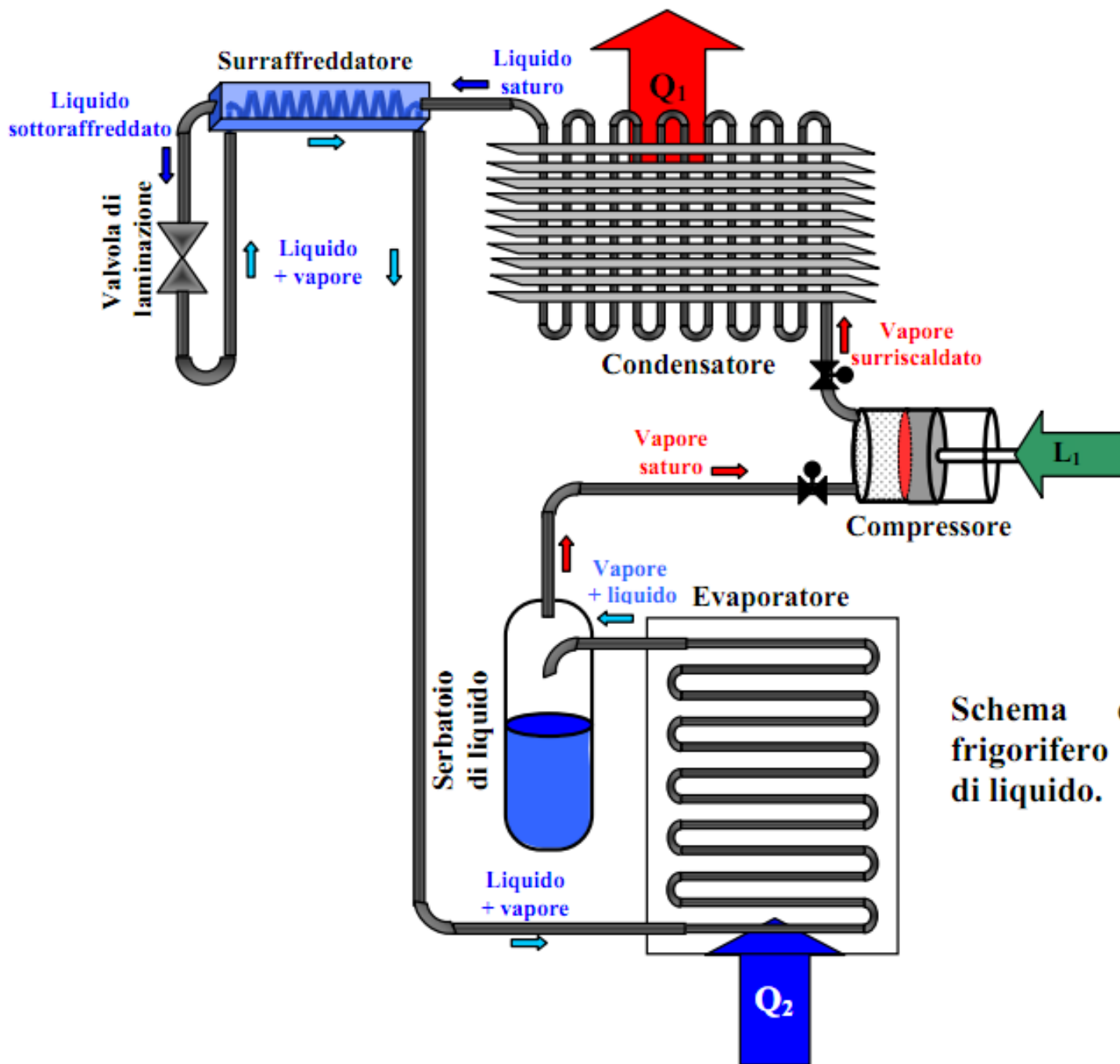


# SCHEMA DEL CICLO FRIGORIFERO



Schema di impianto frigorifero con separatore di vapore e serbatoio di liquido.

