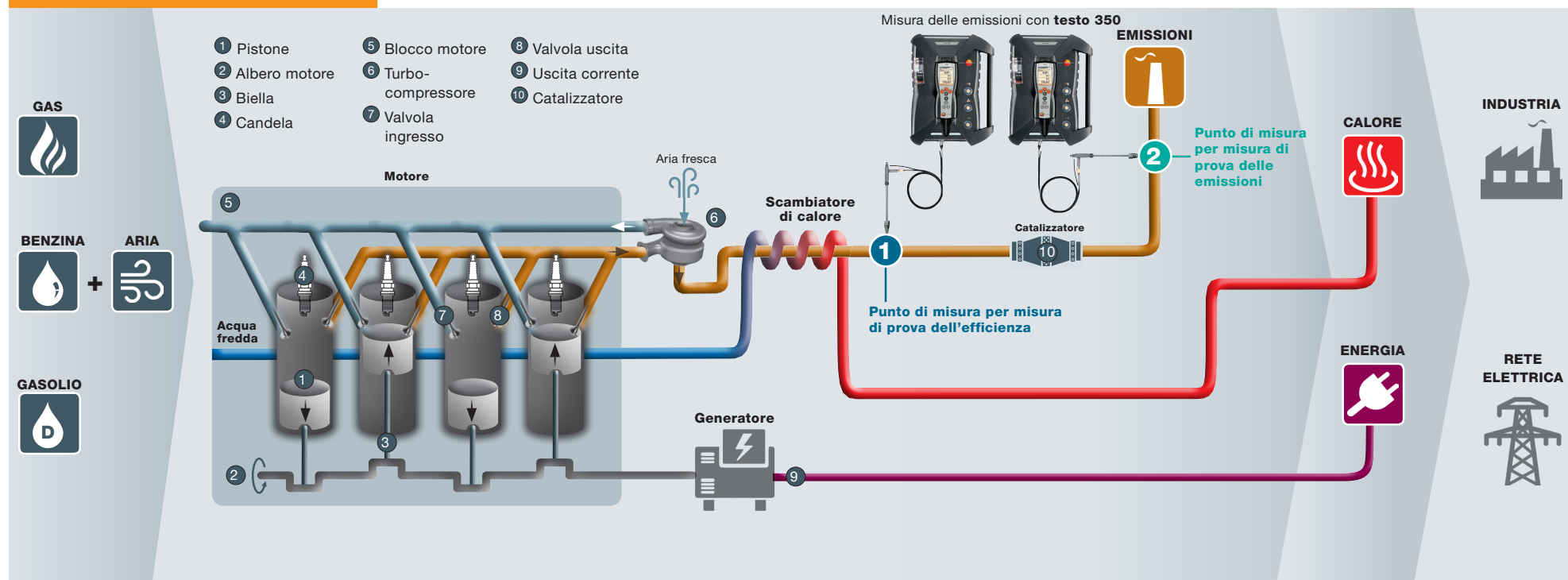


Application note e funzione CHP



- I. La miscela carburante/aria è **aspirata** tramite la valvola di ingresso.
- II. La miscela è **compressa** e riscaldata.
- III. **Accensione** della miscela carburante/aria (tramite candela nei motori a miscela ricca, tramite autoaccensione nei motori diesel).

VI. Il **turbocompressore**, azionato dal gas di scarico, comprime l'aria di combustione che è alimentata nel motore. In tal modo, la potenza del motore è aumentata, mentre il consumo di carburante è ridotto e i livelli di emissione sono migliorati.

VII. Lo **scambiatore di calore** utilizza il calore nel gas esausto per far funzionare l'impianto di riscaldamento o viene usato come **calore di processo** nell'industria.

Pagina 1/4

Descrizione dell'applicazione **impianto di cogenerazione – CHP***

Misura

Punto di misura **1** misura di prova dell'efficienza

Punto di misura prima del catalizzatore (dopo il turbocompressore)

Perchè si prendono le misure?

