



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

A.A. 2021-2022

Introduzione

DEFINIZIONE

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

Consente 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)
(energia potenziale chimica del combustibile,
energia potenziale idraulica,
energia cinetica dell'acqua o del vento, ...)



FORMA UTILE DI ENERGIA
(meccanica, termica, elettrica)

Introduzione

DEFINIZIONE

Macchine semplici

Macchine complesse

- Trasmittitrici
- Motrici
- Operatrici
- Generatrici

energia meccanica → energia meccanica

altra forma di energia → energia meccanica

energia meccanica → altra forma di energia

energia meccanica → energia elettrica

Introduzione

Fonti di energia primaria:

non rinnovabili

energia (chimica) dei combustibili fossili (carbone, derivati del petrolio, gas naturale)
energia nucleare

rinnovabili

energia idraulica
energia eolica
energia solare
biomasse
energia geotermica
altro (energia delle maree, delle onde, delle correnti marine)



Introduzione

Principali impieghi delle fonti energetiche	
Petrolio e prodotti petroliferi	Trasporto Usi non energetici Produzione di calore Produzione di elettricità
Carbone	Siderurgia Produzione di elettricità Produzione di calore Usi chimici (trasporto)
Uranio (combustibile nucleare)	Produzione di energia elettrica (produzione di calore)
Energia Solare	Produzione di elettricità Produzione di calore
Energia Idraulica	Produzione di elettricità
Energia Eolica	Produzione di elettricità
Energia Geotermica	Produzione di elettricità Produzione di calore

Introduzione

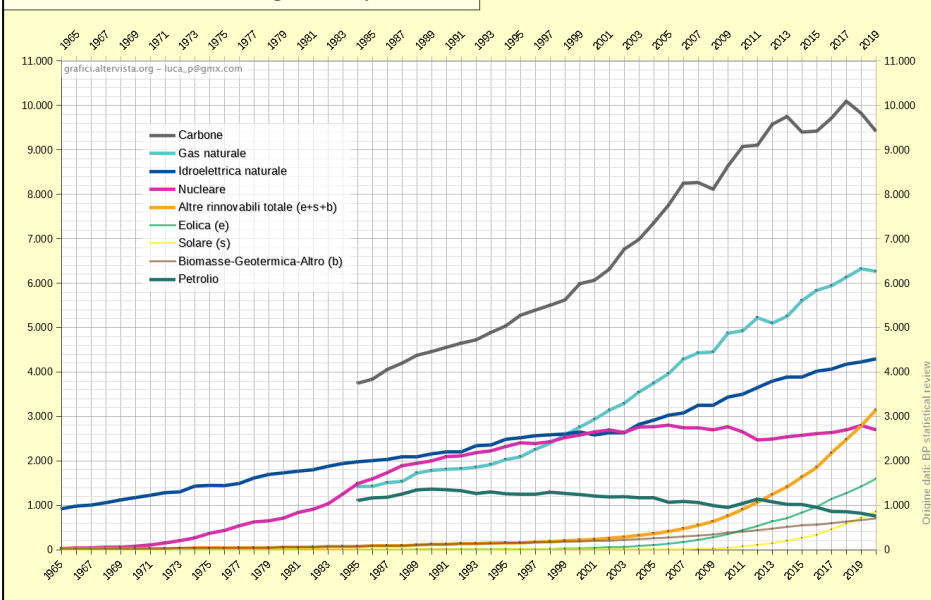
Forma energia	Fonte	Superficie richiesta per unità di energia finale annua km ² /Mtep
Elettricità	Eolico Impianti on-shore	341
	Solare PV (Impianti integrati edilizia)	45
	Solare PV (Impianti non integrati)	112
	Solare termodinamico (DCS)	147
	Impianti a biomassa che usano raccolti dedicati (silvicoltura)	2326
	Impianti a biomassa che usano raccolti dedicati (media delle migliori rese -miscanto, cardo, canna, sorgo)	3691
	Impianti che usano biomasse residuali	7
Caldo/freddo	Solare termico imp. integrati in edilizia	18
	Impianti a biomasse da silvicoltura (non di cogenerazione)	891
	Impianti a biomasse da raccolti dedicati (non di cogenerazione)	1288
	Impianti che usano biomasse residuali	8
Trasporti	Biocarburanti (MTBE)	7611
Impianto riferimento a combustibili fossili	Impianto Turbogas	0,09

Tabella con alcuni esempi di potenziali effetti negativi o positivi sull'ambiente