*La circolazione nell'evaporatore avviene grazie alla differenza di peso specifico tra la colonna liquida discendente e la colonna bifase ascendente.*



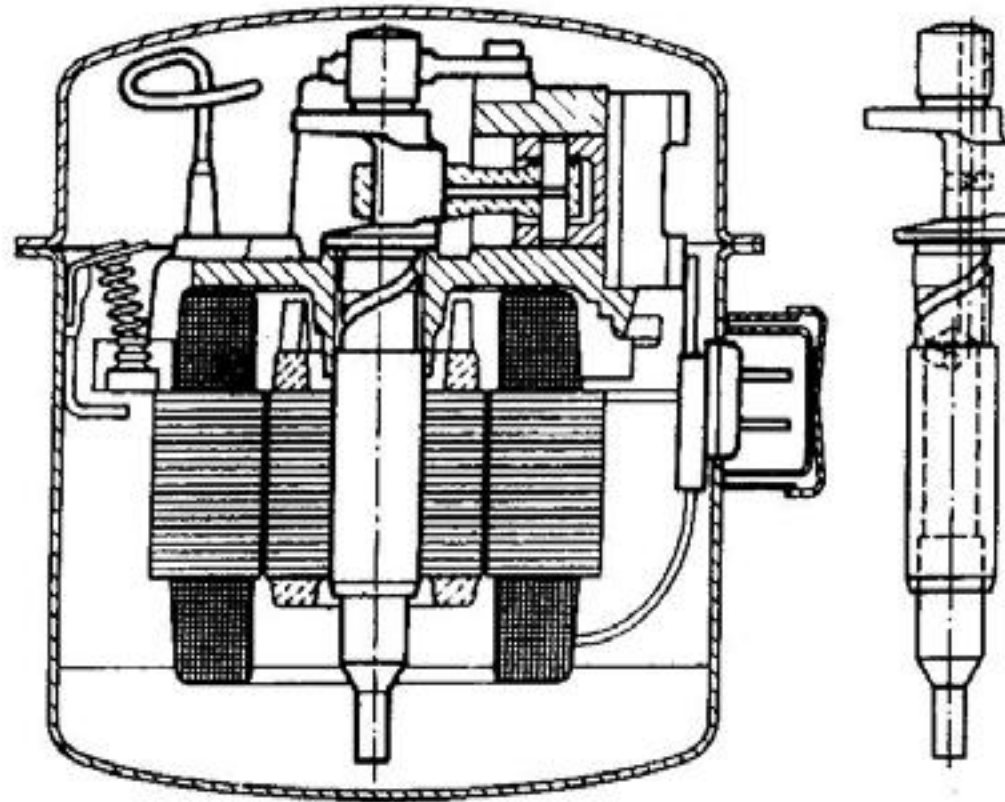
Schema di impianto frigorifero con serbatoio di liquido.

## Il compressore

Il compressore dei piccoli frigoriferi industriali o dei frigoriferi domestici è generalmente del tipo alternativo a pistone (uno o due) condotto da un motore elettrico. Oggi si vanno affermando sempre di più i modelli rotativi (*scroll*) più silenziosi ed esenti da vibrazioni.

Il raffreddamento del motore è affidato allo stesso fluido frigorifero che viene aspirato dal cilindro direttamente all'interno del contenitore ermetico.

**Sezione di un piccolo compressore ermetico e dell'albero motore con il tubo di pescaggio dell'olio**



Il compressore è senza dubbio la parte più complessa e delicata di tutta la macchina frigorifera, sia dal punto di vista meccanico che elettrico.

La realizzazione del compressore ermetico ha consentito la grande diffusione dei frigoriferi per uso domestico, dei congelatori e dei condizionatori.

