MOTORI PER AEROMOBILI — VENERDÌ 25 SETTEMBRE 2015

FABRIZIO PAGANUCCI f.paganucci@ing.unipi.it LEZIONE n°1

Ricevimento: ore 14.30 giovedì presso l'ufficio

Testi di riferimento: Motori endotermici

Herrebrock - Aircraft engines and gas turbines

Facendo riferimento all'atmosfera terrestre, bisogna tenere conto della variazione delle proprietà come la pressione la densità e la temperatura che appunto diminuiscono all'aumentare della quota

Quanto sudetto indica come diventi sempre più difficile fino a diventare impossibile utilizzare l'aria come fluido di lavoro

↳ per questo motivo si ricorre ai motori in cui il fluido è completamente interno al veicolo

In ogni caso finché si rimane nella troposfera e in parte della stratosfera si può utilizzare l'aria (~11000 m)

NOTA BENE

AEREO → VELIVOLO
RAZZO → VEICOLO

Assumendo l'aria come gas perfetto se ne stabiliscono numericamente le proprietà in funzione della quota

Le proprietà principali sono pressione, densità, temperatura e la viscosità cinematica ricavabile dalla legge di Sutherland

Ad un certo livello (a cavallo della tropopausa) le fatto che la temperatura cessi di diminuire e la densità invece continui a ridursi su una quota che viene detta ottimale, che esiste appunto per questa caratteristica

COMPONENTI FONDAMENTALI

motore propulsore (thruster → che da spinta): macchina preposta alla generazione di spinta

macchina: insieme di organi meccanici finalizzati a trasformazione, trasporto o scambio di energia

propellente, fluido di lavoro che interagisce con le macchine

combustibile (fuel): parte del fluido di lavoro soggetto a ossidazione

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

L'aria è composta dal 78% di azoto, 21% di ossigeno e 1% di argon e altri gas

L'azoto non partecipa alla combustione ma alla produzione di spinta

CLASSIFICAZIONE

- ESOREATTORI (AIR BREATHING ENGINES) → il propellente è prevalentemente aria atmosferica aspirata dall'esterno
  - MOTORI A TURBINA → turbogetti semplici
  - MOTORI A PISTONI → turbogetti a doppio flusso
    - turboelica
    - motoelica

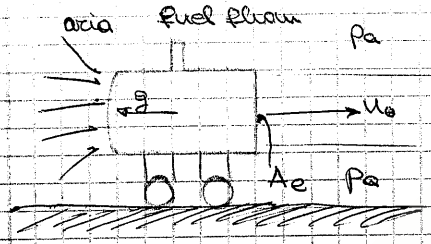


FIG. 1

Ci sono anche i motori elettrici che stanno acquisendo sempre più importanza

- ENDOREATTORI
  - CHIMICI → liquido
    - solido
  - ELETTRICI → gas dinamici
    - elettrostatici
    - elettromagnetici

I motori ecomanutici danno spinte inferiori a quelle dei motori spaziali

chimici → getto: 45 km/s

nei motori elettrici la velocità è di 74,7 km/s e può arrivare a 100, con potenze inferiori

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Esperienza → gonfiare un palloncino e lasciarlo libero

È un endoreattore

è fermo (1° principio della dinamica)

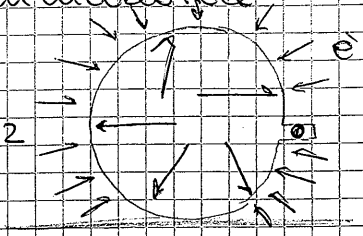


FIG. 2

Ci sarà una pressione dell'ambiente che agisce sulla superficie I della sup. stessa

Ci sarà una pressione interna anch'essa in equilibrio e sarà maggiore rispetto a quella esterna

Se adesso lasciamo libero il foro, l'aria esce in virtù di un gradiente di pressione

Per il 2° principio della dinamica $\vec{F} = m\vec{a}$; adesso l'equilibrio è comunque mantenuto ovunque tranne nella superficie opposta al foro

↓

Lo squilibrio di pressione genera la spinta

In generale si potrebbe calcolare facendo l'integrale delle pressioni che agiscono dall'interno e dall'esterno del motore

↳ È COMPLICATISSIMO!