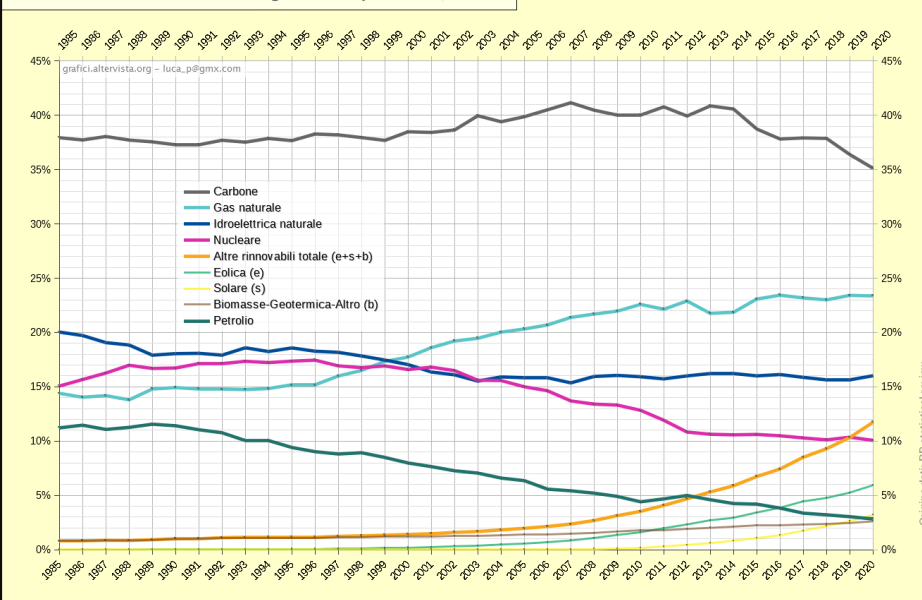
TIPO DI ENERGIA	Potenziali effetti negativi	Potenziali effetti positivi
Impianti solari fotovoltaici	<ul style="list-style-type: none"> • Impatto visivo per occupazione di vaste estensioni di terreno • Impatti negativi nella fase di costruzione: • consumo di risorse, • emissioni atmosferiche, • emissioni in acqua, • rifiuti prodotti. 	<ul style="list-style-type: none"> • eliminazione di tetti di eternit • utilizzo di una risorsa rinnovabile • riduzione di CO₂
Impianti eolici	<ul style="list-style-type: none"> • Impatto negativo per alterazioni di paesaggi pregiati • Aumento di rumore • Impatto sull'avifauna 	<ul style="list-style-type: none"> • riduzione di CO₂ • utilizzo di una risorsa rinnovabile
Impianti idroelettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Alterazione del microclima • erosione sponde bacino • riduzione della varietà di habitat e della biodiversità • Impatto sulla fruizione turistica 	<ul style="list-style-type: none"> • riduzione di CO₂ • utilizzo di una risorsa rinnovabile
Impianti solari termici	<ul style="list-style-type: none"> • Impatto visivo • Impatto nella fase di costruzione: • consumo di risorse, • • emissioni atmosferiche, • • emissioni in acqua, • • rifiuti prodotti. 	<ul style="list-style-type: none"> • riduzione di CO₂ • utilizzo di una risorsa rinnovabile
Impianti geotermici	<ul style="list-style-type: none"> • impatti per fuoriuscite di gas • impatti sulle falde idriche • consumo di acqua 	<ul style="list-style-type: none"> • assenza di combustione • utilizzo di una risorsa rinnovabile
Impianti a solare termodinamico	<ul style="list-style-type: none"> • impatti per uso del suolo (grandi estensioni di suolo occupato) • impatto paesaggistico 	<ul style="list-style-type: none"> • riduzione di CO₂ • utilizzo di una risorsa rinnovabile
Energia da biomasse agricole e forestali	<ul style="list-style-type: none"> • emissioni di inquinanti da combustione di biomassa • perdita di biodiversità 	<ul style="list-style-type: none"> • riduzione di CO₂ • utilizzo di una risorsa rinnovabile
Impianti a biogas	<ul style="list-style-type: none"> • impatti sulle acque sotterranee • impatti sulle acque superficiali • emissioni atmosferiche 	<ul style="list-style-type: none"> • riduzione di CO₂ • utilizzo di una risorsa rinnovabile • abbattimento di carico inquinante del refluo (impianti a biogas)
biocombustibili	<ul style="list-style-type: none"> • uso del suolo • emissioni in atmosfera • perdita di biodiversità 	<ul style="list-style-type: none"> • riduzione di CO₂ • utilizzo di una risorsa rinnovabile

Introduzione

Produzione mondiale lorda di energia elettrica per fonte (TWh)

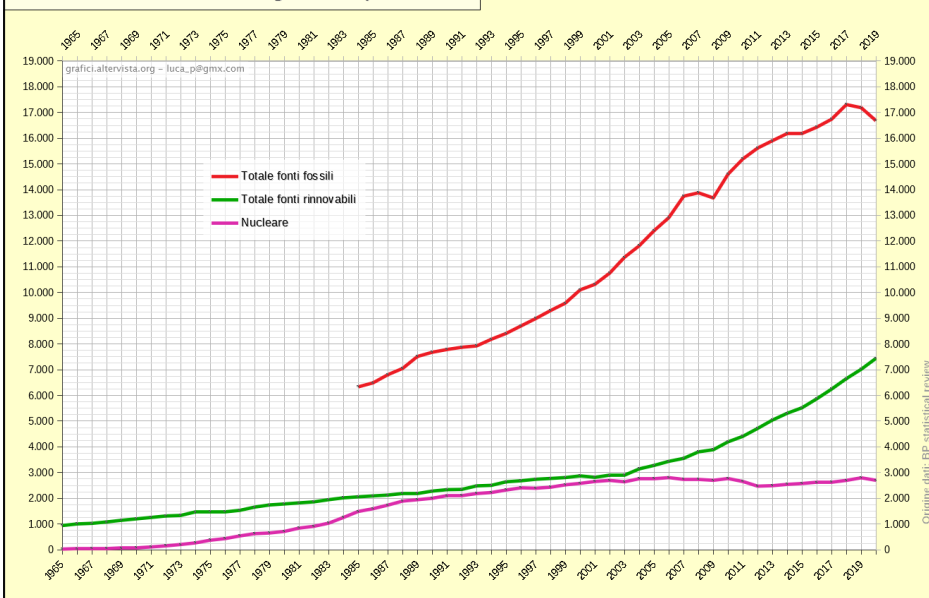


Produzione mondiale lorda di energia elettrica per fonte (percentuali)