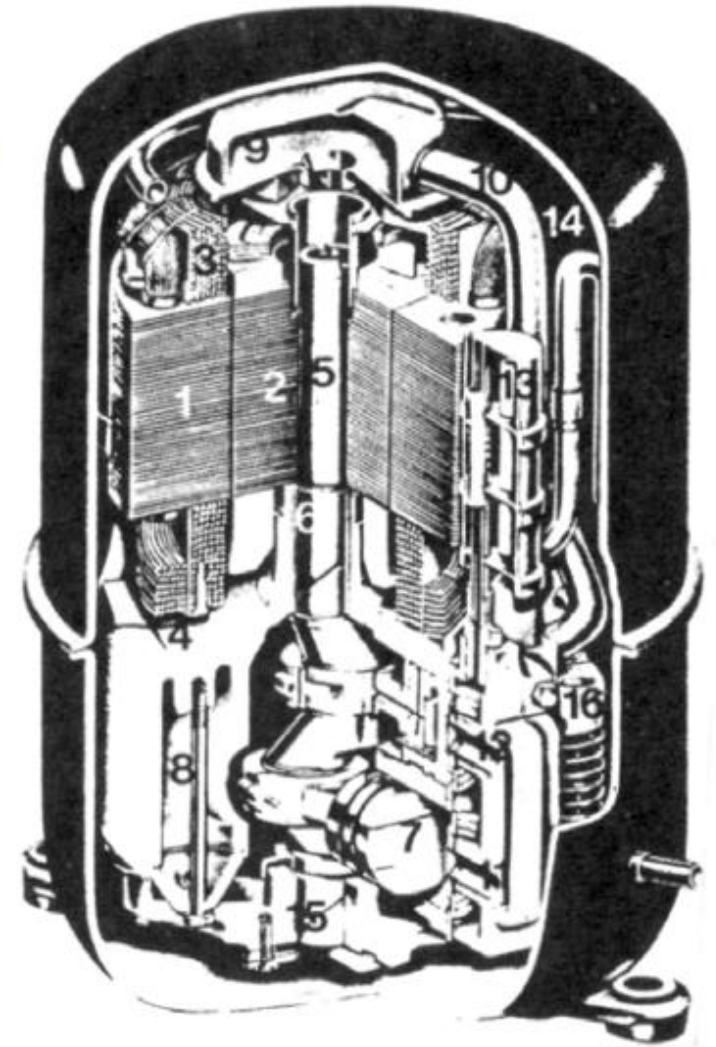
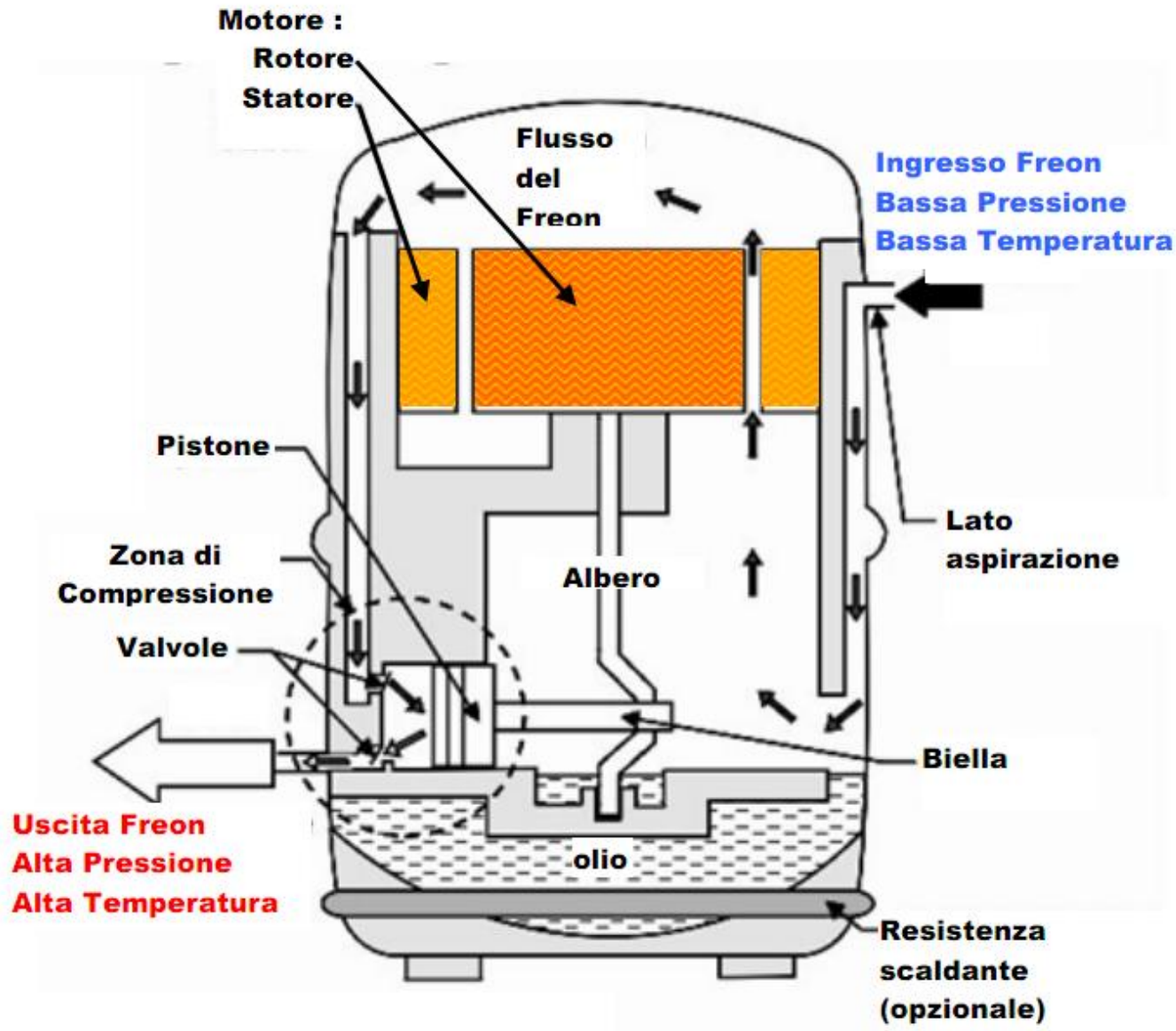
L'industria del freddo è riuscita infatti a progettare e produrre un componente capace di svolgere il suo lavoro in modo continuativo per un tempo superiore a dieci anni (che si stima essere la vita media di questi tipi di elettrodomestici) che non avesse bisogno di alcun intervento di manutenzione straordinaria o programmata, operazioni che - in caso di installazioni in luoghi remoti - potrebbero essere difficili e costose.

