

Scheda didattica

Funzionamento di un frigorifero

Liceo delle Scienze Applicate Agostino Berenini



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Piano
Lauree
Scientifiche

*Percorsi per le Competenze
Trasversali e l'Orientamento*

Introduzione

Lo scopo dell'esperienza è di comprendere la struttura e il funzionamento di un frigorifero. E' possibile assemblare alcune connessioni per comprendere meglio come è composto il circuito frigorifero, metterlo in opera e misurare i parametri di pressione e temperatura fino a raggiungere le condizioni ottimali di lavoro.

Durante il primo allestimento di questa esperienza abbiamo inoltre assemblato da zero tutta la struttura del frigorifero.

Strumenti & Background teorico

Componenti

Evaporatore

Compressore

Condensatore

Capillari

Strumenti di Misura

Manometri di alta e bassa pressione

Termometri mod. Arnocanali

NPD03 (da -40° a +300 °C)

Un fluido frigorifero è tipicamente un idrocarburo con temperatura di evaporazione prossima alla temperatura ambiente.

In un normale frigorifero il fluido, mosso da un compressore, circola in un circuito chiuso e si presenta, a seconda delle trasformazioni subite, come una miscela di gas e liquido.

Lavora tra due regioni, una a bassa pressione e quindi bassa T dove assorbe calore dall'interno del frigorifero, un'altra ad alta P e quindi alta T dove cede calore all'ambiente esterno.

Nonostante la relativa complessità di un frigorifero reale esso può qualitativamente essere rappresentato da un ciclo di trasformazioni termodinamiche di un gas perfetto. I cicli frigoriferi trovano numerose applicazioni nei sistemi di condizionamento dell'aria e nella refrigerazione di prodotti alimentari e farmaceutici.

A titolo di esempio si può considerare il ciclo seguente;

Lo scambio di calore con l'ambiente (tra i punti A e A' in figura) può essere visto come un **RAFFREDDAMENTO ISOBARO**.

Il capillare fa passare il gas a poco a poco facendo abbassare P e T e fa quindi realizzare al gas una **ESPANSIONE ADIABATICA**.

Il gas freddo entra quindi nello scambiatore di calore interno e assorbe calore dal frigorifero, assolvendo al compito principale della macchina (**RISCALDAMENTO ISOBARO**, tra i punti B a B'). Il gas, ancora a bassa pressione, subisce una rapida compressione adiabatica grazie al lavoro fornito da un compressore. Si troverà allora di nuovo nel punto A , in condizioni di alte pressioni e temperature, pronto per cedere di nuovo all'ambiente il calore accumulato nel ciclo.

Definizione delle diverse trasformazioni termodinamiche

Espansione adiabatica: è una trasformazione termodinamica in cui non avvengono scambi di calore tra il sistema e l'ambiente esterno. Il gas si espande lentamente perché costretto attraverso un capillare da cui può passare solo poco alla volta. La P e la T diminuiscono fortemente.

Raffreddamento isobaro: Il raffreddamento isobaro è un processo termodinamico in cui un gas viene raffreddato a pressione costante. Durante il processo, la pressione del gas rimane costante mentre la temperatura diminuisce. Questo processo può essere ottenuto ponendo il gas in contatto con un ambiente più freddo, nel nostro caso l'ambiente esterno. L'energia termica del gas verrà quindi dissipata verso l'esterno, portando alla diminuzione della sua temperatura.

Riscaldamento isobaro: è un processo termodinamico in cui un gas si riscalda a pressione costante, assorbendo calore da un ambiente contiguo più caldo. Circolando nello scambiatore di calore all'interno del frigorifero il gas, inizialmente freddo, assorbe calore dall'interno della cella frigorifera, più calda.

Compressione adiabatica: La compressione di un gas, operata in questo caso dal compressore, se avviene abbastanza rapidamente può essere considerata in buona approssimazione adiabatica, perché il gas non ha il tempo di scambiare calore con l'ambiente esterno (lo scambio di calore è un processo lento).