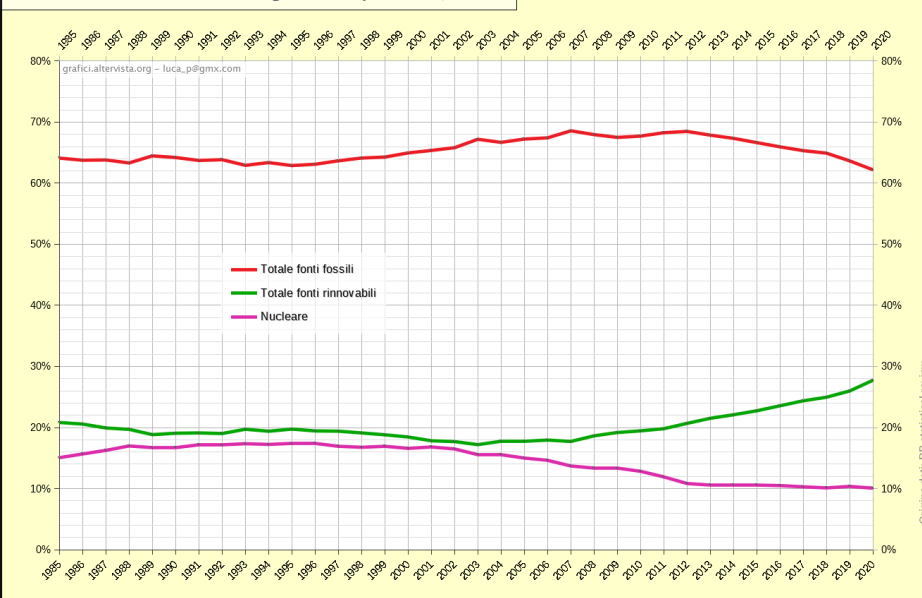


Introduzione

Produzione mondiale lorda di energia elettrica per fonte (TWh)

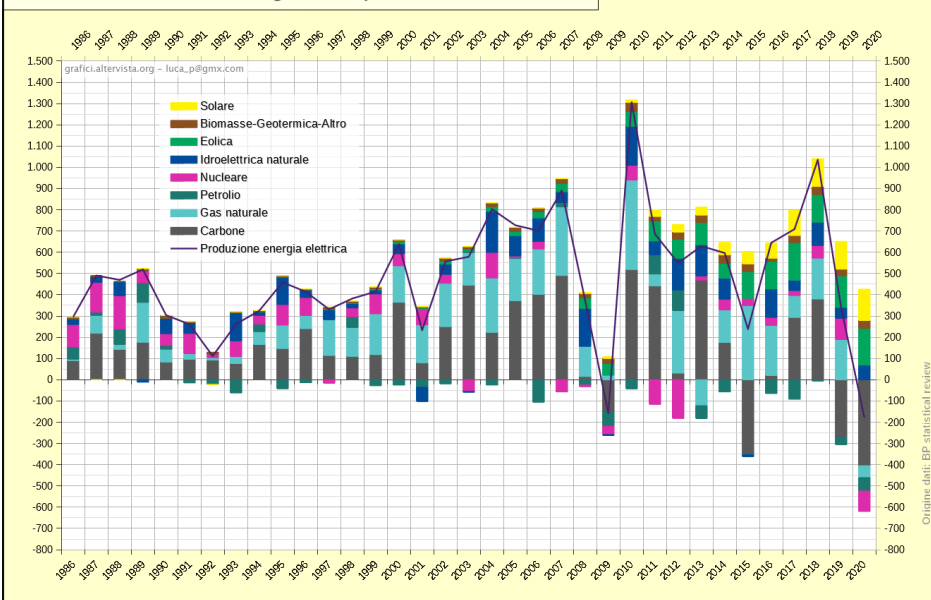


Produzione mondiale lorda di energia elettrica per fonte (percentuali)

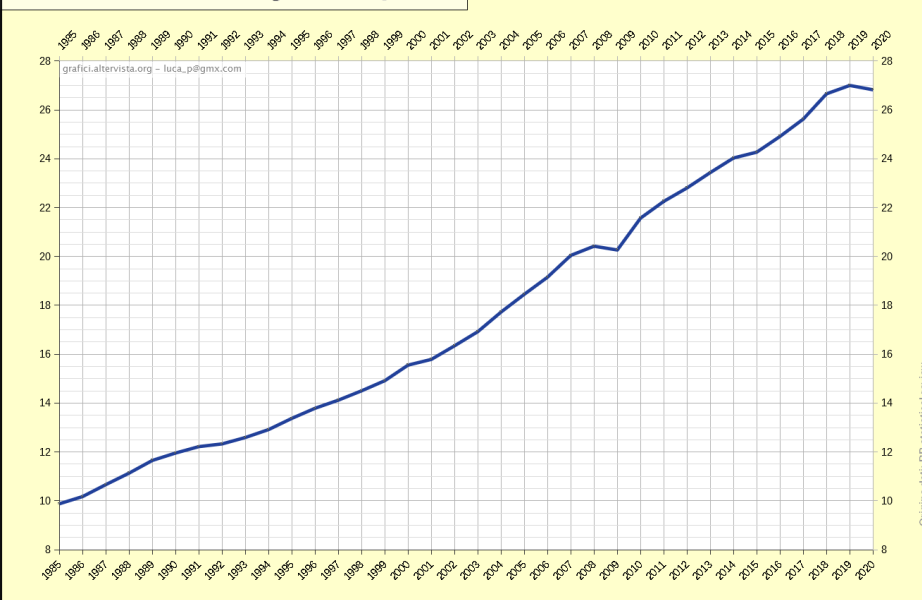


Introduzione

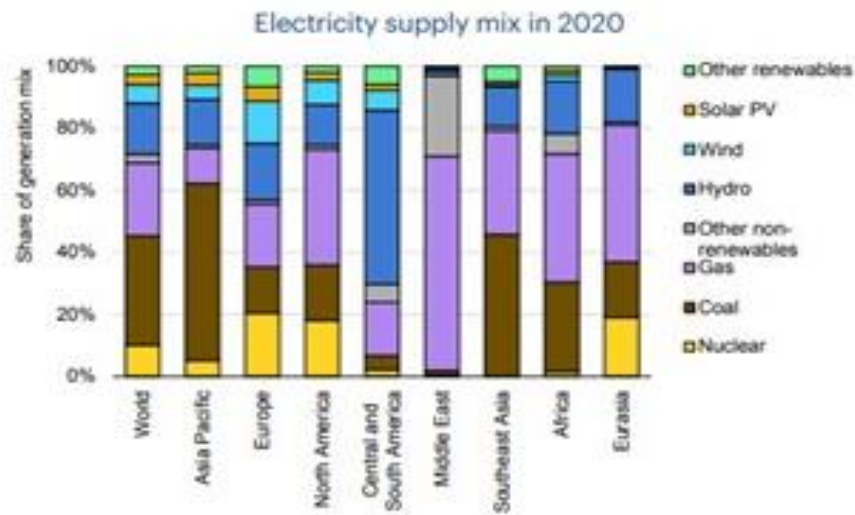
Produzione mondiale lorda di energia elettrica per fonte (variazioni annuali - TWh)



Produzione mondiale lorda di energia elettrica (migliaia di TWh)



Introduzione



Introduzione

I consumi di energia sono concentrati su 3 aree mondiali: Cina, Stati Uniti, Ue28, che rappresentano quasi il 50% del totale (Cina il 22% del totale, Stati Uniti il 16%, Ue28 l'11,6%).