L'integrazione del compressore vero e proprio con il motore elettrico in un unico involucro ermetico risolve insieme tutti i problemi di raffreddamento, lubrificazione e difesa dalla polvere e dagli agenti esterni.

Il compressore ermetico viene sigillato in fabbrica con una carica di partenza di fluido refrigerante e una provvista di lubrificante destinate a durare per tutta la vita del componente, il contenitore stagno stabilizza le qualità del lubrificante così che esso non possa ossidarsi, né inquinarsi, né disperdersi nell'ambiente.

Il motore elettrico, posto al riparo dalla polvere, viene attraversato dal fluido refrigerante durante la fase di aspirazione ed è pertanto continuamente mantenuto nelle condizioni ottimali di temperatura, potendo così risparmiare sul dimensionamento degli avvolgimenti rispetto a un motore di pari potenza che dovesse lavorare all'esterno.

# COMPRESSORE ERMETICO

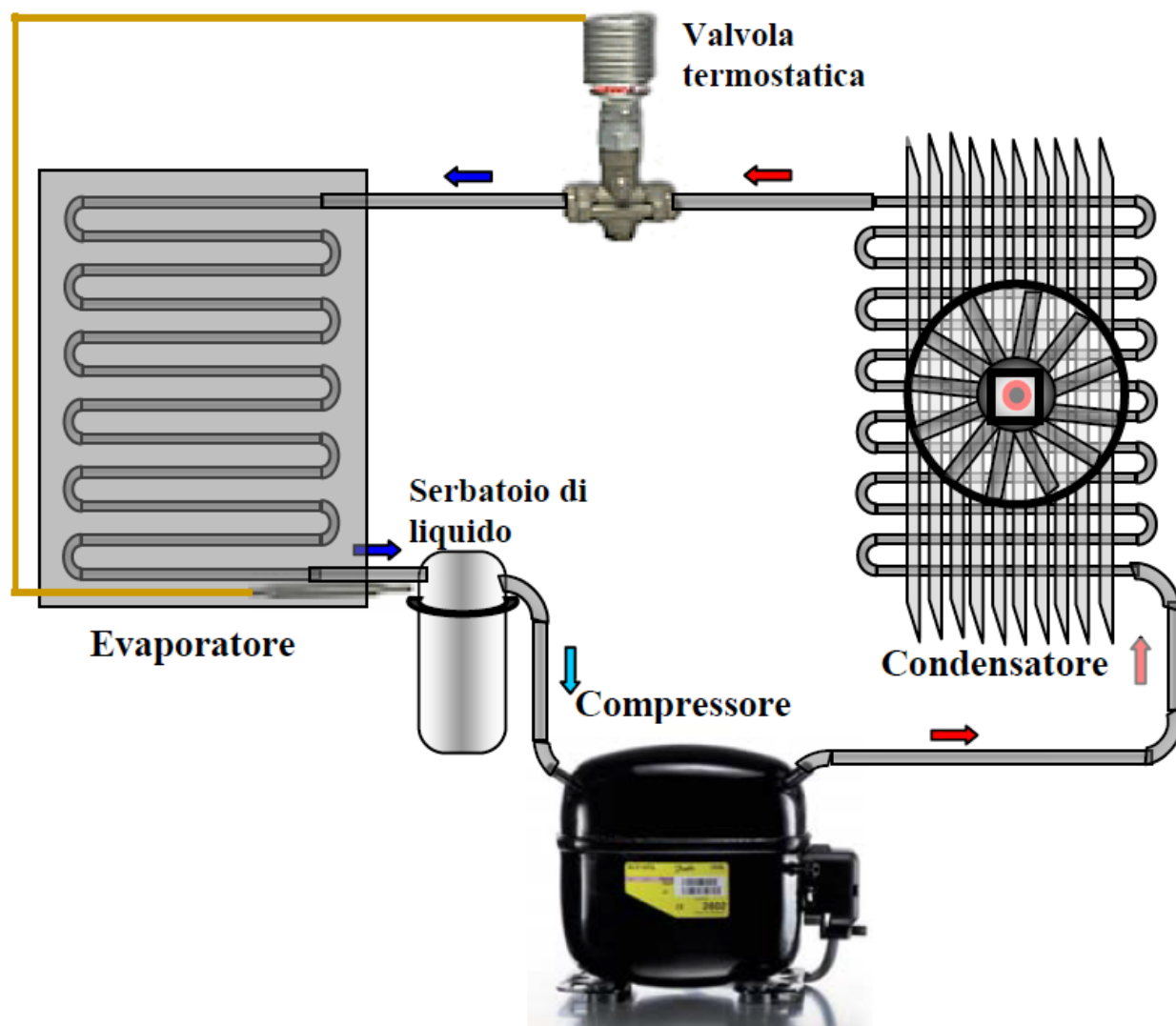




Il frigorifero domestico non ha alcun tipo di controllo diretto sul ciclo termodinamico ma soltanto un controllo di tipo ON/OFF sul funzionamento del compressore in base alla temperatura raggiunta dalla piastra dell'evaporatore.