Notiamo che c'è dell'aria che ha acquisito della quantità di moto

Facendo un bilancio posso risalire alla spinta

VARIAZIONE DELLA Q. DI MOTO

Si può applicare questo procedimento sia al motore nella sua interezza sia alle sue parti

Sopra sperimentano la somma di tutte le parti del motore peraltro spinta oppure anche resistenza ma che non si nota nel complesso

Abbiamo a che fare molto interessante di scambio tra le parti di un motore ed alcune generano resistenza

(Si vede facendo i bilanci)

Esempio → NOTA

SCRAMJET (Supersonic combustion ramjet)

Nei semplici ramjet il flusso viene portato a subsonico ma se Mach è troppo grande non si può fare perché le temperature raggiunte sarebbero troppo elevate

Quindi bisogna lavorare in campo supersonico: sono motori reali per i quali dobbiamo fare molto più attenzione al bilancio quindi con resistenza anche spinta

MARTEDÌ 29 SETTEMBRE 2015 LEZIONE n°2

1.1

D → resistenza aerodinamica (DRAG)

L → portanza (LIFT)

Queste due forze si generano per effetto dell'interazione tra velivolo e fluido esterno

Suddividiamo le due equazioni del moto (componente parallela alla velocità e una perpendicolare ad essa)

Moltiplichiamo ambo i membri per u (velocità)

↳ si ottiene una potenza

$$\left(u\frac{du}{dt} = \frac{1}{2}\frac{du^2}{dt}\right)$$

u sen γ è la rateo di salita ovvero di quanto il velivolo sale nel tempo

Se in discussione con A la quota possiamo anche scrivere

$$u \operatorname{sen}\gamma = \frac{dh}{dt}$$

Dunque la velocità è spinta lo supponiamo molto piccolo dunque il suo coseno è uguale a 1

↳ lo considereremo così la maggior parte delle volte anche se nella realtà non è detto

Si ottiene $\frac{T-D}{W}u = \frac{d}{dt}\left(h + \frac{u^2}{2g}\right)$

- consideriamo il volo livellato (orizzontale con velocità uniforme

Il secondo termine allora è nullo e dunque $T = D$

La spinta compensa la resistenza aerodinamica

Quando vogliamo aumentare la quota o la velocità devo perdere la spinta, è nulla dieta che sia negativa

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

TIPOLOGIA DEI MOTORI

motori a turbina

↳ sono detti turbogetto (può essere a singolo o a doppio flusso)

Si compone di vari moduli

All'imbocco c'è la presa d'aria molto importante fa da interfaccia tra ambiente esterno e la macchina immediatamente successiva

↳ Ha il compito di avviare l'aria verso il compressore con regolarità e minor perdita possibile

IL COMPRESSORE

↳ aumenta la pressione del fluido e di conseguenza densità e temperatura

Ci sono delle parti rotanti che scambiano potenza meccanica con il fluido

MACCHINA $\xrightarrow{\text{Potenza}}$ FLUIDO

Il compressore può essere assiale o radiale

- assiale: quando passa il fluido mantiene una direzione parallela all'asse del motore

In quei compressori ci sono più stadi (più rotori) ciascuno di essi è la 1ª parte di uno stadio che si compone anche di un elemento statico con palette fisse appunto detto STATORE

Nello statore si ha un riposizionamento dell'energia

↳ non c'è trasferimento meccanico tra fluido e macchina

Si ha un riposizionamento dell'energia come suddetto

La velocità viene aumentata fin quando arriva in statore dove il fluido è rallentato, mentre la pressione continua ad aumentare

↳ la configurazione è quella di un "diffusore"

L'altro scopo dello statore è l'indirizzamento del flusso ottimamente per il rotore successivo

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745