L'Italia si affida principalmente al gas naturale.

Nel 2018, il gas ha rappresentato il 45% della produzione elettrica del nostro paese.

La Russia è il nostro principale fornitore con 32 miliardi di metri cubi importati nel 2018 (circa 90%).

L'Italia sta lavorando per sviluppare efficienza e risparmio energetico e fonti rinnovabili, la cui quota sulla produzione lorda elettrica è passata dal 17% del 2007 al 36% del 2019.

Secondo l'Agenzia Statistica e Analitica del Dipartimento dell'energia degli Stati Uniti d'America (EIA) il consumo mondiale di energia crescerà del quasi 50% tra il 2019 e il 2050.

La crescita si focalizzerà prevalentemente nel settore industriale.

International energy agency www.iea.org

Introduzione

Forme utili di energia

- energia meccanica e/o elettrica
- energia termica

Introduzione

DEFINIZIONE

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.

Impianto motore: 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.

CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE

- macchine idrauliche (esempi: pompe, turbine idrauliche)
 - macchine termiche (esempi: compressori, turbine, motori alternativi a combustione interna)
- macchine motrici (esempi: turbine, motori alternativi a combustione interna)
 - macchine operatrici (esempi: compressori, pompe)
- macchine volumetriche
 - alternativa (esempi: compressori alternativi a stantuffo, motori alternativi a combustione interna)
 - rotativa (esempi: compressori Roots, compressori a palette)
 - macchine dinamiche o turbomacchine (esempi: turbine, turbocompressori, reattori)
 - assiali
 - radiali
 - centrifughe
 - centripete

CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE

Macchine idrauliche

	Macchine operatrici (energia aggiunta al fluido: il lavoro viene effettuato sul fluido)	Macchine motrici (energia sottratta al fluido: il lavoro è effettuato dal fluido)
Macchine dinamiche	<p>Pompe, Ventilatori</p> <p>senza cassa</p> <ul style="list-style-type: none"> • elica marina <p>con cassa</p> <ul style="list-style-type: none"> • assiale • a flussomisto • centrifugo 	<p>Turbine</p> <p>ad azione</p> <ul style="list-style-type: none"> • ruote a vento • Pelton <p>a reazione</p> <ul style="list-style-type: none"> • flusso assiale (Kaplan) • flussomisto (Francis)
Macchine volumetriche	<p>Pompe</p> <p>Alternative</p> <ul style="list-style-type: none"> • ad azionamento diretto • ad albero a gomito • a stantuffi rotanti <p>Rotative</p> <ul style="list-style-type: none"> • a vite • a ingranaggi • a palette • a lobi 	<p>Motori</p> <ul style="list-style-type: none"> • a stantuffi • a paletta • a ingranaggi

CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE

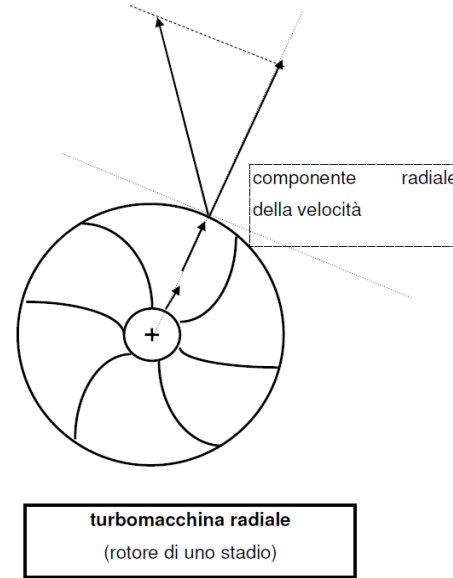
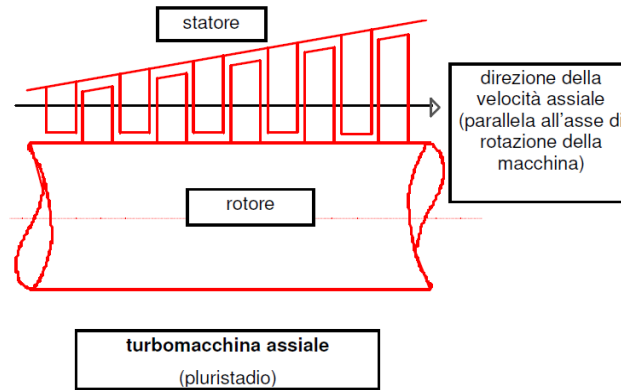
			Macchine termiche
	Macchine operatrici (energia aggiunta al fluido: il lavoro viene effettuato sul fluido)	Macchine motrici (energia sottratta al fluido: il lavoro è effettuato dal fluido)	
Macchine dinamiche	<p>Compressori</p> <p>senza cassa</p> <ul style="list-style-type: none"> • elica aerea <p>con cassa</p> <ul style="list-style-type: none"> • assiale • a flussomisto • centrifugo 	<p>Turboespansori a gas e a vapore</p> <p>ad azione</p> <ul style="list-style-type: none"> • semplici • a salti di velocità • a salti di pressione <p>a reazione</p> <ul style="list-style-type: none"> • flusso assiale • flussomisto • flussoradiale 	
		Eiettori d'aria a vapore	Propulsori a getto e a razzo
Macchine volumetriche	<p>Compressori</p> <p>Alternativi</p> <ul style="list-style-type: none"> • ad azionamento diretto • ad albero a gomito <p>Rotativi</p> <ul style="list-style-type: none"> • a vite • a ingranaggi • a palette • a lobi 	<p>Motori</p> <ul style="list-style-type: none"> • a combustione interna a due tempi o Quattro tempi • ad accensione comandata • ad accensione per compressione • alternativa vapore a semplice e doppio effetto 	

CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE

Classificazione in:

Turbomacchine assiali

Turbomacchine radiali



CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE

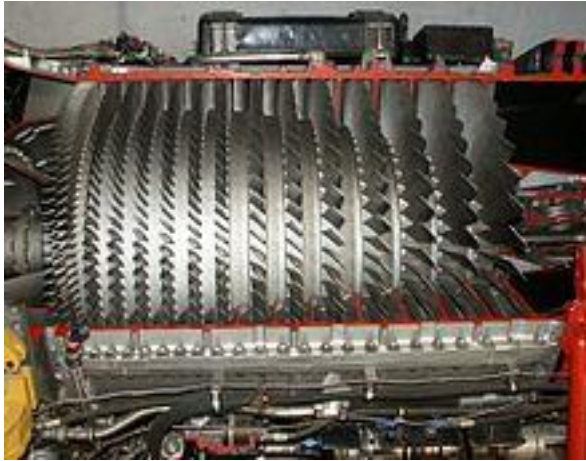


Girante di turbina Francis (macchina idraulica motrice dinamica flusso misto).



Girante di turbina Kaplan (macchina idraulica motrice dinamica assiale).

CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE



Compressore assiale (macchina termica operatrice dinamica).



Compressore radiale (macchina termica operatrice dinamica).

CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE

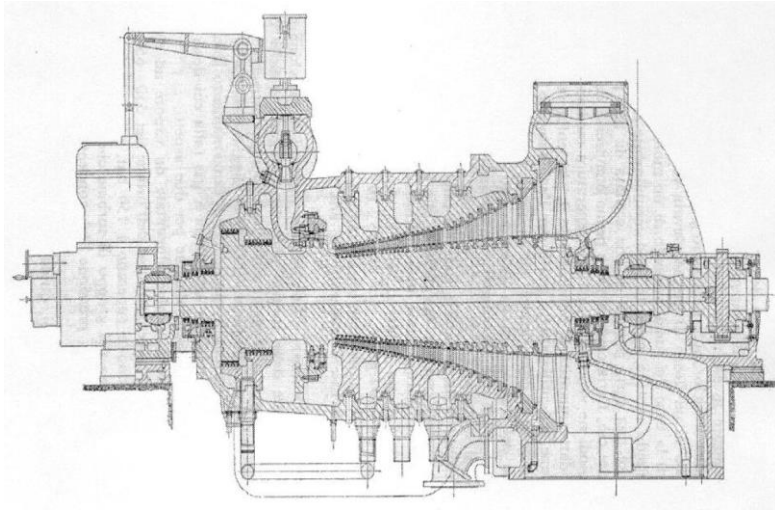


Elica marina (macchina idraulica operatrice dinamica).

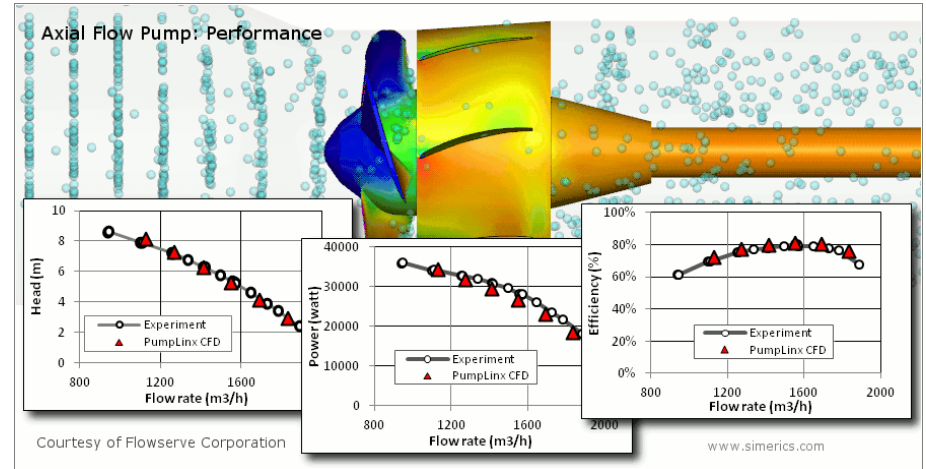


Elica aerea (macchina termica operatrice dinamica).

CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE

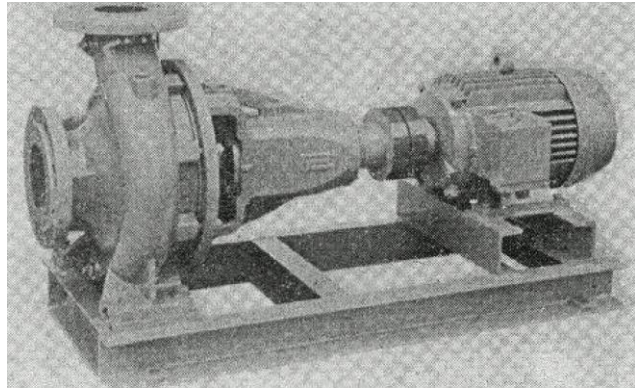


Sezione longitudinale di una turbina a vapore assiale (turbomacchina assiale termica motrice).