## Il frigorifero industriale

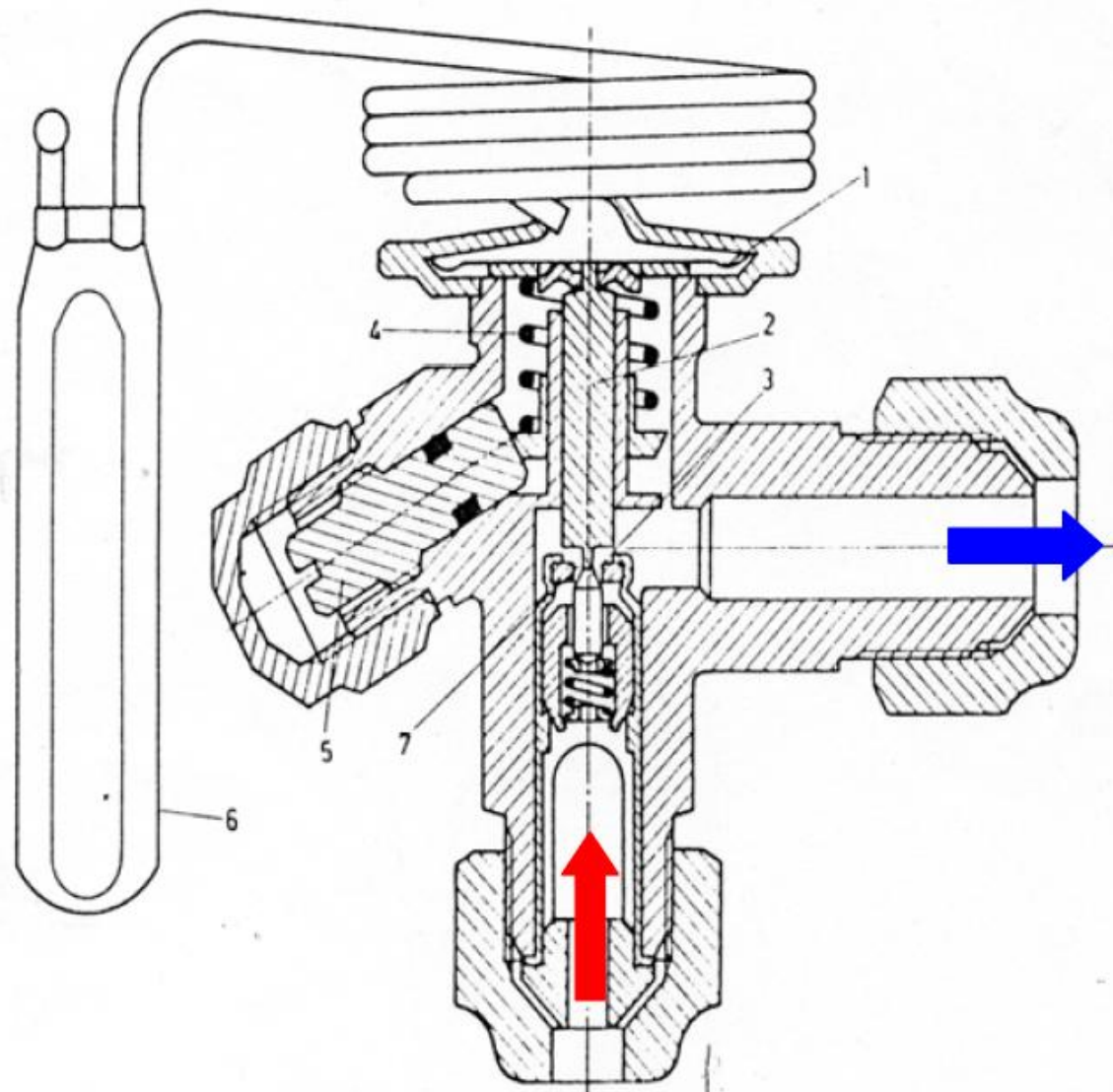


A differenza del frigorifero domestico, i frigoriferi industriali si servono della temperatura in uscita dall'evaporatore per attuare una regolazione basata sulla portata del fluido refrigerante.

