UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

Dipartimento di Ingegneria e Architettura







Corso di MACCHINE - 065IN
Corso di MACCHINE MARINE - 100IN

Prof. Rodolfo Taccani
Prof. Lucia Parussini
Prof. Ronelly De Souza

A.A. 2026-2027

PERCORSO DELLA LEZIONE

1 Energia e funzione delle macchine

2 Definizione di macchina a fluido

3 Criteri e famiglie di classificazione

4 Esempi, casi limite e sistemi complessi

Introduzione

CONTENUTI DEL CORSO

Principi fondamentali

- Conservazione della massa, della quantità di moto e dell'energia

Famiglie di macchine

- Pompe, ventilatori e compressori
- Turbine idrauliche e termiche
- Motori alternativi a combustione interna

Sistemi energetici

- Cicli combinati e cogenerativi
- Combustibili ed emissioni

Introduzione

FUNZIONE DELLE MACCHINE

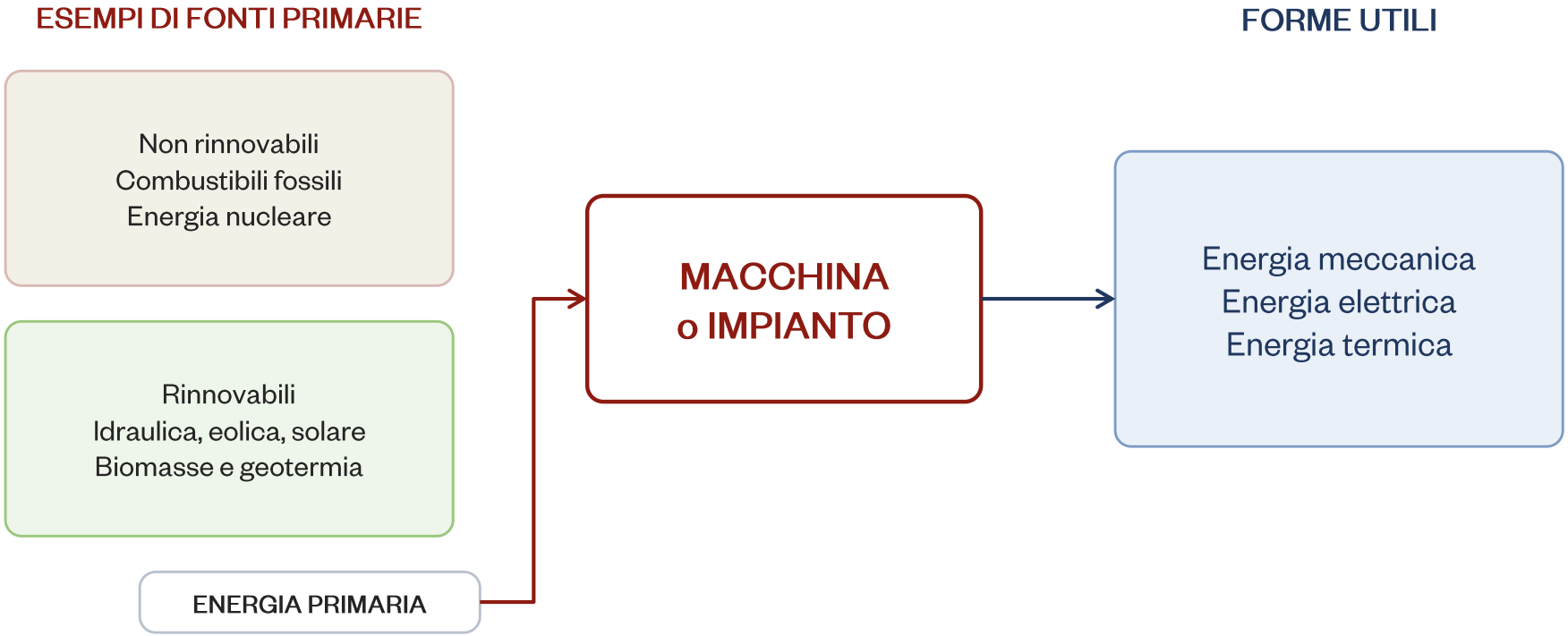
macchine congegni muniti di organi fissi e mobili che compiono un determinato lavoro utile all'uomo

Consentono di compiere attività:

- più velocemente
- con meno sforzo
- in modo più preciso
- che l'uomo da solo non potrebbe fare

FONTE DI ENERGIA (ENERGIA PRIMARIA) → FORMA UTILE DI ENERGIA

DALLE FONTI ALL'ENERGIA UTILE



CLASSIFICAZIONE FUNZIONALE

Tipo	Energia in ingresso	Energia in uscita	Funzione
Trasmettitrice	Meccanica	Meccanica	Trasmette potenza
Motrice	Altra forma	Meccanica	Produce lavoro meccanico
Operatrice	Meccanica	Altra forma	Fornisce energia al sistema
Generatrice	Meccanica	Elettrica	Produce energia elettrica

La classificazione dipende dalla trasformazione energetica realizzata.