- Controllo e ispezione dell'efficienza del motore
- Rilevamento/analisi degli errori nelle condizioni operative, incluso sistema di controllo del motore
- Regolazione ottimale del motore per risparmiare carburante
—> migliore efficienza
- Regolazione corretta delle relazioni tra tempo di accensione, eccesso d'aria ecc. del motore

Proprietà tipiche dei gas di scarico:

- **Temperatura:** circa +650 °C
- **Sovrapressione:** fino a circa 100 mbar (in base al turbocompressore e al catalizzatore)

Valori di misura tipici con testo 350**:

Parametro di misura	Gas naturale	Gas di discarica	Benzina
O ₂	8%	5 ... 6%	8 ... 10%
NO	100 ... 300 ppm	100 ... 500 ppm	800 ... 1000 ppm
NO ₂	30 ... 60 ppm	90 ... 110 ppm	10 ... 20 ppm
CO	20 ... 40 ppm	350 ... 450 ppm	450 ... 550 ppm
CO ₂	10%	13%	7... 8%
SO ₂		30 ppm	30... 50 ppm

** motore a miscela povera

Informazioni pratiche:

L'eccesso d'aria, la pressione del carburante, i tempi del motore o la temperatura o umidità ambiente possono influire fortemente sulle emissioni. Considerare tutto quando si accendono o regolano i motori.

Punto di misura **2** misura di prova delle emissioni

Punto di misura dopo il catalizzatore (alla fine del tubo di scarico)

Perchè si prendono le misure?

- Verifica dell'efficienza del catalizzatore
- Controllo dei limiti delle emissioni
(in base agli standard nazionali sulle emissioni, es. TI Air ("TA-Luft"))

Proprietà tipiche dei gas di scarico:

- **Temperatura:** circa +250 °C
- **Sovrapressione:** nessuna sovrappressione elevata nei gas di scarico
- **Valore NO_x:** circa 480 mg/m³ (linea guida, in quanto leggermente inferiore al valore limite di 500 mg/m³)

Valori di misura medi con testo 350:

Parametro di misura	Tipo di motore	Valori medi
CO	Gas naturale	650 mg/m ³
NO + NO ₂	Accensione a compressione (Diesel) < 3 MW	4000 mg/m ³
NO + NO ₂	Accensione a compressione (Diesel) > 3 MW	2000 mg/m ³
NO + NO ₂	Altri 4 tempi (motori a gas)	500 mg/m ³
NO + NO ₂	Altri 2 tempi (motori a gas)	800 mg/m ³
O ₂	Valore di riferimento	5 vol. %
SO ₂	IAW DIN 51603 standard	

Apertura di misura

- Connettore corto saldato con filetto esterno
- Foro con filetto interno, integrato direttamente nel tubo di scarico
- Varie soluzioni di flangia



Informazioni:

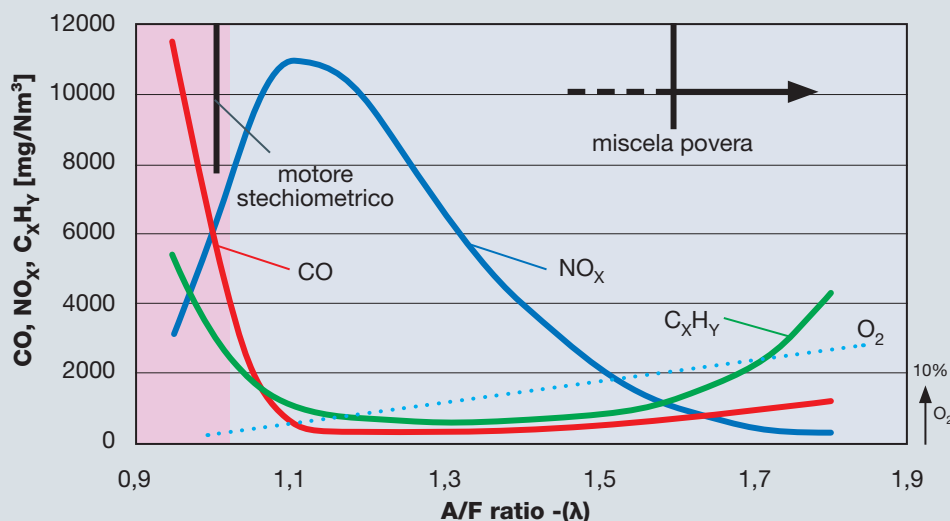
Spesso queste locazioni di misura possono essere raggiunte solo usando una scala, piattaforma o simile.