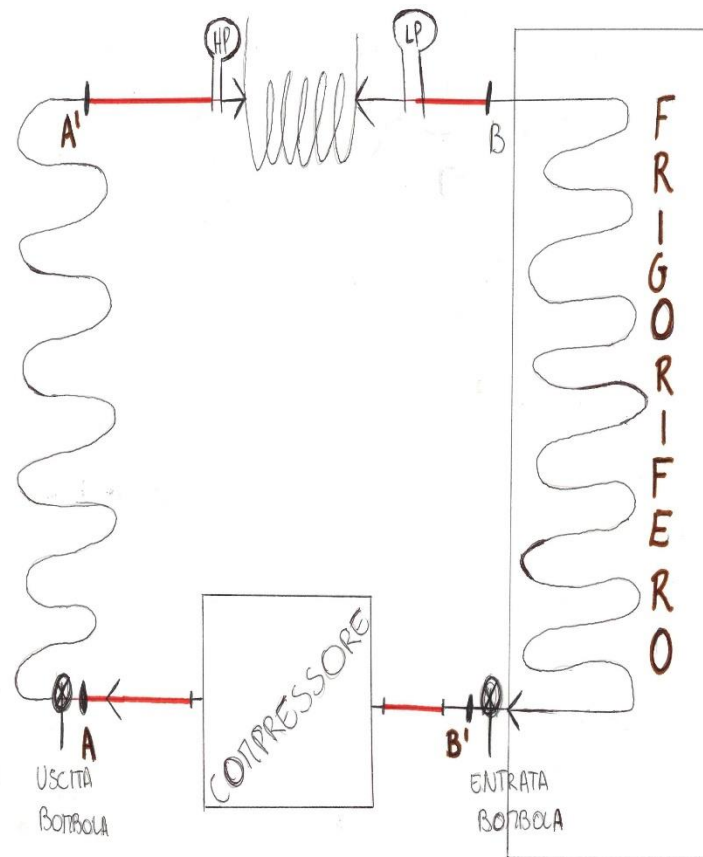
Procedura Sperimentale & Misure

I parte. Assemblaggio del frigorifero

E' opportuno cominciare l'esperienza illustrando la struttura del frigorifero, che è rappresentata schematicamente nel diagramma in

figura. Per comprenderne al meglio il funzionamento, gli studenti vengono invitati a completare il circuito frigorifero, inserendo le connessioni fra le 4 parti principali della struttura: evaporatore, compressore, condensatore e capillare.

Durante la sua costruzione, infatti, abbiamo fissato le parti principali del frigorifero, ma reso rimovibili i tratti di circuito indicati in rosso in figura, proprio per lasciare agli studenti il compito di ricostruire l'ordine corretto dei componenti nel circuito frigorifero.



II parte. Misure di temperature e pressioni fino al raggiungimento delle condizioni di regime

Per verificare la funzionalità del nostro frigorifero occorre registrare in funzione del tempo le pressioni nelle due zone del circuito e le temperature in punti diversi del sistema (indicati nel diagramma con le lettere A,A',B,B'): in entrata e in uscita dal condensatore, all'ingresso e all'uscita dell'evaporatore, ma anche all'interno del frigorifero e nell'ambiente esterno. In questo modo è stato possibile ricostruire quali cambiamenti di temperatura e di pressione subisce il gas durante il ciclo di funzionamento del frigorifero.

Prima di accendere il frigorifero occorre:

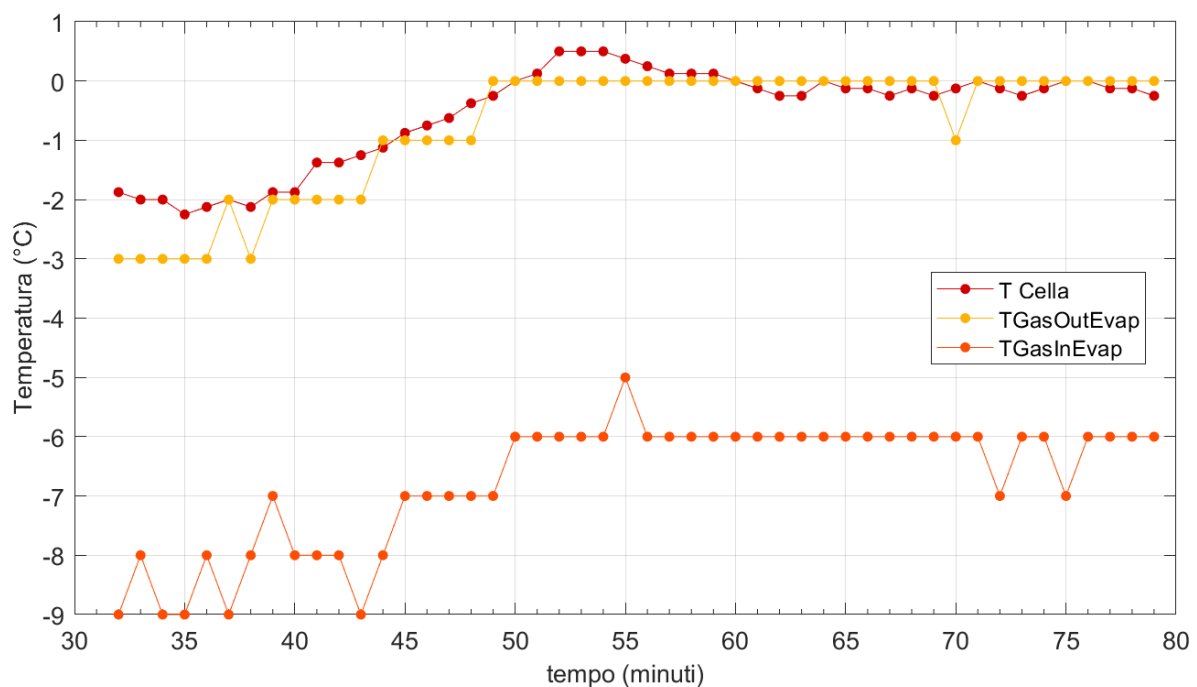
- posizionare i termometri sul frigorifero nelle posizioni indicate per monitorare la temperatura in varie zone
- Assicurarsi che i termometri siano accurati e che registrino i dati in modo continuo.

