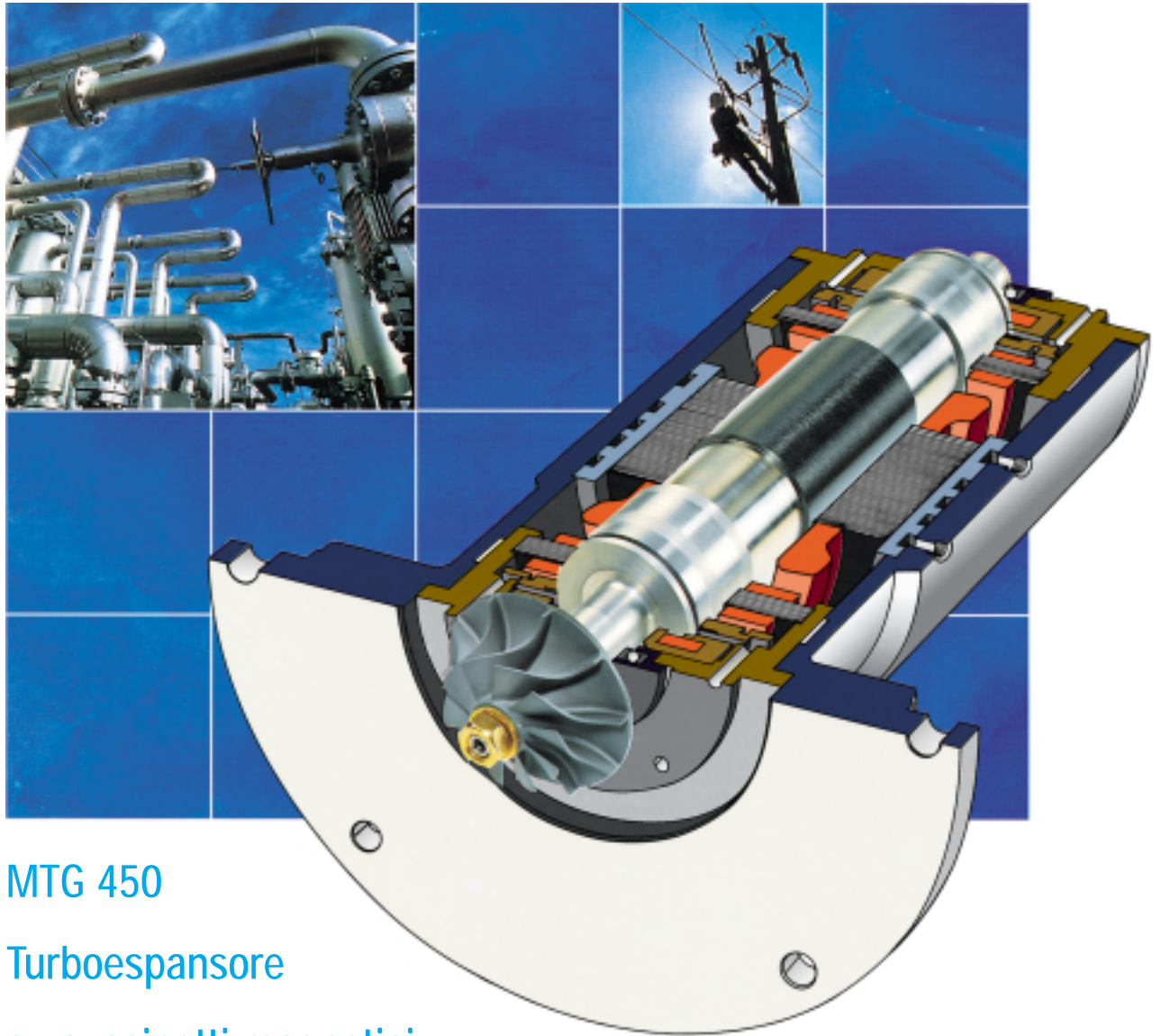


Il recupero di energia
dall'espansione del metano



MTG 450

Turboespansore
su cuscinetti magnetici

Energia: valore da gestire

La turboespansione si pone oggi come tecnologia all'avanguardia per la produzione di energia elettrica, consentendo recupero energetico e rispetto dell'ambiente.