* Vale in generale per tutte le applicazioni motore

Descrizione dell'applicazione impianto di cogenerazione – CHP*

Background teorico 1

Sviluppo delle emissioni sulla base dei valori λ



In generale:

La curva nel grafico di combustione si sposta a seconda della relazione tra aria e quota di carburante

NO_x:

NO_x = NO + NO₂ → misura NO_x separatamente

- I valori di NO₂ possono oscillare ampiamente
- Composto da carburante NO_x e NO_x termico
- Max. valore NO_x = massima efficienza meccanica

C_xH_y:

C_xH_y + O₂ → CO₂ + H₂O (equazione di combustione)

* Vale in generale per tutte le applicazioni motore

Motori a miscela ricca ($\lambda \leq 1$)

Caratteristiche:

- Motori con mancanza d'aria (Lambda = 1): il carburante non è usato in modo efficiente
- Applicazioni tipiche: stazioni di compressione, es. trasporto del gas (comparabile ai motori a benzina nelle auto)
- Range di lavoro tipico: $\lambda \sim 0,85 \dots 0,95$

Vantaggi e svantaggi dei motori a miscela ricca:

- + Alta densità di prestazione
- + Costo iniziale inferiore ai motori a miscela povera
- + Funzionamento sicuro
- Consumi elevati
- Emissioni elevate (se non controllate)
- Non adatti all'uso con bio-gas

NO_x (ossidi di azoto):

NO_x ≤ NO_x max.: bassa quota NO_x dovuta a combustione incompleta o assente del carburante (HC) → nessuno sviluppo di temperatura massima (quindi

meno NO_x termico generato)

C_xH_y o HC (idrocarburo, es. metano):

A causa della mancanza di ossigeno, non tutto il carburante (HC) viene bruciato → valore C_xH_y elevato

CO (monossido di carbonio):

La mancanza di ossigeno nel processo di combustione fa sì che non tutte le molecole CO siano convertite in CO₂. Si ha quindi una combustione incompleta o assente del carburante. → determina consumi elevati (slittamento HC)

Motori a miscela povera ($\lambda > 1$)

Caratteristiche:

- Motori con eccesso d'aria (motori a miscela povera) → il carburante è usato in modo efficiente
- Applicazioni tipiche: alimentazione di corrente di ospedali, edifici governativi, locali server, impianti di depurazione, miniere
- Range di lavoro tipico: $\lambda \sim 1,05 \dots 1,3$

Vantaggi e svantaggi dei motori a miscela povera:

- + Adatti all'uso con bio-gas
- + Alta efficienza del carburante
- + Basse emissioni
- Bassa efficacia

NO_x (ossidi di azoto):

NO_x > NO_x max.: un livello elevato di O₂ porta a un abbassamento della temperatura della camera di combustione e quindi a una bassa percentuale NO_x (livelli inferiori di NO_x termico)

C_xH_y or HC (idrocarburo, es. metano):

Se i livelli di ossigeno in eccesso sono troppo alti, la temperatura di combustione si abbassa e la temperatura della fiamma non è più sufficiente a bruciare tutto il carburante (HC) → valore C_xH_y aumentato

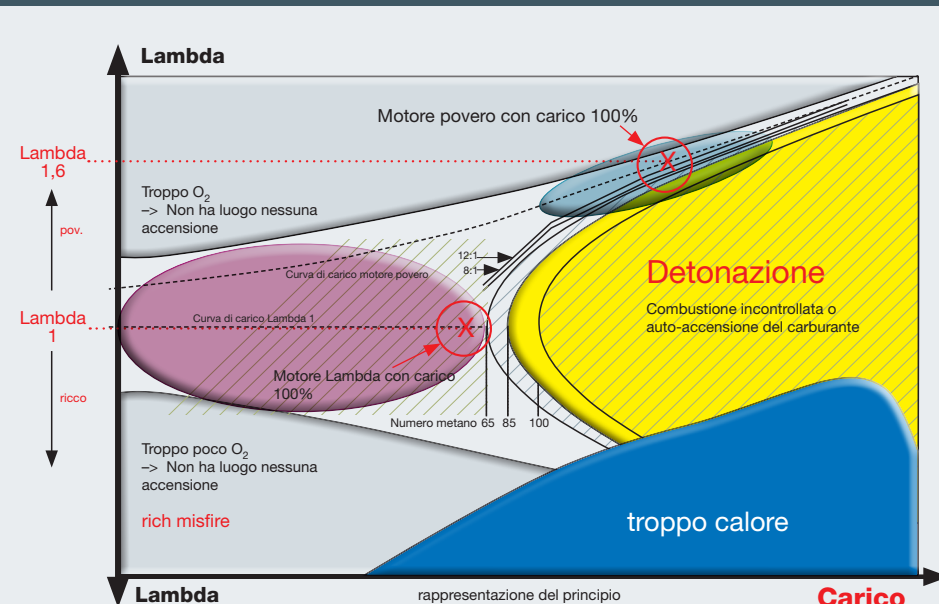
CO (monossido di carbonio):