Introduzione

DEFINIZIONI FONDAMENTALI

Si definisce **macchina** un dispositivo atto ad elaborare energia primaria per convertirla in una forma direttamente e comodamente utilizzabile o energia in forma utile in un'altra forma utile.

Macchina meccanica: un insieme di organi meccanici, fissi e mobili, collegati tra loro in maniera cinematicamente definita, dei quali almeno uno è in movimento soggetto a forze e quindi compie o subisce lavoro.

Si definisce **macchina a fluido** una macchina in cui lo scambio di energia con le pareti in movimento avviene per mezzo di un fluido.

Introduzione

INTRODUZIONE STORICA



Shadouf macchina idraulica rudimentale per l'irrigazione (dal 2500 a.C.).





Mulini ad acqua (dal 5000 a.C.) **e a vento** (dal VII secolo d.C.).



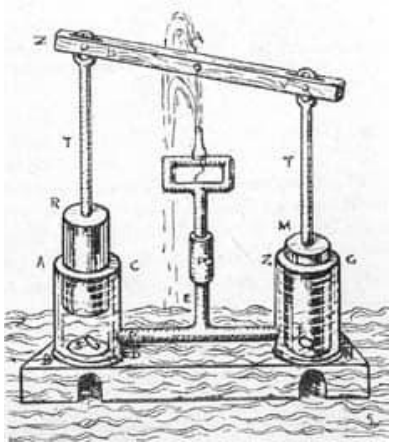
Vite di Archimede o coclea per il sollevamento dell'acqua, primo esempio di pompa volumetrica, III secolo a.C..

Introduzione

INTRODUZIONE STORICA



Ruote idrauliche di Hama (Siria, XIII secolo)
Le ruote idrauliche medievali di Hama servivano a sollevare le acque del fiume per condurle in aree lontane.



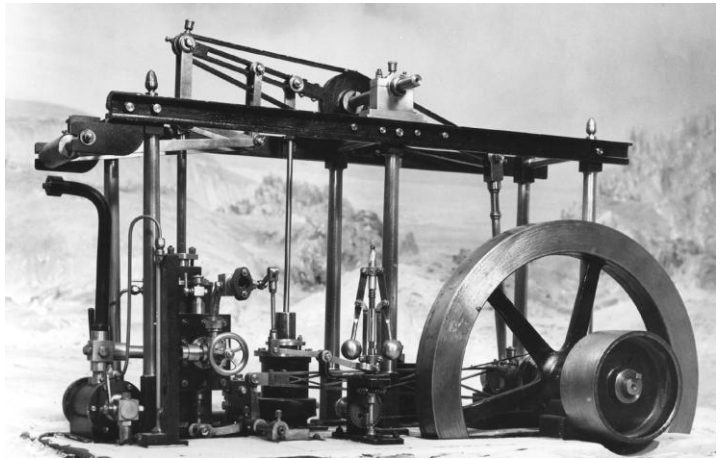
Pompa a pistoni di Ctesibio, III a.C.



Mulinello di Erone o eolipila, IV secolo.