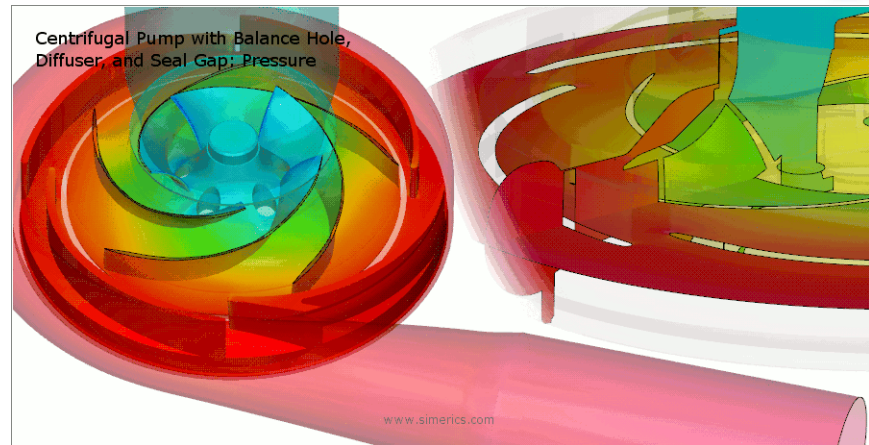
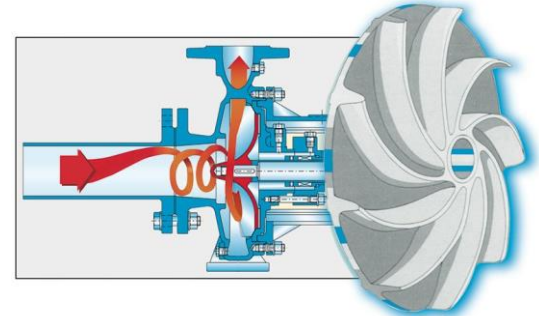
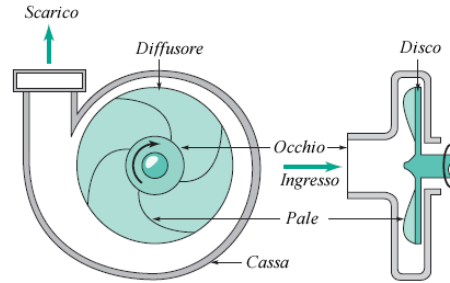


Pompa assiale (turbomacchina assiale idraulica operatrice).

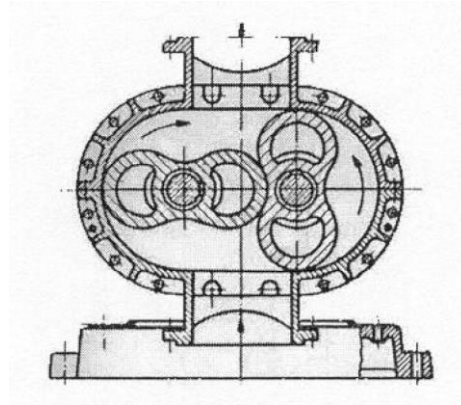
CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE



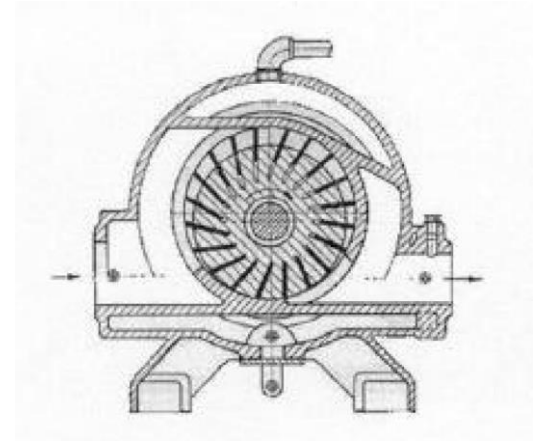
Pompa centrifuga ad asse orizzontale (turbomacchina radiale idraulica operatrice).



CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE

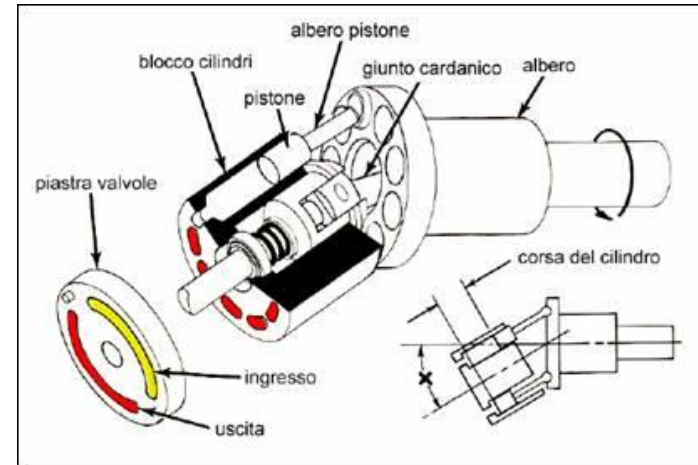
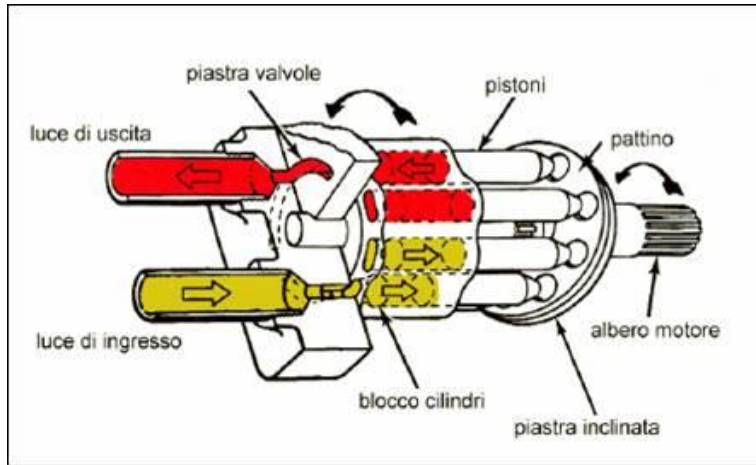


Sezione trasversale di un compressore volumetrico rotativo tipo Roots (macchina volumetrica rotativa termica operatrice)