2



Le crescenti difficoltà di approvvigionamento delle tradizionali fonti derivate dai prodotti petroliferi, unite all'aumento del fabbisogno, conferiscono alle problematiche energetiche un ruolo di primaria importanza. La gestione e l'uso razionale dell'energia sono basilari nell'economia moderna, ed è interesse comune trovare ed adottare modalità che consentano di realizzare i medesimi prodotti o servizi, utilizzando minori quantità di energia primaria, o ideando soluzioni tecnologiche volte a risparmiare energia.

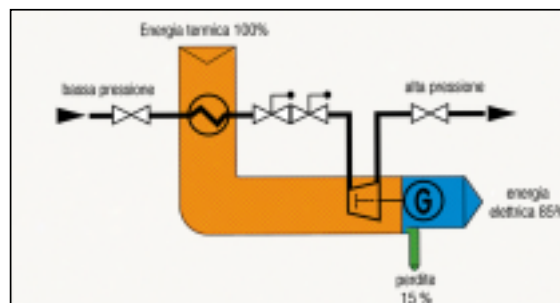
Risparmio energetico non significa necessariamente minor consumo di energia, ma anche minor spreco, cioè trasformazioni e recuperi tra le diverse forme di energia.

La prima misura da adottare può consistere nel limitare il consumo dell'energia primaria, ma non è sufficiente: bisogna conseguire un utilizzo più efficiente delle fonti energetiche disponibili nonché il recupero e la riconversione dell'energia originaria in altre forme utilizzabili.

La turboespansione, tecnologia innovativa che RACI per prima ha introdotto in Italia con l'impianto di Ravenna negli anni ottanta, recupera quell'energia che normalmente viene dissipata nei sistemi tradizionali: questa soluzione consente di recuperare, dal 100% di energia termica, l'85% di energia elettrica.

Le tecniche convenzionali di produzione di elettricità convertono solo il 35% dell'energia primaria.

Con la turboespansione si ha la riduzione dell'emissione di ossidi di carbonio e di azoto nell'atmosfera.



La turboespansione è un progetto volto al recupero energetico - di energia altrimenti persa - nel settore del trasporto e distribuzione del gas naturale, e si configura come ausilio di grandi potenzialità nella razionalizzazione dei consumi energetici, sia per enti pubblici che per aziende private, grazie alla sua flessibilità di impiego.

La turboespansione: razionale recupero di energia nel rispetto dell'ambiente

Il turboespansore è una macchina che recupera l'energia tradizionalmente dissipata nel settore del trasporto e della distribuzione di gas naturale, a seguito della laminazione necessaria per la fornitura alle utenze.

Nei metanodotti il gas viene trasportato a pressioni elevate (40-70 bar), ma nei luoghi di distribuzione deve essere decompresso (2-20 bar). Riduttori-regolatori di pressione compiono una laminazione del

gas fino alla pressione desiderata, mantenendola costante al variare della portata. In caso di elevati salti di pressione, per evitare l'effetto Joule-Thompson di un

eccessivo abbassamento della temperatura a valle, è inoltre necessario preriscaldare il gas. L'energia meccanica di pressione posseduta dal gas viene tutta dissipata in calore. Tale energia può invece essere ampiamente recuperata facendo espandere il gas in una turbina capace di generare potenza meccanica, nonostante sia necessario spendere maggiore energia termica per il preriscaldamento.

Mediante l'espansione si è in grado di recuperare, per ogni chilo di gas fluente,

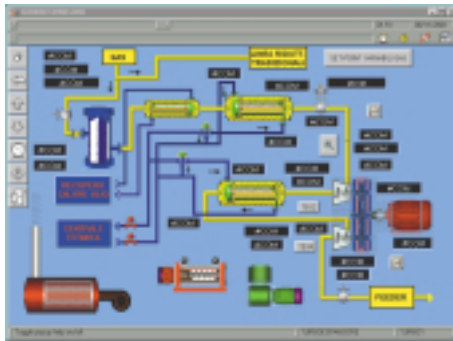
un'energia meccanica pari a un'identica quantità di energia termica, al netto del rendimento degli scambiatori.

Il rendimento della trasformazione è almeno raddoppiato rispetto alle tradizionali macchine termiche o centrali termoelettriche, grazie al recupero dell'energia spesa a monte, e altrimenti perduta.