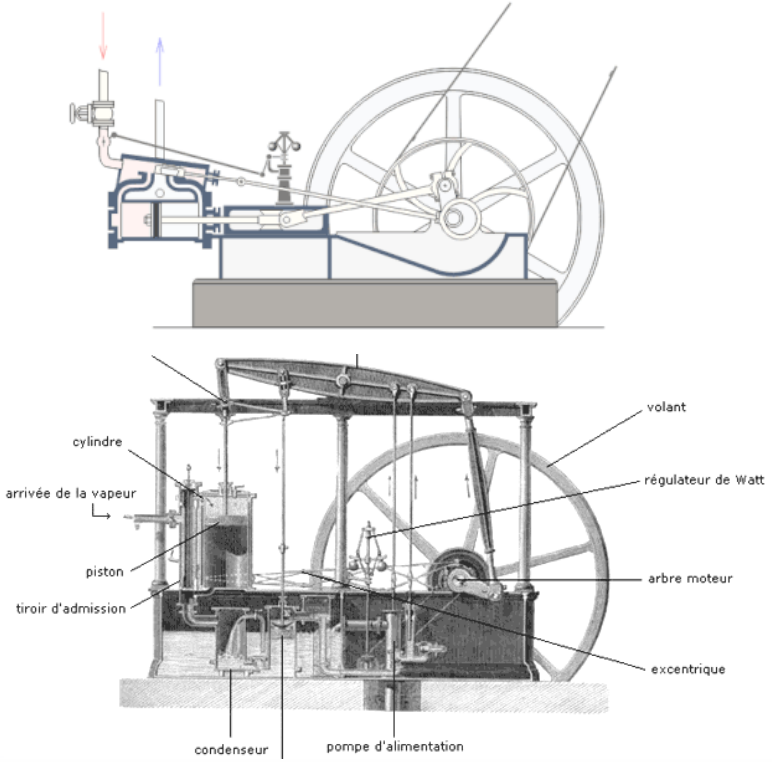
Introduzione

INTRODUZIONE STORICA



Macchina a vapore di James Watt

Motore a vapore a pistoni, brevetto del 1796.



I TRE CRITERI DI CLASSIFICAZIONE

1
FUNZIONE

Il fluido produce
o assorbe lavoro?

2
COMPORTAMENTO DEL FLUIDO

Le variazioni di densità
sono rilevanti?

3
MODALITÀ DI SCAMBIO

Volume confinato
o azione dinamica?

Ogni macchina viene descritta mediante la combinazione dei tre criteri.

MACCHINE MOTRICI E OPERATRICI

Aspetto	Macchine motrici	Macchine operatrici
Scambio energetico	Energia sottratta al fluido	Energia aggiunta al fluido
Lavoro	Compiuto dal fluido	Compiuto sul fluido
Effetto	Produzione di potenza meccanica	Aumento dell'energia del fluido
Esempi	Turbine e motori	Pompe e compressori