Si mette in opera il frigorifero e lo si lascia acceso per un tempo sufficiente (tipicamente almeno 45'-1h) a raggiungere la condizione di regime in cui le temperature e le pressioni sono diventate stabili. Durante tutto questo periodo si registrano manualmente le temperature e le pressioni di ciascun punto del sistema. E' consigliabile prendere un dato circa ogni minuto (o 2 minuti nelle fasi in cui i parametri variano lentamente).

Risultati e Grafici

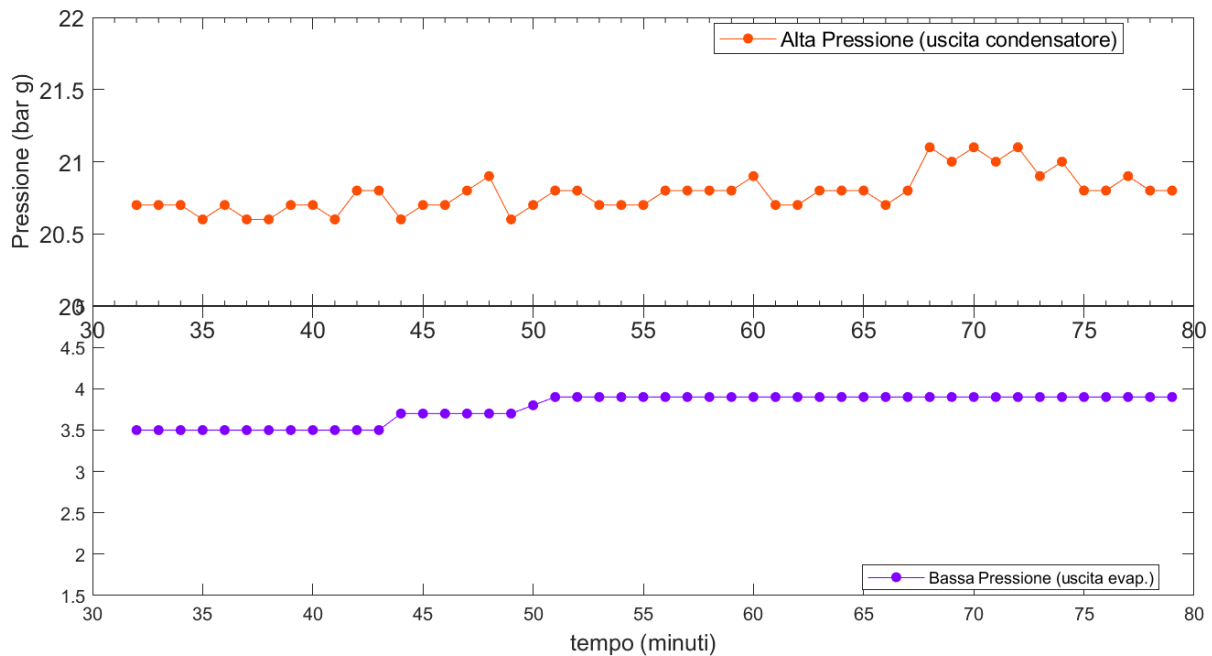
Siccome non ci è stato possibile completare in tempo l'assemblaggio del nostro frigorifero, di seguito presentiamo e discutiamo risultati ottenuti con il frigorifero di un'altra scuola così da indicare quali grafici occorre realizzare e quali risultati qualitativi ci si aspetta.

Nel **primo grafico** sono rappresentate le **temperature della zona fredda**: la temperatura all'interno della cella frigorifera (**T_{cella}** in rosso), la temperatura del gas refrigerante all'ingresso dell'evaporatore (**T_{GasInEvap}** in arancio) e la temperatura del gas all'uscita dell'evaporatore (**T_{GasOutEvap}** in giallo).