Il bilancio energetico è positivo e l'impatto ambientale minimizzato, dato che non sono richiesti consumi di combustibile pregiato per la produzione di elevate temperature, come nelle centrali termoelettriche, necessitando solo di un riscaldamento a 80-90°,

facilmente ottenibile da residui energetici di basso pregio, o tramite caldaie, teleriscaldamento o cogenerazione.

Il turboespansore, posto in parallelo alle tradizionali cabine di riduzione del gas, di 1° e di 2° salto, non rende necessario alcun controllo aggiuntivo sulle linee tradizionali, essendo l'apertura e chiusura dei riduttori regolata dalle condizioni di pressione della rete stessa.

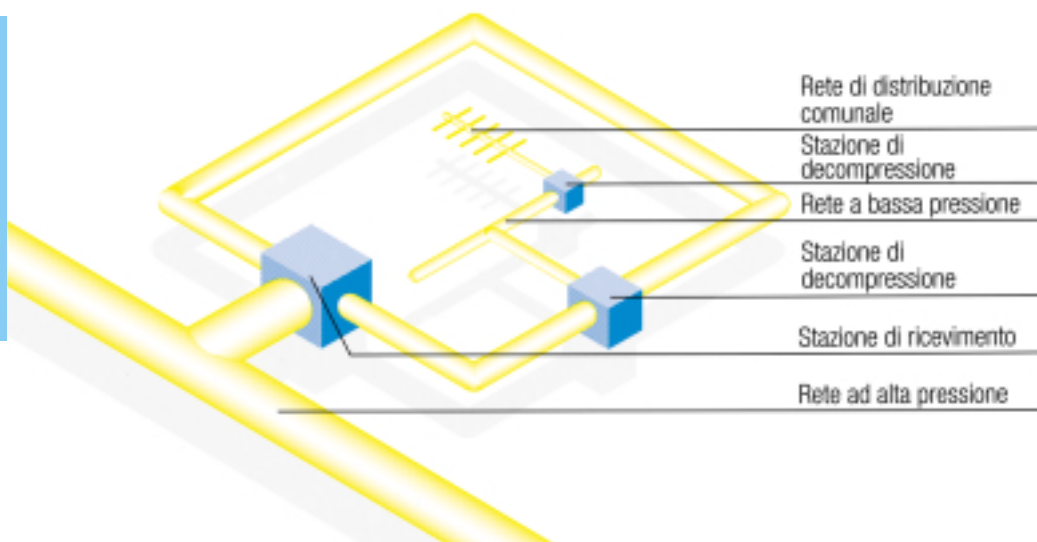


Nell'industria del gas, valvole di riduzione dissipative decomprimono il gas naturale per fornirlo alle reti di distribuzione:

l'energia del gas in pressione può essere utilmente recuperata mediante espansione in turbine accoppiate ad alternatori, ottenendo, in questo modo, elettricità.

Il turboespansore è la macchina motrice che consente il recupero dell'energia potenziale e cinetica posseduta dal gas naturale prima dell'espansione.

INDICE ENERGETICO DELL'IMPIANTO: di gran lunga superiore alla soglia per impianti assimilabili a fonte rinnovabile (> 0,8)