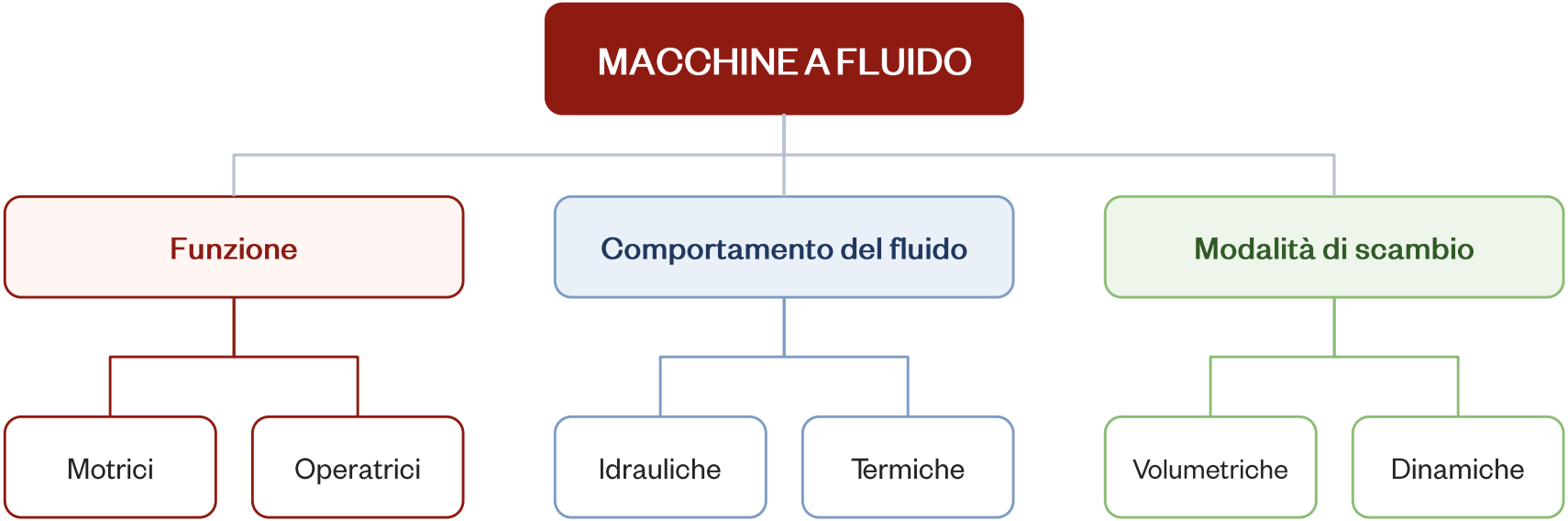
MACCHINE IDRAULICHE E TERMICHE

Aspetto	Macchine idrauliche	Macchine termiche
Fluido	Liquido o fluido trattato come incomprimibile	Gas o vapore comprimibile
Variazioni di densità	Generalmente trascurabili	Rilevanti
Effetti termici	Secondari nella descrizione energetica	Parte essenziale della trasformazione
Esempi	Pompe e turbine idrauliche	Compressori e turbine a gas o vapore

MACCHINE VOLUMETRICHE E DINAMICHE

Aspetto	Macchine volumetriche	Macchine dinamiche
Scambio	Variazione ciclica di un volume confinato	Azione dinamica continua sulla corrente
Organo tipico	Pistone, palette, vite o lobi	Girante palettata
Moto	Alternativo o rotativo	Rotativo
Esempi	Pompe a pistoni, Roots, motori alternativi	Pompe centrifughe, turbine, compressori

ALBERO GENERALE DELLA CLASSIFICAZIONE



Le turbomacchine si distinguono inoltre in assiali, radiali e a flusso misto.

ARCHITETTURA DELLE TURBOMACCHINE



Flusso assiale

Flusso radiale

Flusso misto

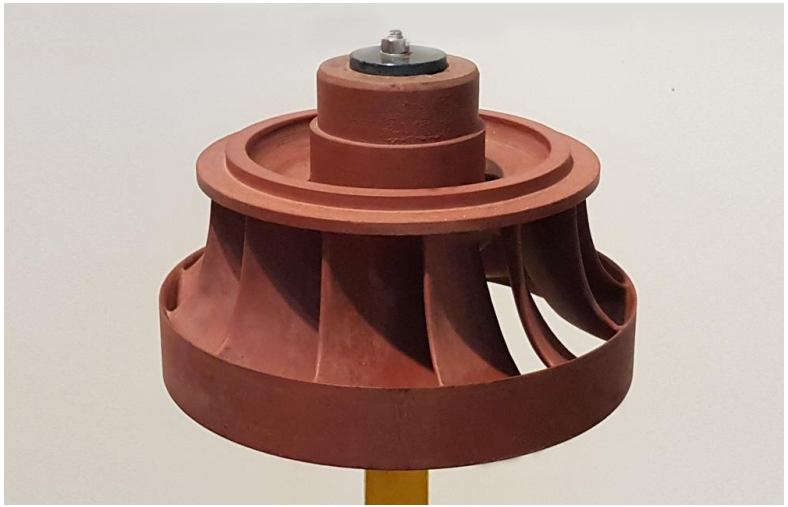
FAMIGLIE DI MACCHINE IDRAULICHE

Principio	Operatrici	Motrici	Configurazioni principali
Turbomacchine	Pompe ed eliche marine	Pelton, Kaplan e Francis	Assiali, radiali, flusso misto
Volumetriche alternative	Pompe a pistoni	Motori idraulici alternativi	Azionamento diretto o albero a gomito
Volumetriche rotative	Vite, ingranaggi, palette e lobi	Motori idraulici rotativi	Stantuffi rotanti, palette, ingranaggi

FAMIGLIE DI MACCHINE TERMICHE

Principio	Operatrici	Motrici	Configurazioni principali
Turbomacchine	Compressori	Turbine a gas e a vapore	Assiali, radiali, flusso misto
Volumetriche alternative	Compressori a pistoni	Motori a combustione interna e a vapore	Due o quattro tempi
Volumetriche rotative	Vite, palette, lobi e Roots	Motori rotativi	Flusso continuo e volumi confinati

