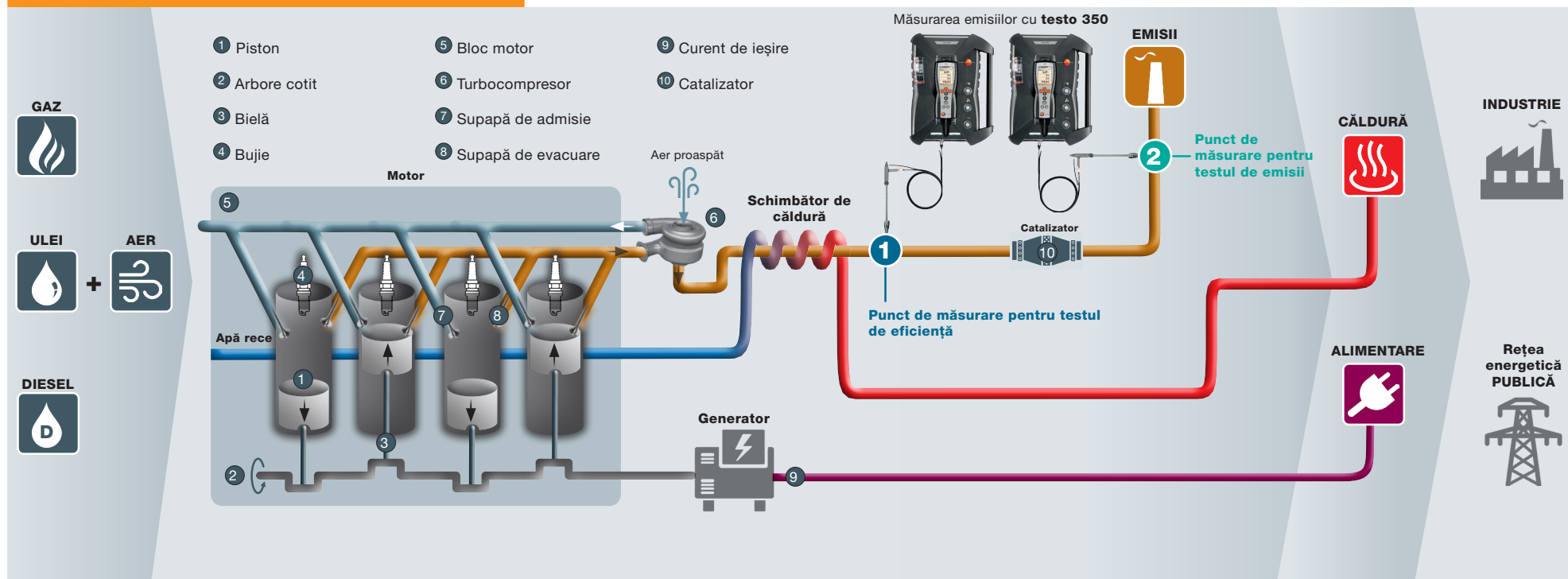


Descriere aplicație centrală de cogenerare energie termică și electrică - CHP*

Schema și principiul de funcționare a CHP



Proces de combustie tipic într-un motor CHP

- I. Amestecul de combustibil/aer este **absorbit** prin supapa de admisie.
- II. Amestecul este **comprimat** și încălzit.
- III. **Aprinderea** amestecului combustibil-aer (cu ajutorul unei bujii în motoarele cu amestec bogat, prin auto-aprindere în motoarele diesel).

- IV. Aceasta cauzează o **mișcare de rotație** a arborelui cotit. Generatorul convertește mișcarea de rotație în electricitate.
- V. Gazele de evacuare arse sunt **ejectate** prin supapa de evacuare deschisă.

- VI. **Turbocompresorul**, acționat prin gazele de evacuare, comprimă aerul de combustie alimentat în motor. Drept urmare, puterea motorului crește în timp ce consumul de combustibil scade și nivelurile emisiilor se ameliorează.

- VII. **Schimbătorul de căldură** utilizează căldura stocată în gazele de evacuare pentru a opera sistemul de încălzire sau drept **căldură de proces**.

* General valabil pentru toate aplicațiile cu motoare

Descriere aplicație centrală de cogenerare energie termică și electrică - CHP*

Măsurare

Punct de măsurare 1 test de eficiență

Punct de măsurare înainte de catalizator (după turbocompresor)

De ce se efectuează măsurătorii?