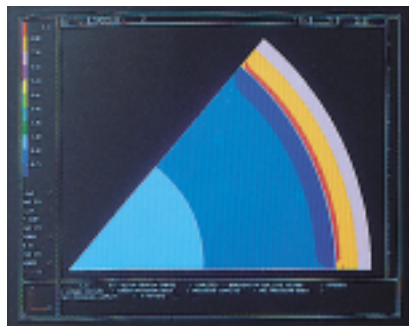


Turboespansore RACi: massima sicurezza, elevate prestazioni

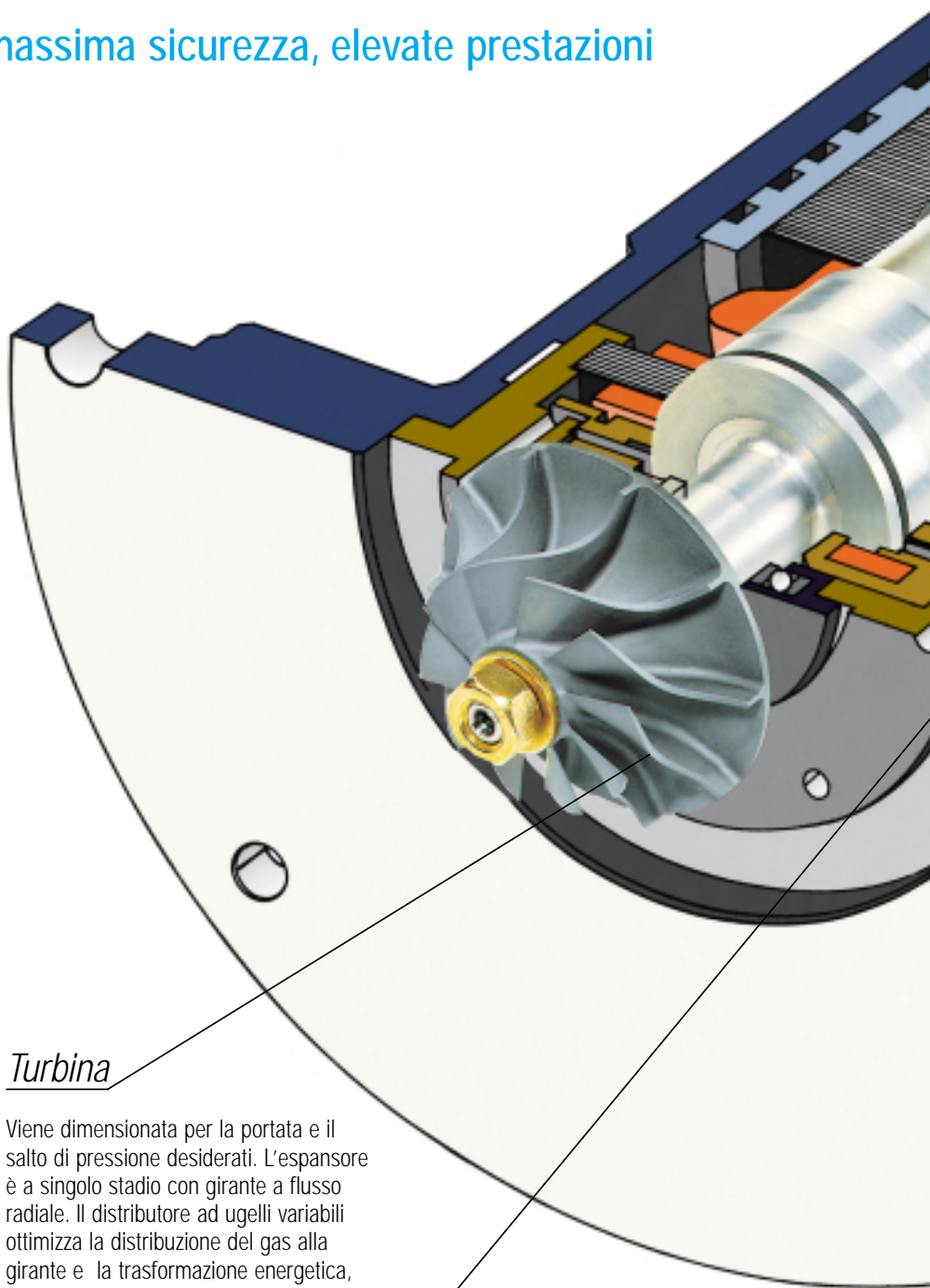
Il turboespansore a cuscinetti magnetici attivi è un unico corpo, costituito da una girante a sbalzo ed un generatore ad alta frequenza posto tra le strutture dei due cuscinetti magnetici, ciascuno composto da un sistema assiale/radiale. L'albero rotore è tenuto sospeso in lievitazione dai cuscinetti senza avere superfici di contatto.

Gli impianti di turboespansione per il recupero energetico sono generalmente costituiti da due moduli: quello di filtrazione e preriscaldamento, e quello di generazione dell'energia elettrica, costituente il turboespansore in senso stretto. Tale macchina è composta essenzialmente da una o più turbine che possono essere accoppiate ad un alternatore o tramite un riduttore di giri lubrificato ad olio, con cuscinetti di tipo meccanico, oppure direttamente sull'albero sostenuto per lievitazione da cuscinetti di tipo magnetico.

