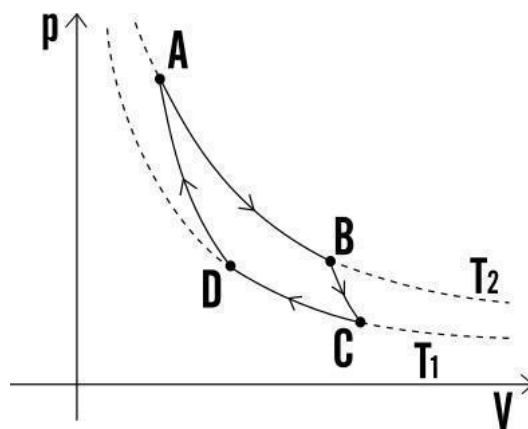


Il motore ad aria calda di Stirling è un motore a combustione esterna, che si basa sul riscaldamento e il raffreddamento alternato di un fluido contenuto all'interno, solitamente aria o azoto, il tutto dunque necessita di una fonte esterna di calore per permettere al fluido termovettore di riscaldarsi in sua prossimità.

INTRODUZIONE:

Il suo funzionamento teorico è descritto dal ciclo Stirling: un ciclo chiuso rappresentativo da un diagramma di pressione e volume, in cui quattro trasformazioni, due isoterme e due isocore, trasformano parzialmente il calore in energia meccanica e dunque in lavoro meccanico riconvertibile eventualmente in energia elettrica. Il calore rimanente si trasmette dalla fonte di calore ad una zona di bassa temperatura.



Nella prima trasformazione isoterma (A-B) il volume del gas aumenta, mentre diminuisce la pressione, invece nella seconda trasformazione (C-D) il volume diminuisce e la pressione aumenta.

Abbiamo successivamente le due trasformazioni isocore. Nel primo tratto (B-C) la temperatura e la pressione diminuiscono ulteriormente, mentre nel tratto (D-A) il gas ritorna alle sue caratteristiche iniziali.

La trasformazione isoterma è una trasformazione a temperatura costante: la temperatura del sistema non varia nel tempo. Invece la trasformazione isocora mantiene un volume costante.

Preso dunque in esame un gas perfetto il lavoro corrisponde al lavoro compiuto:

$$Q=W$$

Il lavoro meccanico generato da questo impianto chiuso, che alterna volume variabile a volume costante, è calcolabile attraverso la formula sottocitata:

$$W = - p \cdot dV (l)$$

Questo ciclo può essere inoltre visualizzato dopo aver collegato il motore, correttamente assemblato, ad un computer, al fine di raccogliere i dati ed elaborarli graficamente sul monitor.

COMPOSIZIONE:

Il motore di Stirling necessita dei seguenti componenti per essere assemblato e funzionare correttamente:

- Un motore ad aria calda Stirling
- Un nucleo a U
- Un dispositivo di bloccaggio
- Una bobina di rete, 230 V, con 500 spire
- Una bobina a bassissima tensione, con 50 spire
- Un sensore "Cassy"
- Applicazione "CassyLab"
- Un sensore di pressione
- Un cavo multipolare, lungo 1,5 m
- Una scatola di alimentazione di corrente
- Un sensore di spostamento per il filo e la molla
- Un cavo, 10 m
- Una molla elicoidale, 5 N; 0,25 N/cm
- Cavi di collegamento
- Un recipiente d'acqua di 10 l
- Una pompa sommersa 12 V
- Un alimentatore a bassa tensione
- Due tubi in silicone (int. diam. $7 \times 1,5$ mm, 1 m)



FUNZIONAMENTO:

I sopracitati strumenti vengono collegati tra di loro per attivare il motore:

Prima si collega l'alimentatore con la fonte di calore posizionata sopra il pistone. Successivamente si collegano i tubi per l'entrata e la fuoriuscita di acqua dal sistema e li si immergono nella vasca. In seguito si collega il tubicino di silicone al sensore di pressione e si collega il sensore al computer. Poi si aggancia la molla e si attorciglia il filo attraverso le due ruote del motore.