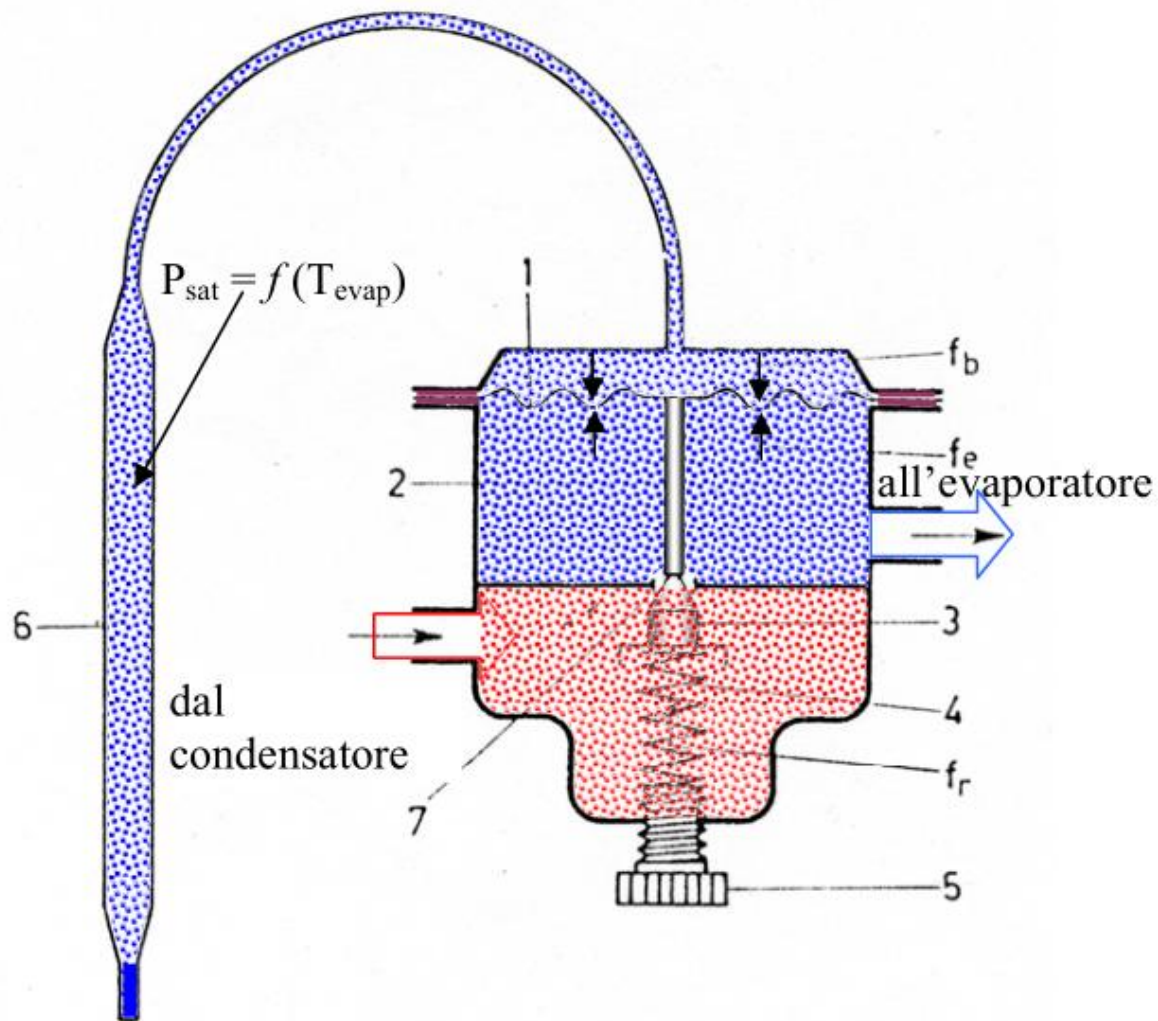
Supponendo che il compressore lavori a potenza costante ed in regime stazionario, è evidente che un aumento del carico (p.es. l'introduzione di una massa calda da raffreddare all'interno del frigorifero) provoca, oltre all'evaporazione completa del fluido di lavoro, anche il suo surriscaldamento.

Al contrario, una riduzione del carico, ha come effetto una insufficiente quantità di liquido evaporato ed un fluido troppo umido in uscita.

## La valvola termostatica



1, diaframma; 2, punteria di comando; 3, otturatore; 4, molla di regolazione; 5, vite di regolazione; 6, bulbo; 7, orificio.



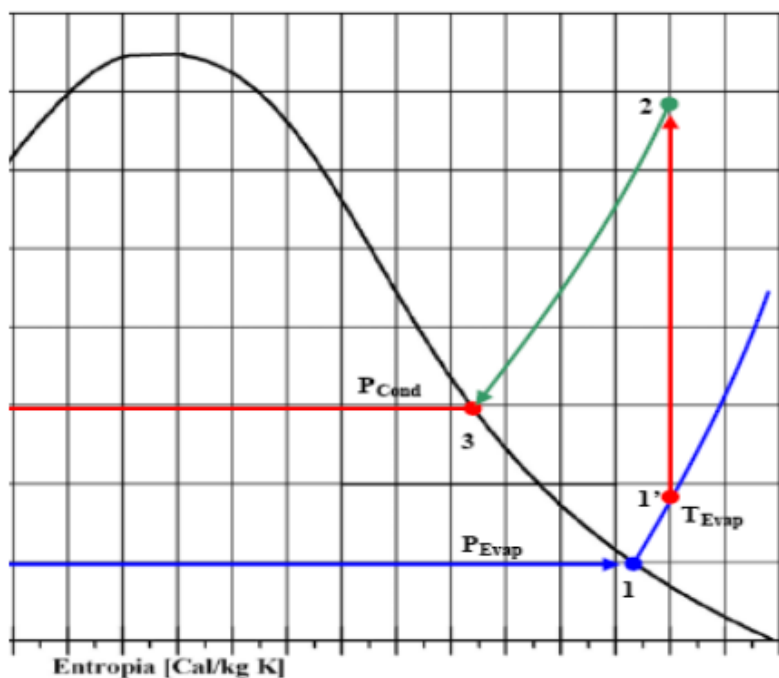
1, diaframma; 2, punteria di comando; 3, otturatore; 4, molla di regolazione; 5, vite di regolazione; 6, bulbo; 7, orificio.