TURBOMACCHINE IDRAULICHE MOTRICI

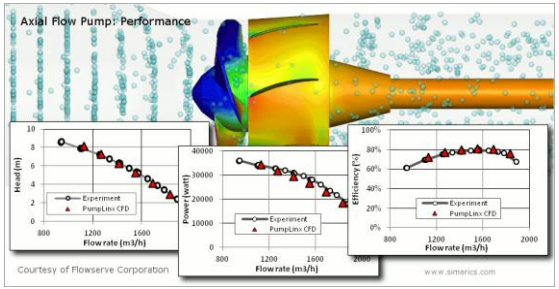


Francis: macchina idraulica motrice dinamica a flusso misto

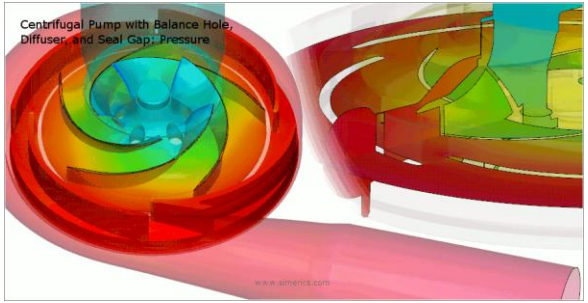


Kaplan: macchina idraulica motrice dinamica assiale

TURBOMACCHINE IDRAULICHE OPERATRICI



Pompa assiale



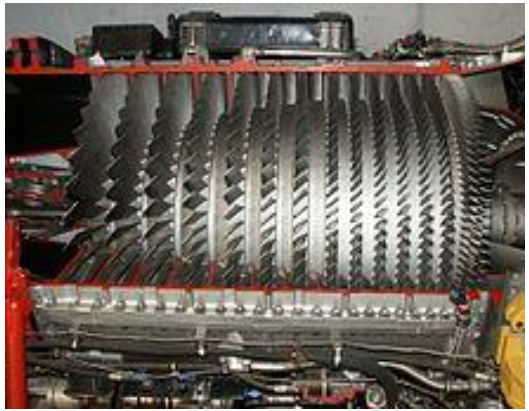
Pompa centrifuga



Elica marina

Energia meccanica fornita al fluido

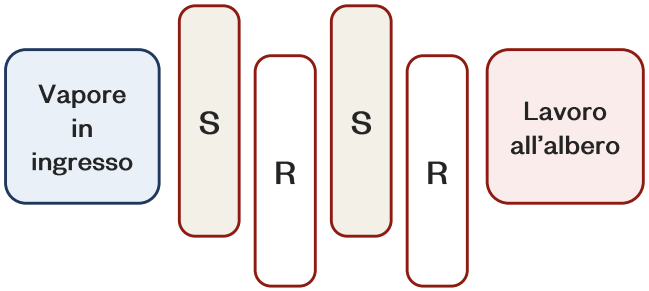
TURBOMACCHINE TERMICHE



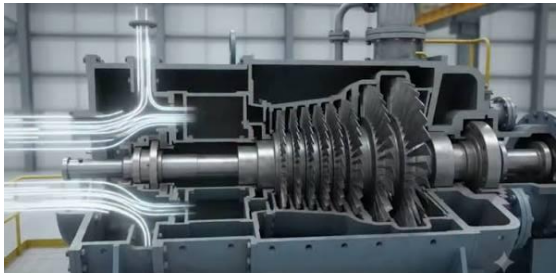
Compressore assiale
termica operatrice



Compressore radiale
termica operatrice



S = statore • R = rotore
Espansione attraverso stadi assiali alternati

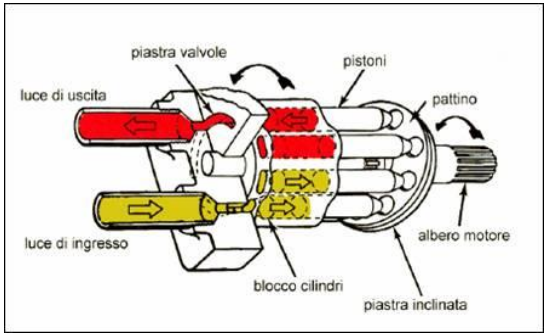