- Verificarea și inspectarea eficienței motorului
- Detectarea/analizarea erorilor în operarea motorului, inclusiv în sistemul de comandă al motorului
- Reglarea optimă a motorului pentru a economisi combustibil → eficiență sporită
- Reglarea corectă a relațiilor dintre sincronizarea aprinderii, excesul de aer, etc.

Proprietățile tipice ale gazelor de evacuare:

- **Temperatura:** aprox. +650 °C
- **Suprapresiunea:** până la aprox. 100 mbar (în funcție de turbocompresor și de catalizator)

Valori tipice cu testo 350**:

Parametru măsurat	Gaze naturale	Gaz de fermentare a deșeurilor	Ulei
O ₂	8 %	de la 5 la 6%	de la 8 la 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 %	de la 7 la 8%
SO ₂ motor cu amestec slab		30 ppm	de la 30 la 50 ppm

Informații practice: Aerul excesiv, presiunea combustibilului, sincronizarea motorului, temperatura ambientală sau umiditatea pot avea un impact semnificativ asupra emisiilor. Toate acestea trebuie luate în considerare pentru reglarea motoarelor.



Punct de măsurare 2 test emisii

Punct de măsurare după de catalizator (la capătul țevii de evacuare)

De ce se efectuează măsurătorii?

- Testarea eficienței catalizatorului
- Verificarea limitelor emisiilor (în funcție de standardele naționale privind emisiile, ex. TI Aer („TA-Luft“))

Proprietățile tipice ale gazelor de evacuare:

- **Temperatura:** aprox. +250 °C
- **Suprapresiunea:** fără suprapresiune ridicată în gazele de ardere
- Valoarea **NO_x**: aprox. 480 mg/m³ (orientativ, deoarece este puțin sub valoarea limită de 500 mg/m³)

Valori tipice cu testo 350:

Parametru măsurat	Tip de motor	Valori limită
CO	Gaze naturale	650 mg/m ³
NO + NO ₂	Aprindere prin comprimare (Diesel) < 3 MW	4000 mg/m ³
NO + NO ₂	Aprindere prin comprimare (Diesel) > 3 MW	2000 mg/m ³
NO + NO ₂	Alte motoare în patru timpi (motoare cu gaz)	500 mg/m ³
NO + NO ₂	Alte motoare în doi timpi (motoare cu gaz)	800 mg/m ³
O ₂	Valoare de referință	5 vol.%
SO ₂	Standard IAW DIN 51603	

Orificiu de măsurare

- Racord sudat, scurt cu filet exterior
- Orificiu cu filet interior, direct integrat în țeava de evacuare
- Diferite soluții cu flanșă



Notă:

Aceste puncte de măsurare pot fi accesate, de multe ori, doar cu ajutorul unei scări, platforme sau altor echipamente similare.

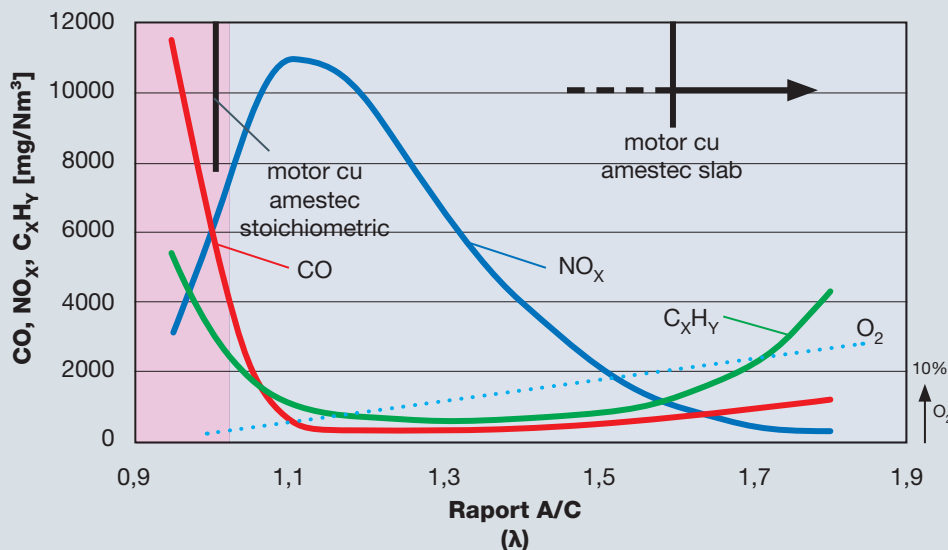


* General valabil pentru toate aplicațiile cu motoare

Descriere aplicație centrală de cogenerare energie termică și electrică - CHP*

Baza teoretică 1

Evoluția emisiilor pe baza valorilor λ



În general:

curba de pe graficul de combustie se deplasează, în funcție de raportul dintre aer și combustibil