I turboespansori di nuova generazione appartengono a questa seconda tipologia. La peculiarità di avere cuscinetti magnetici anziché meccanici, consente l'eliminazione del sistema di lubrificazione ad olio e del riduttore di giri. Si presentano in unità molto semplici, in quanto i sistemi ausiliari e, di conseguenza, gli spazi occupati, sono ridotti. Sono, inoltre, molto silenziosi (75 dbA). Tale soluzione innovativa elimina le perdite meccaniche e consente una grande flessibilità nell'offerta di macchine anche di potenza fino a pochi kW, taglie non proponibili con il sistema tradizionale provvisto di riduttore di giri.



Calcolo di un segmento dell'albero effettuato col metodo degli elementi finiti.



Turbina

Viene dimensionata per la portata e il salto di pressione desiderati. L'espansore è a singolo stadio con girante a flusso radiale. Il distributore ad ugelli variabili ottimizza la distribuzione del gas alla girante e la trasformazione energetica, regolando la sezione d'ingresso.

Cuscinetti magnetici attivi

Ad ogni estremità dell'albero sono montati i cuscinetti magnetici, atti a controllare la posizione in senso radiale e assiale. I cuscinetti radiali hanno, nella parte statorica, un pacco lamellare provvisto di alloggiamenti per le bobine, le quali, percorse da correnti, creano il campo magnetico che provoca la sospensione dell'albero in aria

(lievitazione), mentre il pacco lamellare formante la parte rotorica è imbutito direttamente sull'albero. La parte rotorica dei cuscinetti assiali è composta da dischi ferromagnetici, la parte statorica è un toroide in acciaio integrato nei cuscinetti radiali. Il sistema è provvisto di sofisticati sensori di controllo elettronico atti a garantire l'equilibrio dell'albero.

Turboespansore MTG 450

L'energia meccanica viene trasformata direttamente in energia elettrica a frequenza variabile e successivamente riconvertita da un gruppo elettronico alla tensione e frequenza richieste dalla rete.

Generatore

È costruito in esecuzione a prova di esplosione, con assoluta tenuta, totalmente esente da perdite di gas. Il rotore è un magnete elettricamente passivo eccitato da magneti permanenti ad alta energia che, a causa delle elevate forze centrifughe raggiunte (velocità periferiche fino a 260 m/s), sono impaccati sull'albero all'interno di una cartuccia in fibra di carbonio, vulcanizzata all'estremità.

Lo statore è costruito con lamierini magnetici a basse perdite. Le perdite termiche vengono recuperate con uno scambiatore di calore e utilizzate per il preriscaldamento, aumentando, così, il rendimento totale dell'impianto.

Convertitore di frequenza

Il generatore elettrico produce una corrente di tensione e frequenza proporzionali alla velocità di rotazione. Tale corrente deve essere convertita a valori di tensione e frequenza fissati, tramite un raddrizzatore e un invertitore. La tensione prodotta dal generatore viene raddrizzata in un apposito alloggiamento situato sul generatore stesso. L'invertitore, posizionato in un quadro in sala controllo, è costruito secondo la moderna tecnologia IGBT.

Quadri di controllo

I quadri contenenti la strumentazione di automazione a processore elettronico e il personal computer di supervisione sono situati in sala controllo. Un apposito sistema di continuità elettrica garantisce che ai supporti magnetici e al processore non manchi mai l'alimentazione. Il sistema integrato garantisce il funzionamento in condizioni di massima sicurezza.

I vantaggi in sintesi

- Rendimento elevato
- Ampio campo di funzionamento
- Assenza di olio
- Preriscaldamento a bassa temperatura
- Assenza di pulsazioni
- Nessuna perdita di gas
- Vibrazioni ridotte
- Silenziosità
- Totale automazione
- Possibilità di telecomando
- Assenza di usura
- Bassa manutenzione
- Costruzione compatta
- Facile installazione

Turboespansori : flessibilità di impiego

La gamma di impianti di turboespansione resa disponibile sul mercato da RACI copre un ampio intervallo di portate, e di relative potenze producibili, si da garantire l'adozione della macchina più indicata a seconda delle differenti dimensioni della realtà in cui va collocata.