Abbiamo notato dai dati finali dell'esperimento che il gas, per poter assorbire calore dal frigorifero, entrava dentro all'evaporatore con una temperatura molto minore rispetto a quella che poi troveremo all'interno del frigorifero, infatti entra con una temperatura che va

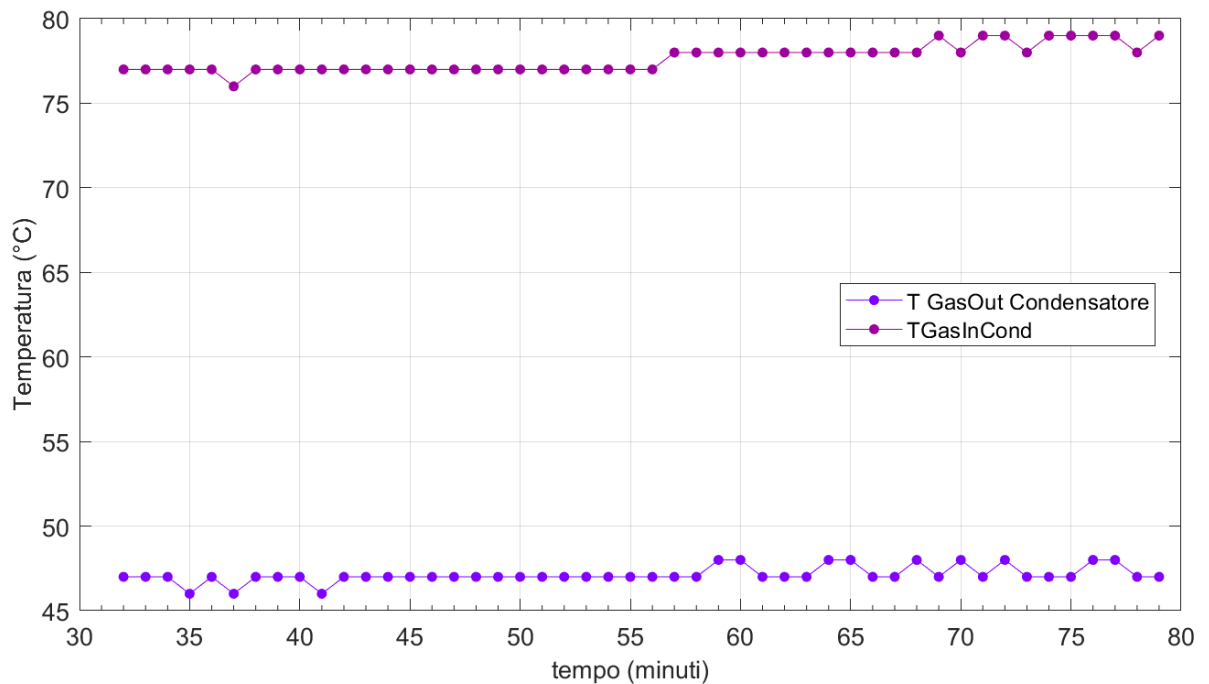
dai -6° ai -9° , per poi stabilizzarsi all'interno con una temperatura media di 0° . Uscirà poi dall'evaporatore sempre con una temperatura paragonabile a quella della cella, tra gli 0° e 1° .



Nel **secondo grafico** sono presentati i **dati di pressione**, presi dai barometri in uscita dall'evaporatore e dal condensatore. In uscita dall'evaporatore, ossia nella **zona di bassa pressione**, il gas si trova anche a bassa temperatura, questo perché la temperatura del gas e la pressione sono direttamente proporzionali.

All'uscita del condensatore invece ci troviamo in una **zona di alta pressione** e di conseguenza troveremo anche temperature più elevate.

Nel **terzo grafico** sono rappresentate proprio le **temperature della zona calda**: la temperatura del gas refrigerante all'ingresso dell'evaporatore (**TGasInEvap** in arancio) e la temperatura del gas all'uscita dell'evaporatore (**TGasOutEvap** in giallo).



Abbiamo poi analizzato, grazie ai termometri situati dentro e fuori il condensatore, come cambiava la temperatura fuori e poi all'ingresso del condensatore.

Abbiamo notato infatti che il gas entrava all'interno del condensatore con una temperatura molto elevata, questo dovuto all'alta pressione che è aumentata grazie al compressore: nel nostro caso la temperatura si aggirava tra i 75° e gli 80°C.

Invece all'uscita del condensatore la temperatura è più bassa, tra i 45° e i 50°C, perché il gas ha disperso calore nell'ambiente. Questo è il motivo per cui in ogni frigorifero la temperatura del condensatore (serpentina) all'esterno è molto elevata.

Conclusioni

Inizialmente non ci aspettavamo che un banale frigorifero potesse essere così complesso e affascinante.

Dopo aver visto il funzionamento e il lavoro che c'è dietro alla sua costruzione, abbiamo analizzato i dati di funzionamento che sono rappresentati nei grafici visti in precedenza e i risultati sono proprio quelli che ci aspettavamo a partire dalla teoria.