

N. 2: Perdite energetiche e rendimenti

PERDITE ENERGETICHE: (def.): differenza tra l'energia assorbita da una fonte (es. dalla "materia prima") e l'energia utilizzata per compiere il lavoro che ci interessa.

P. Termiche:

- impurezza della materia prima (es. nel gas naturale il metano (CH₄) è meno del 90%, nel carbone e nella legna sono contenuti altri elementi oltre il Carbonio (C) che vengono riscaldati quindi assorbono calore e danno luogo a composti, fumi e ceneri, nel petrolio idem con produzione di gas inquinanti, ecc);
- incompleta combustione (es. ossidazione del Carbonio a CO, inoltre velenoso, anziché a CO₂);
- dispersione del calore nell'ambiente per isolamenti imperfetti (es. abitazioni);
- attriti negli spostamenti reciproci fra corpi per **strisciamento** (es. frenate, pistoni,...) o per **rotolamento** (es. cuscinetti a sfere,...);
- riscaldamento nei cavi degli elettrodotti.

P. Fluidodinamiche:

- variazioni nella sezione di un condotto percorso da un fluido (var.velocità)
- resistenza opposta dall'aria all'avanzamento di un veicolo;
- utilizzo parziale dell'energia consumata nelle turbine idrauliche, a vapore, a gas che nella condotta sfuggono alla palettatura la quale comunque presenta un proprio rendimento.

P. per conversioni energetiche: sono presenti in ogni conversione, es. l'energia contenuta nelle materie prime combustibili (carbone, gasolio, gas naturale) per ossidazione (bruciando) si converte in calore (energia termica) che può venire utilizzato per riscaldare un fluido (es. acqua che si trasforma in vapore, in gas che si espande) impiegato convertendolo in energia meccanica (es. turbina a vapore, motore a combustione interna alimentato a gasolio o benzina o gas) l'energia meccanica viene utilizzata per compiere operazioni industriali o agricole, spostamenti, oppure convertito in energia elettrica, ecc. Dalle conversioni rimane il fluido a temperatura minore o gas esausti di combustione (comunque con un livello energetico minore) che può ancora venire impiegato per riscaldamento (cogenerazione) di abitazioni, serre, ecc.

RENDIMENTO: (def.): rapporto fra contenuto energetico della materia prima (es. Cal) immessa ed energia utilizzata per fare "quel lavoro" (mis $R = E_i / E_u$) è sempre < 1 a causa delle **perdite**. Generalmente viene espresso in %.

Attenzione:

1. in una serie di conversioni energetiche e di utilizzo il Rendimento finale è il prodotto dei singoli rendimenti ($R_f = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots \times R_n < 100$) v. tabella;
2. Conseguenza: il moto perpetuo è impossibile

Ogni conversione di energia comporta una perdita energetica quindi un rendimento < 1 (minore di 1)

RENDIMENTO: (N o R o R%) (Def.): rapporto fra quanto (energia, lavoro,...) viene immesso in un sistema che evolve (converte un'energia, svolge una reazione chimica, compie lavoro, ecc) e quanto se ne ricava¹ al netto delle perdite² (termiche, meccaniche,...) Si utilizza il termine Rendimento anche per: r. volumetrico di un motore = rapp. fra cilindrata (cm³) e volume di aria effettivamente aspirata, r. di un impianto idroelettrico = rapp. fra la portata della condotta e quella effettivamente utilizzata, r. di una caldaia = rapp. fra calorie immesse con il combustibile e cal. ottenute allo scambiatore; Resa nelle reaz. chimiche di sintesi= rapporto fra q. ottenuta/q. ottenibile teoricamente dal rapporto stechiometrico, in peso fra le molecole ottenute e molecole ottenibili; ecc).

Conoscere i rendimenti (o le complementari perdite) è molto importante non solo per conoscere l'efficienza del processo (a parità di unità di misura utilizzate in magazzino ed in uscita) ma perché le perdite **energetiche** equivalgono ad inquinamenti dell'ambiente che possono essere:

- **Termici:** attriti, riscaldamento di masse, reazioni chimiche secondarie, irraggiamento,... con riscaldamento dell'ambiente;
- **Diversi:**
 - scarti solidi e liquidi per reazioni chimiche incomplete: spesso pericolosi;
 - scarti per sfridi di lavorazioni meccaniche: in genere recuperabili;
 - scarti commerciali successivi ai processi produttivi: imballi contenitori da aziende e domestici;
 - scarti e rifiuti: domestici, nettezza urbana, ospedalieri (da incenerire), ecc.
 - ecc.

Con possibilità di recupero (rilavorazioni) e/o inquinamenti: dell'atmosfera (polveri, veleni, effetto serra,...) delle risorse alimentari (riduzione della fertilità del terreno), modifiche ai prodotti, modifiche ai prodotti animali (carni, latte), delle acque (eutrofizzazione, avvelenamenti).

Nel calcolo e valutazione dei Rendimenti per effettuare confronti occorre quindi che siano noti:

- oggetto del calcolo: R. **complessivo** (quantitativo+termodinamico+meccanico+...) o **relativo** ad un ambito (es. meccanica).
- I punti di inizio/termine considerati (es. meccanici rilevati all'albero motore, all'uscita del cambio, alla ruota).