L'eccesso di ossigeno nel processo di combustione fa sì che le molecole di CO possano combinarsi con O₂ in CO₂ → resta dell'ossigeno residuo

Descrizione dell'applicazione impianto di cogenerazione- CHP*

Background teorico 2

Configurare correttamente il motore per prevenire le "vibrazioni" e la "mancata accensione" del motore.



Motori a miscela ricca

Funzionamento sicuro del motore

- Grande corridoio di regolazione del motore

"Mancata accensione miscela povera" o "mancata accensione miscela ricca"

- Nei motori a miscela ricca, questo è insolito

Motori a miscela povera

Funzionamento efficiente

- Necessaria una regolazione esatta del motore con lo strumento di misura (testo 350)
- Piccolo corridoio di regolazione del motore

Se il motore è regolato male:

- "Mancata accensione miscela povera" o "vibrazioni"

* Vale in generale per tutte le applicazioni motore

Opzioni di regolazione per motori a miscela ricca

Configurazione scorretta della miscela carburante/aria:

In base al punto di carico e alle specifiche fornite dal costruttore o alle norme sulle emissioni

Valori HC e/o NO_x elevati dopo TWC (catalizzatore a 3 vie):

-> Misura prima/dopo TWC, cfr. valori NO_x elevati prima di TWC

Livelli NO_x elevati prima di TWC:

-> Temperature elevate nella camera di combustione: impostare l'accensione in direzione "prima" e controllare la sonda Lambda

Valori NO_x o HC elevati prima di TWC:

-> Errore del cilindro causato da mancata accensione: composizione del gas infiammabile, temperatura e umidità ambiente, temperatura e pressione del gas infiammabile, temperatura dell'aria in entrata dopo il turbocompressore ecc.

Opzioni di regolazione per motori a miscela povera

Livelli NO_x elevati dopo la Selective Catalytic Reduction (SCR):

-> Misura prima/dopo SCR, cfr. valori NO_x elevati prima di SCR

Livelli NO_x elevati prima di SCR:

-> Punto di acc. troppo presto
Spostare il punto di acc. verso tardi

Metano troppo basso (spesso fluttuazioni con biogas):

-> Bassa temp. di accensione
-> Accensione prematura

Opzioni di regolazione per vibrazioni:

-> Combustione incandescente (residui di benzina e combustione) sulle pareti del bruciatore
-> Accensione prematura
-> I nuovi motori hanno sensori di vibrazione
-> L'urto di sassi, le catene rumorose ecc. possono causare segnali di errore del sensore di vibrazione (=acustici)

ATTENZIONE:

Il "punto di accensione troppo presto" causa vibrazioni, il "punto di accensione troppo tardi" causa errori di accensione -> regolazione precisa solo con strumento di misura. I "valori orientativi" possono influire su altri parametri (es. lubrificanti, temperature), con una conseguente maggiore usura.

Perché un catalizzatore?

Generale

Principio:

I catalizzatori aumentano la velocità di una reazione chimica riducendo l'energia di attivazione.



Motore a miscela ricca

Catalizzatore a 3 vie (TWC = Three-way catalyst):

- Catalizzatore controllato: è controllato da una sonda λ (sensore che analizza il rapporto aria/carburante nel gas combusto di un processo di combustione)
- Riduce gli inquinanti fino al 90%: CO e NO_x e HC
- Range di lavoro ottimale: $\lambda \sim 0,98 \dots 0,998$

Motore a miscela povera

Catalizzatore a ossidazione:

Riduce le emissioni di CO e HC, ma non le emissioni di NO_x.

SCR (Selective Catalytic Reduction) = DeNO_x:

Riduzione NO_x nei gas di scarico