MTG 450 rappresenta un modulo standard, della potenza nominale di 450 kW, generalmente adatto a reti di distribuzione del metano di media dimensione. Il turboespansore MTG 450 è un sistema compatto di produzione di energia, che può venire inserito senza alcun problema come bypass in una stazione di decompressione del metano.

I parametri da valutare per la scelta del sistema di turboespansione più indicato sono il rapporto di espansione (cioè il rapporto tra la pressione del gas in entrata e in uscita) e la portata. Per grandi portate vengono impiegati turboespansori in parallelo; per elevati salti di pressione vengono utilizzati turboespansori in serie.

Oltre i 1000 kW è consigliabile adottare turboespansori bistadio con riduttore di giri lubrificato ad olio; il rapporto di espansione è tra 3 e 8, la portata è maggiore di 20.000 stm^3/h .

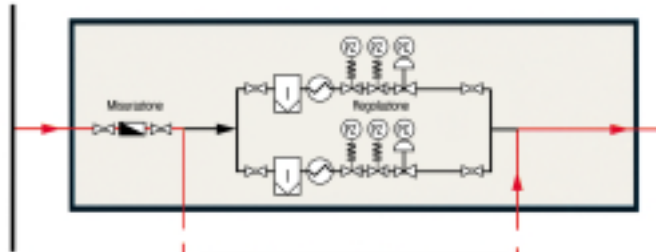


Figura 1
Impianto di decompressione convenzionale

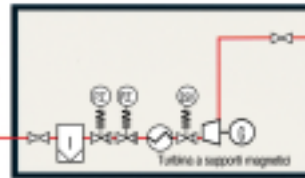


Figura 2
Turboespansore monostadio
Rapporto di espansione ≤ 5 ,
portata $\leq 25.000 \text{ stm}^3/\text{h}$

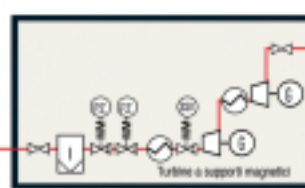


Figura 3.
Turboespansori in serie
Rapporto di espansione tra 5 e 10,
portata $\leq 25.000 \text{ stm}^3/\text{h}$

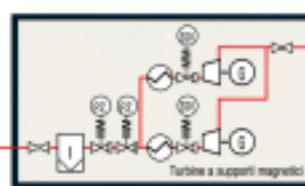


Figura 4
Turboespansori in parallelo
Rapporto di espansione ≤ 5 ,
portata $\leq 50.000 \text{ stm}^3/\text{h}$

Le nuove frontiere della turboespansione: MTG 50 MTG 160

Parallelamente agli avanzamenti sugli impianti a cuscinetti meccanici, ed a quelli magnetici di taglia media, nuove macchine si stanno affacciando sul mercato, al fine di offrire impianti chiavi in mano, già pronti al funzionamento. E' il caso della versione modulare di piccola potenza della macchina che viene fornita in unità, incorporate in contenitori a prova di intemperie ed eventualmente isolate acusticamente, già predisposte all'uso. È soltanto richiesto l'allacciamento alle reti elettrica e del metano. Ulteriori container possono accogliere stazioni di cogenerazione.



MTG 450 SCHEDA TECNICA

TURBINA

Pressione di ingresso	max 70 bar
Portata massima	25.000 stm ³ /h
Portata minima	3.000 stm ³ /h
Rapporto di pressione in/out:	
singolo stadio	tra 2 e 5
doppio stadio	tra 4 e 10