Turbina a vapore assiale
termica motrice

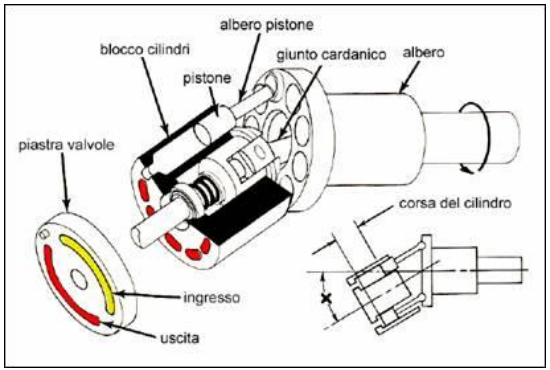
MACCHINE VOLUMETRICHE OPERATRICI



Compressore rotativo



Pompa a stantuffi



Pompa volumetrica

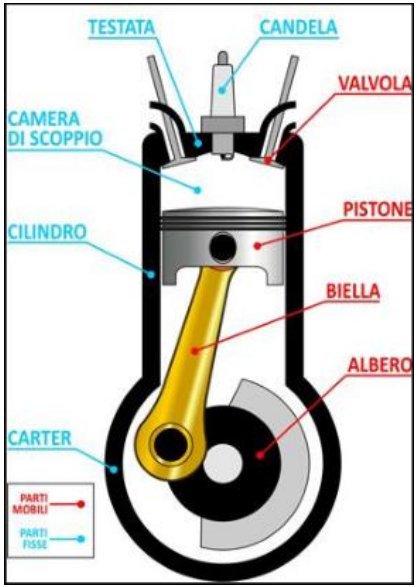
Principio volumetrico: aspirazione, confinamento e mandata

MACCHINE VOLUMETRICHE MOTRICI

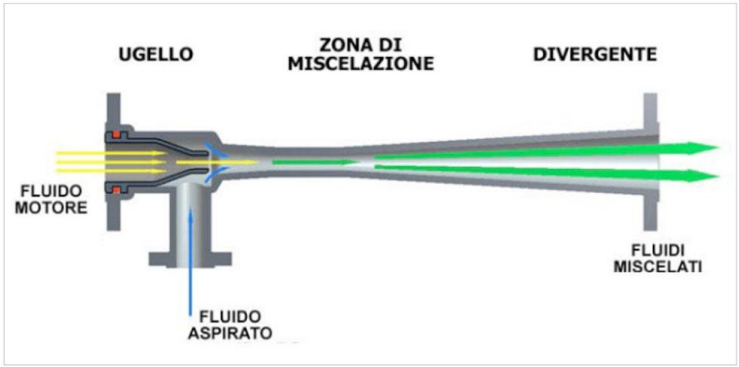
FLUIDO
cede energia

PISTONE
moto alternativo

ALBERO
moto rotatorio

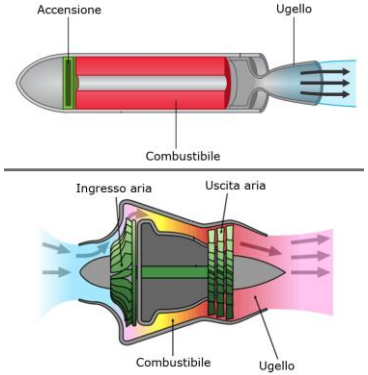


DISPOSITIVI FLUIDODINAMICI SENZA ORGANI MOBILI



POMPA A EIETTORE

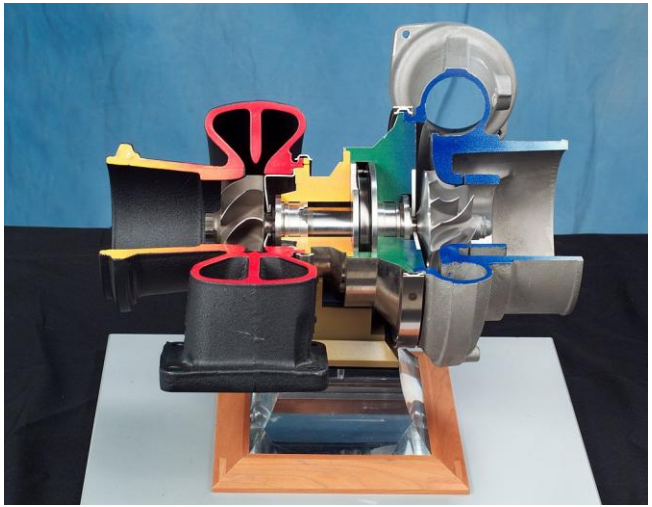
Trasferimento di energia tra correnti fluide mediante variazione della quantità di moto.