$f_b$  = forza esercitata dal fluido del bulbo;  $f_e$  = forza pressione all'ingresso dell'evaporatore;  $f_r$  = forza molla regolazione.

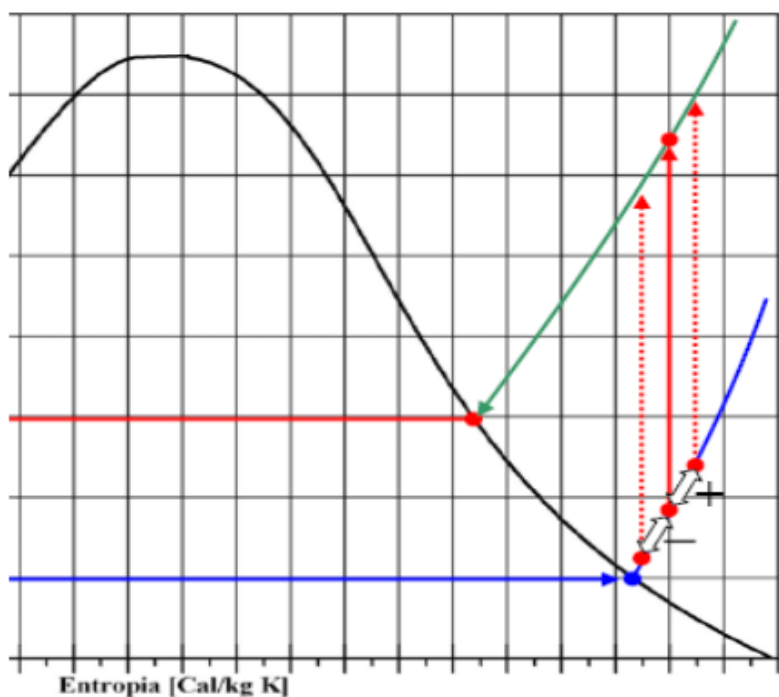
Il bulbo contiene una piccola quantità di liquido in equilibrio con il suo vapore. Come è noto, basta una piccolissima quantità in peso di liquido per ottenere un valore elevato del titolo della miscela nel volume (pressoché costante) formato dal bulbo, dal capillare e dallo spazio superiore del diaframma.

Se supponiamo che il titolo sia intorno a 0,5 è evidente che le limitate escursioni della temperatura durante il normale funzionamento del frigorifero manterranno sempre il fluido in condizioni di saturazione.

Posto il bulbo in contatto termico con la tubazione di uscita dell'evaporatore, potremo affermare che nella parte superiore del diaframma regna una pressione che è funzione della temperatura della sezione di uscita dell'evaporatore.



L'aumento del carico frigorifero ha, come si è detto, l'effetto di surriscaldare il fluido di lavoro portandolo dal punto 1 di funzionamento normale al punto 1'; l'aumento di temperatura provoca un aumento della forza che agisce sulla parte superiore del diaframma, forza che non è bilanciata da quella che agisce nella parte sottostante e che è legata alla pressione dell'evaporatore. Pertanto la punteria di regolazione si abbassa, allargando la luce di passaggio del fluido e provocando l'aumento della portata del fluido frigorifero. Viene quindi così contrastato l'**aumento** del carico.



E' evidente però che in queste condizioni non è possibile contrastare la **diminuzione** del carico, perché essa non provoca alcuna variazione di temperatura e quindi nessuna variazione di pressione nella parte superiore della valvola.

Nella pratica allora si fornisce un certo grado di surriscaldamento iniziale ( $6 \div 7$  °C) al punto di funzionamento stabile, consentendogli così un margine di regolazione nei due sensi.

Per fare sì che la valvola "creda" di essere sempre nel punto a  $x = 1$  si elimina la sovrappressione legata al surriscaldamento iniziale agendo, mediante la vite di regolazione, sulla molla di contrasto.