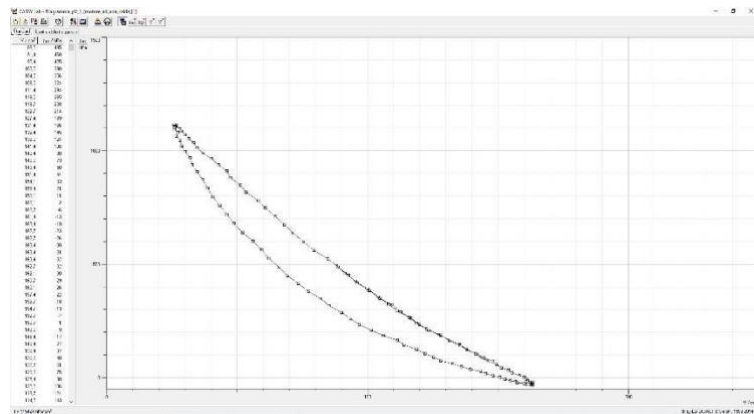
Fondamentale è collegare il tubo sporgente del motore con il sensore di pressione apposito in "Input B", bisogna inserirlo correttamente nella contatto più basso per poter avere a computer la rappresentazione

del ciclo di Carnot. Questo tubicino ed il sensore "Cassy" collegato forniranno al computer informazioni sulla pressione.

Per poter calcolare efficacemente la velocità, bisogna collegare i sensori per lo spostamento, che consistono in una molla che si allunga e ritorna alla sua posizione col movimento del motore. Vengono successivamente utilizzati questi dati per calcolare la velocità del pistone del motore termico.

I dati relativi a velocità e spostamento vengono utilizzati dal computer per sviluppare il grafico a computer relativo al rapporto tra pressione e velocità, per descrivere il grafico voluto bisogna usare all'interno del computer l'applicazione CassyLab, che provvederà a realizzare il grafico avendo come input pressione e velocità.

Questo è un esempio di un grafico del ciclo di Carnot creato dal CassyLab:



Nel grafico qui riportato sono presenti sull'asse delle X i dati inerenti al volume e sull'asse delle Y i dati inerenti alla pressione. Il ciclo nel caso preso in esempio si manifesta in due tempi per la variazione progressiva, non immediata, della temperatura.

Successivamente si procede col controllo dell'efficienza del sistema di pompaggio dell'acqua dalla vasca di 10 l, aiutando anche manualmente lo scorrere dell'acqua.

Si aziona l'alimentatore per permettere alla bobina di rame posta nella fonte di calore di scaldarsi. Dopo che la fonte di calore si è adeguatamente riscaldata e ha preso un colore tendente al rosso, si può procedere per azionare manualmente il motore: si deve dare una spinta manuale sulla ruota collegata al blocco principale del motore termico in senso orario, così da azionare la macchina, che continuerà successivamente da sola.

ACCORGIMENTI:

È necessario prestare molta attenzione a diversi particolari:

- non toccare il vetro che copre la fonte di calore e non permetterne un eccessivo surriscaldamento
- non tendere eccessivamente il filo, ma nel caso esso non permetta una corretta misurazione, si può avvolgerlo con doppio giro attorno al solco apposito.

Fondamentale è collegare il tubo sporgente del motore con il sensore di pressione apposito in "Input B" e bisogna inserirlo correttamente nella presa più bassa se si vuole avere a computer la rappresentazione del ciclo di Carnot.

CONCLUSIONE:

Dopo aver azionato la macchina essa procederà da sola a funzionare e i dati registrati dai sensori saranno elaborati dal computer e mostrati a schermo, tutto ciò serve per avere una dimostrazione pratica e sperimentale dei cicli teorici termodinamici quali il Ciclo di Carnot.

SITOGRAFIA:

Wikipedia - Motore di Stirling

https://it.m.wikipedia.org/wiki/Motore_Stirling

Wikipedia - Ciclo di Carnot

https://it.m.wikipedia.org/wiki/Ciclo_di_Carnot

LD didactic gmbh – Motore ad aria calda Leybold

https://drive.google.com/file/d/1Fgvtmfv9ONcRmCI92-W_-00ZQiexsWfY/view?usp=drivesdk