NO_x:

NO_x = NO + NO₂ -> se măsoară NO_x separat
- componentele NO₂ pot fluctua puternic
- alcătuit din NO_x combustibil și NO_x termic
- valoarea NO_x maximă = eficiență mecanică maximă

C_xH_y:

C_xH_y + O₂ -> CO₂ + H₂O (ecuația combustiei)

Motoare cu amestec bogat ($\lambda \leq 1$)

Caracteristici:

- motoare cu deficit de aer (Lambda = 1): Combustibilul nu este așadar folosit eficient
- Aplicații tipice: Stații de compresoare, de ex. în transportul gazelor (comparabil cu motorul pe benzină al vehiculelor)
- Domeniu de lucru tipic: $\lambda \sim 0,85$ la 0,95

Avantajele și dezavantajele motorului cu amestec bogat:

- + densitate de înaltă performanță
- + cost inițial mai mic decât cel al motoarelor cu amestec slab
- + operare sigură
- consum mare de combustibil
- nivel ridicat de emisii (dacă nu este controlat)
- inadecvat pentru utilizarea cu bio-gaz

NO_x (oxizi de azot): NO_x ≤ NO_x max.: componentă NO_x joasă din cauza combustibilului ars incomplet sau nears (HC) -> fără dezvoltarea de temperaturi

max. (așadar, se generează mai puțin NO_x termic)

C_xH_y sau HC (hidrocarbură, ex. metan): din cauza lipsei de oxigen, nu arde tot combustibilul (HC) -> valoarea C_xH_y mare

CO (monoxid de carbon): ca urmare a deficitului de oxigen din procesul de combustie nu toate moleculele de CO sunt convertite în CO₂. Prin urmare, combustibilul iese din motor incomplet ars sau nears -> consum mare de combustibil (scăpare HC)

Motoare cu amestec slab ($\lambda > 1$)

Caracteristici:

- motoare cu exces de aer (motoare cu amestec slab) -> combustibilul este folosit eficient
- Aplicații tipice: alimentarea cu energie electrică a spitalelor, clădirilor guvernamentale, clădirilor pentru servere, stațiilor de epurare, minerit
- Domeniu de lucru tipic: $\lambda \sim 1,05$ la 1,3

Avantajele și dezavantajele motorului cu amestec slab:

- + adecvat pentru utilizarea cu bio-gaz
- + eficiență mare a combustibilului
- + emisii reduse
- efectivitate redusă

NO_x (oxizi de azot): NO_x > NO_x max.: un nivel ridicat de O₂ duce la o reducere a temperaturii din camera de combustie, prin urmare la un procent mic de NO_x (niveluri mai reduse ale NO_x termic)

C_xH_y sau HC (hidrocarbură, ex. metan): dacă nivelurile de oxigen în exces sunt prea mari, temperatura de combustie scade astfel încât temperatura flăcării nu mai este suficientă pentru a arde tot combustibilul (HC) -> valoare C_xH_y ridicată

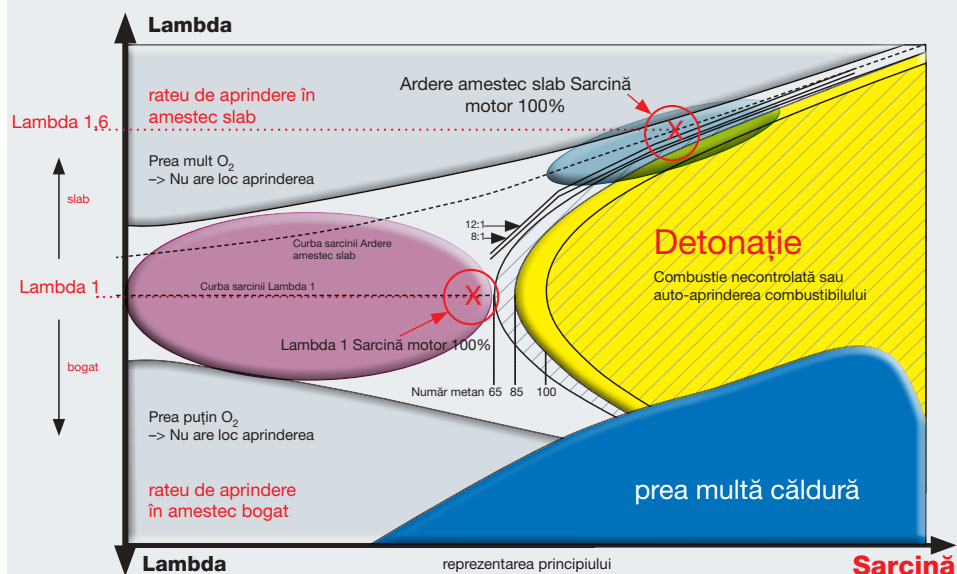
CO (monoxid de carbon): excesul de oxigen din procesul de combustie permite combinarea moleculelor de CO cu O₂ obținând CO₂ -> oxigen rezidual