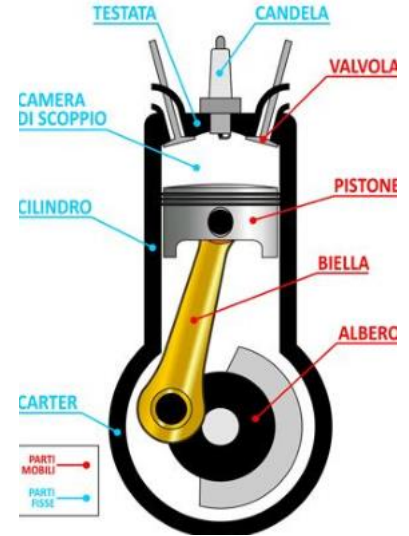
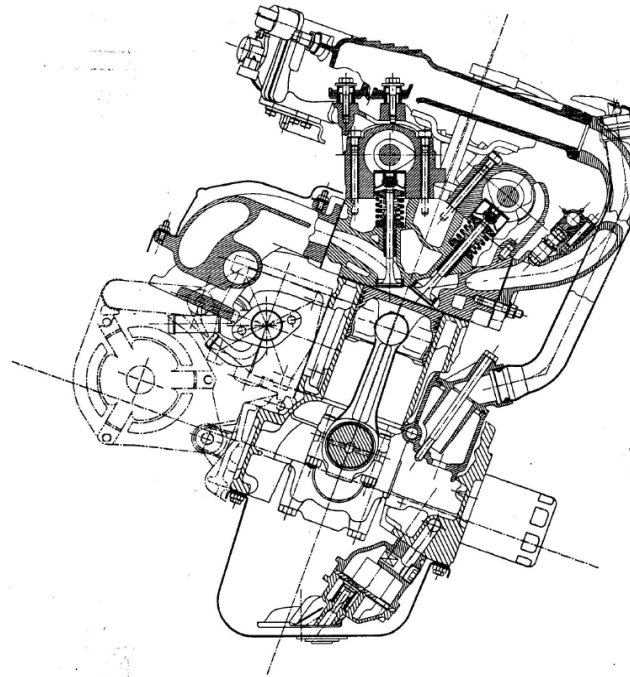
Sezione trasversale di un compressore volumetrico rotativo a palette (macchina volumetrica rotativa termica operatrice).

CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE



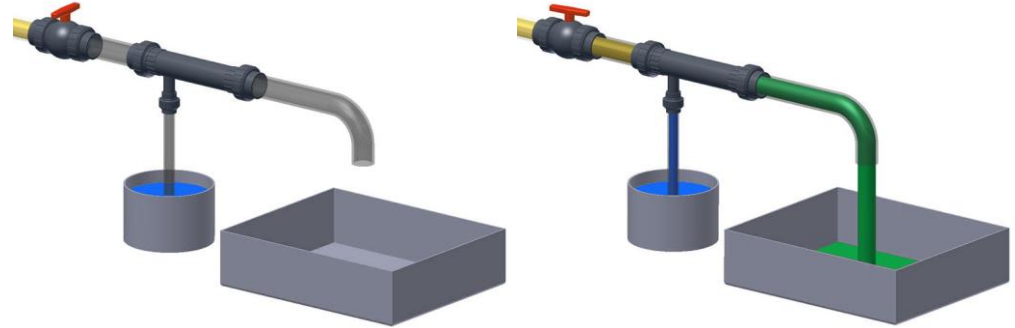
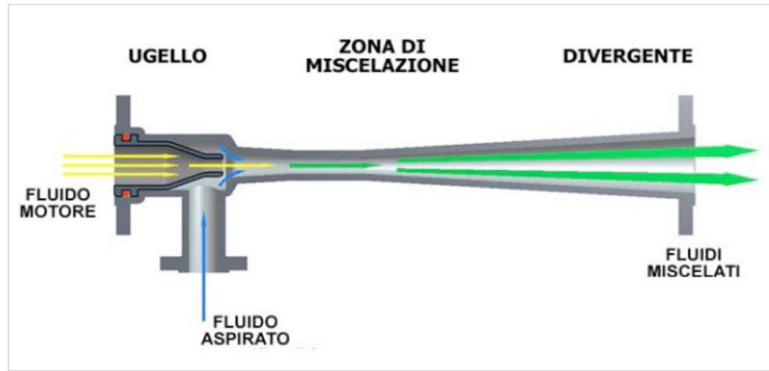
Pompa stantuffi rotanti (macchina volumetrica alternativa idraulica operatrice)

CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE



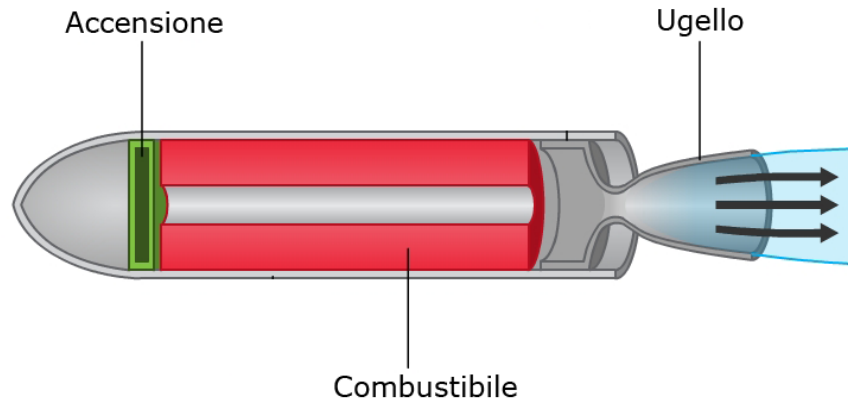
Sezione trasversale di un motore alternativo (macchina volumetrica alternativa termica motrice).

CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE



Pompa a eiettore (macchina dinamica idraulica operatrice).