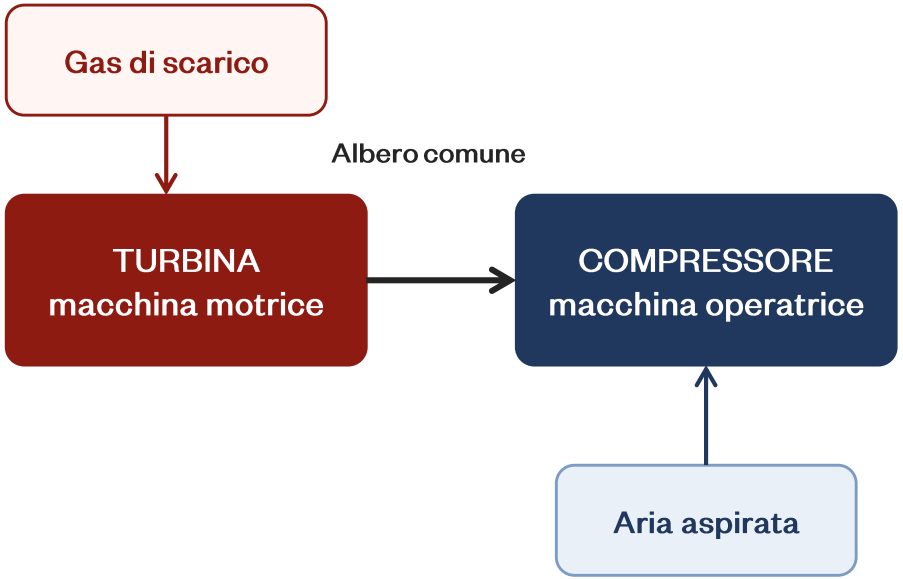


MOTORE A RAZZO

Conversione dell'energia del propellente in energia cinetica dei gas e spinta.

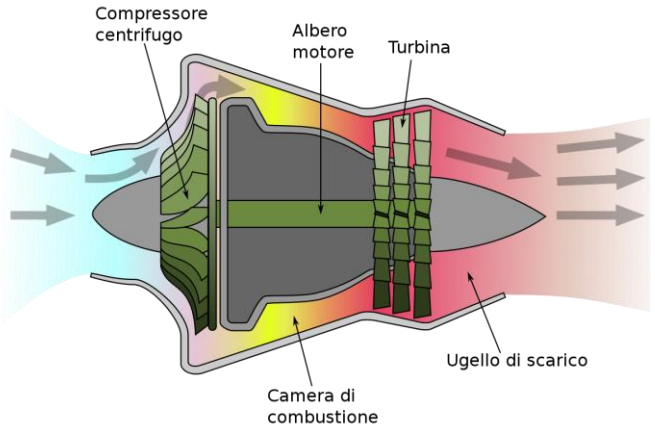
TURBOCOMPRESSORE: UN SISTEMA COMPOSTO





IL TURBOGETTO COME SISTEMA ENERGETICO







Compressore → **Combustore** → Turbina → Ugello

SINTESI DELLA CLASSIFICAZIONE

Criterio	Domanda	Categorie
Funzione	Chi compie il lavoro?	Motrice o operatrice
Comportamento del fluido	Le variazioni di densità sono rilevanti?	Idraulica o termica
Modalità di scambio	Come avviene lo scambio energetico?	Volumetrica o dinamica
Geometria delle turbomacchine	Qual è la direzione prevalente del flusso?	Assiale, radiale o mista

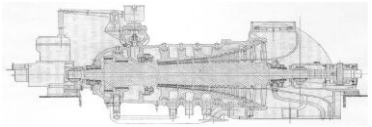
CONCETTI DA RICORDARE

- Una macchina realizza una conversione o un trasferimento di energia.
- Nelle macchine a fluido lo scambio di lavoro coinvolge un fluido e un organo mobile.
- La classificazione richiede più criteri indipendenti e complementari.
- Le singole macchine possono integrarsi in sistemi energetici e propulsivi complessi.

Bibliografia

Micheli D. Dispense del Corso di Macchine e di Macchine Marine.
Cornetti G. Macchine idrauliche. Ed. Il capitello (2015)
Vincenzo Dossena, Giancarlo Ferrari, Paolo Gaetani, Gianluca Montenegro, Angelo Onorati, Giacomo Persico. Macchine a fluido. CittàStudi Edizioni (2015)
Seppo A. Korpela. Principles of Turbomachinery. Ed. Wiley (2019)

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE



MACCHINE A FLUIDO

Fine della parte introduttiva

Dipartimento di
Ingegneria e Architettura