* General valabil pentru toate aplicațiile cu motoare

Descriere aplicație centrală de cogenerare energie termică și electrică - CHP*

Baza teoretică 2

Configurarea corectă a motorului pentru a preveni „detonația” și „rateurile de aprindere” ale motorului.



Opțiuni de setare pentru motoare cu amestec bogat

Configurarea incorectă a amestecului de aer/combustibil:

în funcție de punctul de sarcină și de specificațiile furnizate de producătorul motorului sau de reglementările naționale privind emisiile

Valori mari ale HC și/sau NO_x după TWC (catalizatorul cu 3 căi): -> Măsurare înainte/după TWC, a se vedea valorile mari ale

NO_x înainte de TWC

Niveluri mari ale NO_x înainte de TWC: -> temperaturi ridicate în camera de combustie: setați aprinderea în direcția „anterioară” și verificați sonda Lambda

Valori mari ale NO_x și HC înainte de TWC: -> eroare cilindru cauzată de rateu de aprindere: compoziție gazoasă inflamabilă, temperatură și umiditate ambientală, temperatura și presiunea gazului inflamabil, temperatura aerului de admisie după turbocompresor etc.

Opțiuni de setare pentru motoare cu amestec slab

Niveluri mari de NO_x înainte de reducția catalitică selectivă (SCR): -> măsurare înainte/după SCR, a se vedea valorile mari ale NO_x înainte de SCR

Niveluri mari de NO_x înainte de SCR: -> punct de aprindere prea devreme -> amânați punctul de aprindere

Număr metan (fluctuație frecventă cu bio-gaz): -> temperatură de aprindere joasă ->

aprindere prematură

Opțiuni de setare pentru detonație: -> arsură incandescentă (reziduuri de combustie și ulei) pe pereții arzătorului

-> aprindere prematură
-> motoarele noi au senzori de detonație

-> impactul cu pietre, lanțurile zgomotoase, etc. pot cauza semnale de eroare de la senzorul de detonație (=acustic)

ATENȚIE:

„Punctul de aprindere prea devreme” cauzează detonație, „punctul de aprindere prea târziu” cauzează rateuri de aprindere -> reglarea precisă este posibilă doar cu instrumente de măsurare. „Valorile orientative” pot afecta și alți parametri (ex. lubrificații, temperaturi, etc.) care pot cauza o uzură mărită.

Motor cu amestec bogat

Operarea în siguranță a motorului

- Coridor mare de reglare a motorului
- „Rateu amestec slab” sau „rateu amestec bogat”
- În motoarele cu amestec bogat, acest fenomen este neobișnuit

Motor cu amestec slab

Operare eficientă

- Necesită reglarea cu exactitate a motorului folosind instrumentul de măsurare (testo 350)
 - Coridor mic de reglare a motorului
- Dacă motorul este incorect reglat:**
- „Rateu de aprindere în amestec slab ” sau „risc de detonație”

De ce un catalizator?

Aspecte generale

Principiu:



Catalizatoarele cresc viteza unei reacții chimice reducând energia de activare. Catalizatoarele sunt folosite singure.

Motor cu amestec bogat

Catalizator cu 3 căi (TWC):

- catalizator controlat: controlat de o sondă λ (senzor care analizează raportul aer/combustibil din gazele de evacuare ale unui proces de combustie)
- reduce poluanții cu până la 90%: CO și NO_x și HC
- domeniu de lucru optim: $\lambda \sim 0,98$ la 0,998

Motor cu amestec slab

Catalizator de oxidare:

reducere emisiile de CO și Hc; însă emisiile de NO_x nu se reduc.

SCR (Reducție catalitică selectivă) = DeNO_x:

reducerea NO_x în gazele de evacuare

* General valabil pentru toate aplicațiile cu motoare