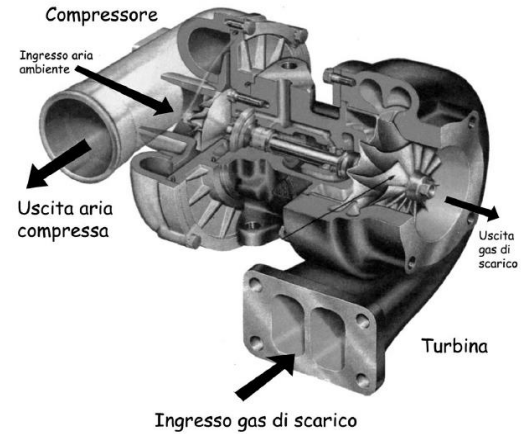
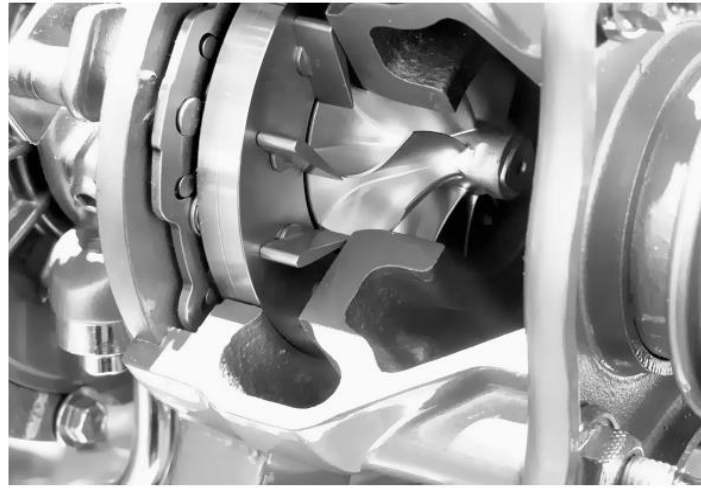
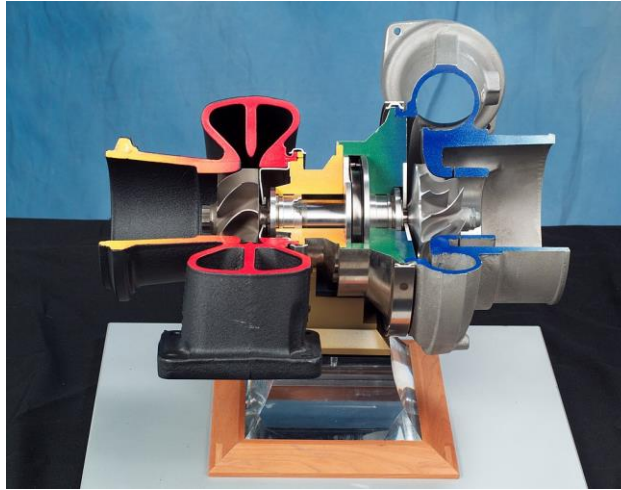
CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE



Motore a razzo (macchina dinamica termica operatrice).



CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE

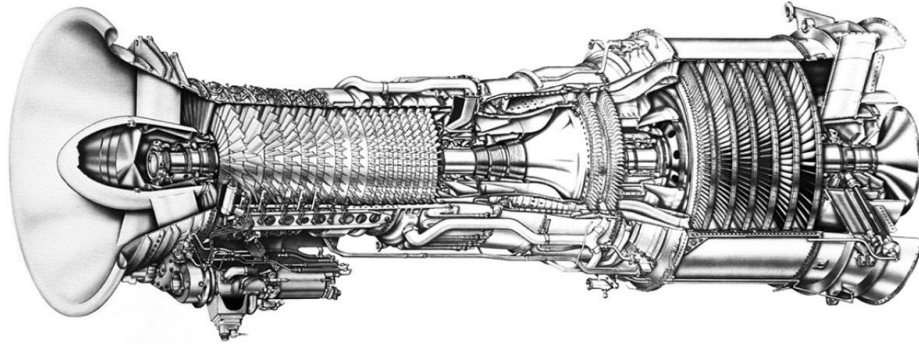


Turbocompressore (turbo-gruppo o turbo o turbocharger).

CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE



Aereo di linea a turbogetto Airbus A 320.

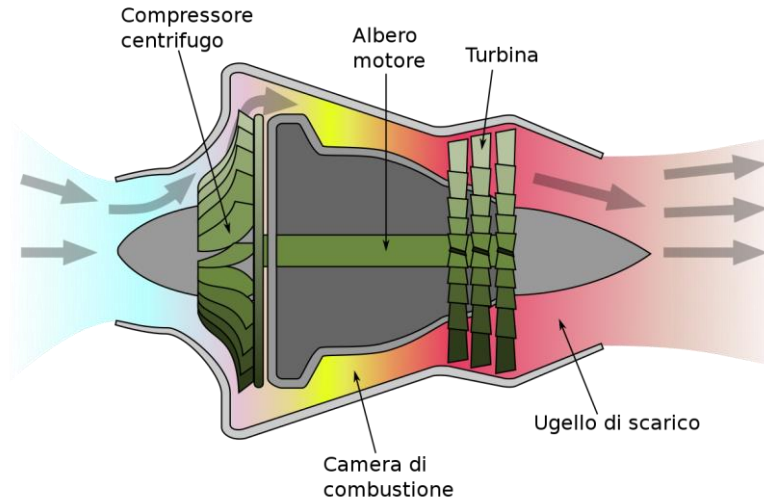


Turbogetto aeronautico (macchina costituita dall'insieme di un compressore, un combustore, una turbina ed un ugello).



Motore turbogetto General Electric J47

CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE



Schema di un turbogetto.



Compressore e turbina del turbogetto De Havilland Ghost.

Bibliografia

- Micheli D. Dispense del Corso di Macchine e di Macchine Marine.
Cornetti G. Macchine idrauliche. Ed. Il capitello (2015)
Seppo A. Korpela. Principles of Turbomachinery. Ed. Wiley (2019)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE



Dipartimento di
**Ingegneria
e Architettura**