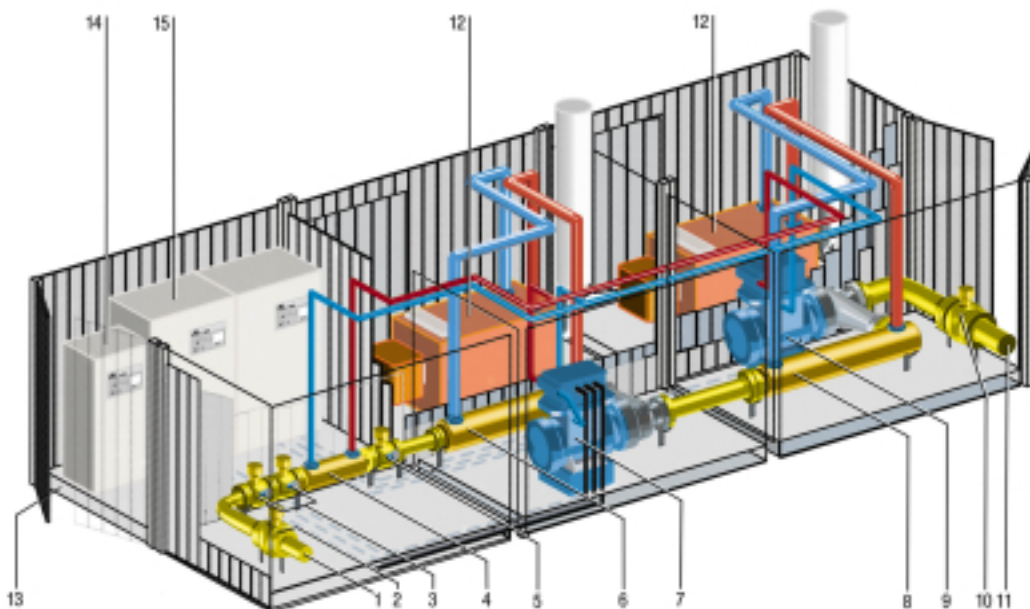
GENERATORE

Rotore a quattro poli magneticamente supportato	
Generatore sincrono permanentemente eccitato con raddrizzatore a ponte	
Potenza nominale	450 kW
Velocità nominale	32.000 rpm
Tensione nominale	tra 360 e 650 V CC
Efficienza	> 96%
Raffreddamento	acqua, gas di processo
Massima pressione di esercizio	PN 70
Dimensioni	1800X800X1.500
Peso	2.700 Kg

CONVERTITORE

Invertitore in tecnica IGBT	
Tensione nominale	3 x 400 V CA
Potenza nominale	550 kVA
Frequenza	50 Hz
Cosφ	1
Efficienza	circa 96%
Grado di protezione	IP20
Dimensioni	2.600 x 800 x 2.100
Peso	2.500 Kg

Esempio di installazione di due macchine MTG 450 in serie.



1. ingresso metano
2. valvola
3. valvole di chiusura di sicurezza
4. scambiatore
5. valvola a chiusura rapida
6. scambiatore di calore
7. MTG 450, 1° salto di pressione
8. scambiatore di calore
9. MTG 450, 2° salto pressione
10. valvola
11. uscita metano
12. caldaia di riscaldamento
13. rete elettrica 400 V, 50 Hz
14. apparecchiature di misura e controllo
15. elettronica di potenza e controllo

LEADER IN ITALIA NELLA TURBOESPANSIONE

*Sistemi di recupero energetico mediante espansione di gas naturale
con produzione di energia elettrica e potenza installata da 50 kW a 5.000 kW:
turboespansori sia a cuscinetti magnetici sia a riduttore di giri meccanico lubrificato ad olio*

RAVENNA

Portata da 6.000 a 29.000 st³/h

Pressione da 42 a 6 bar(a)

Potenza max 900 kW



FERRARA

Portata da 6.000 a 32.000 st³/h

Pressione da 40 a 6 bar(a)

Potenza max 1.000 kW



TRIESTE

Portata da 6.500 a 38.000 st³/h

Pressione da 50 a 6 bar(a)

Potenza max 1.600 kW



STUDI DI FATTIBILITA'
CONSULENZA ALLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA
FORNITURA
INSTALLAZIONE
MANUTENZIONE IN SERVICE

BOLOGNA

Portata da 7.500 a 45.000 st³/h

Pressione da 25 a 6 bar(a)

Potenza max 1.700 kW



PRATO

Portata da 6.500 a 35.000 st³/h

Pressione da 25 a 5 bar(a)

Potenza max 1.300 kW



FORLI'

Portata da 5.500 a 32.000 st³/h

Pressione da 55 a 6 bar(a)

Potenza max 1.500 kW



raci
raci
raci

s.r.l. via adriano 101
20128 milano - italia
tel. +39 02-26235.1
fax +39 02-26235215
<http://www.raci.it/>
e-mail info@raci.it