¹ Le energie immesse/ottenute possono essere anche diverse (es. in un motore calorie contenute in un certo volume di combustibile/KwH ottenuti dall'alternatore) previa conversione nella medesima unità di misura

² Le perdite termiche talvolta recuperabili per preriscaldamenti, teleriscaldamento, conversione frigorifera,..

(3) dove R= rendimento complessivo, R.ter=R.termico (combustione e riscaldamento gas e sostanze combuste (N,CO,H,...), R.mec= R.meccanico per attriti (strisciamento pistoni e cuscinetti biella e albero motore, R.vol= per perdite alle variazioni di sezione (condotti,valvole,cilindro dei flussi)

(4) perdite a: cambio,trasmissione, differenziale, cuscinetti, deform. pneumatici

(5) recupero dell'e. termica allo scarico del t. gas in t. vapore

Esempio: resa termica % di un altoforno per la produzione di ghisa da ossidi di ferro.

Fatte 100 le calorie prodotte dal forno le perdite % sono:

- riscaldamento gas inerti 15% NOx e altri componenti dell'aria;
- reazione chimica gas 25% $CO_2 + C = 2CO$ reazione endotermica con riscaldamento dell'ambiente
- riscaldamento del fondente e delle scorie 5% Ca CO₃ e scarti di processo
- irraggiamento del forno 10%

Rendimento del processo $100 - 55 = 45\%$ in ghisa + scorie e inquinanti dell'atmosfera

Nota: i rendimenti industriali possono variare nel tempo in relazione a purezza delle materie prime, alle temperature, alle usure dell'impianto, ecc

Macchina o impianto	tipo R	%	Note
Motori a combustione interna (c. i)	compl	25-30	Conv.e.potenziale a e.meccanica (3)
Motori Diesel sovralimentati	"	30-40	" " " (3)
Cuscinetti e ingranaggi lubrificati	mecc	99	Per attriti
Catena di trasmissione per motocicl	mecc		(R mecc) albero motore/corona ruota
Trasmissione automobilistica(5)	mecc		" albero motore/pneumatici (4)
Impianti idroelettrici	compl		
Turbine a vapore	"	36-40	C.li conv.e.potenziale a e.elettrica
Turbine a gas (prod. energia, aerei,...)	"	25-35	
C.li elettriche turbogas	"		(C.li turbpogas t.gas+t vap.recupero)(53) (4)
Pompe acqua centrifughe	"	80	Conversione e.meccanica a e.idraulica
Compressori aria centrifughi		70-75	" " a pressione
Trasformatori tensione elettrica trifasi	energ	99	Conversione statica dellatensione (V)
Alternatore elettrico trifase	conv	98	" e.meccanica a e.elettrica
Imp. combustione biomasse (CO ₂)			" e potenziale a e.termica
Imp. fermentazione anaerobica biomasse (CH ₄)			C.produzione CH ₄
Pann. termico piano			Trattandosi di energia solare (extraterrestre) il maggior rendimento (efficienza) concerne sostanzialmente l'occupazione delle superfici captatrici ed il costo dell'impianto
Pann. termico concentratore inseguitore			
Pann. Fotovoltaico			

Dove ricavare e ottimizzare energie alternative a carbone e petrolio

	AZIONI	ASPETTI POSITIVI	ASPETTI NEGATIVI	NOTE
1)	Abbattimento foreste	Aumento superficie agraria per ricavare alimenti	Restituisce CO ₂ all'atmosfera Non rinnovabile	Inquinanti assorbiti dall'aria (piogge acide) e dal terreno
2)	Biomasse da colture agrarie Fermentazione biogas	Ampiamente distribuita sul pianeta	Riduzione superfici per produzione alimentare Consumo di acqua Inquinamento	Consumo medio attuale
	Cogenerazione nelle centrali termiche	Miglior utilizzo dell'energia per usi - industriale (HITeT) - da riscaldamento (BT)	M.P. gas naturale finchè	Non rinnovabile
	ENERGIE NATURALI			
	Terrestri vento geotermica	Rinnovabile Rinnovabile	Discontinua, rumorosa Bassa temperatura	Occorre pompa di calore
	Maree e gravità luna	Rinnovabile		
	SOLE S.T. irraggiamento	Rinnovabile	Discontinuità quotidiana	Utilizzo di strutture (edifici, strade, parcheggi) Soluzioni innovative
	SOLE S.V. fotovoltaico	Rinnovabile		
	Recupero e reimpiego Scarti industriali Compostaggio rifiuti organici ³	Riduzione costi M.P. Riduzione discariche Riduz. fabbisogni fertilizzanti		Indispensabile selezione alla fonte

³ Inoltre la cogenerazione con produzione di energia elettrica + teleriscaldamento a bassa temperatura per preriscaldamenti e teleriscaldamento domestico + riduzione delle dispersioni termiche (isolamenti) + compostaggio dei residui di fermentazioni possono ridurre i consumi. V. anche Quaderno n. 6.