



# TA 1531-0003

Istruzione tecnica

## Sonda lambda



© INNIO Jenbacher GmbH & Co OG  
Achenseestr. 1-3  
A-6200 Jenbach, Austria  
[www.innio.com](http://www.innio.com)



1	Aspetti generali .....	1
2	Principio di misurazione.....	1
3	Composizione.....	2
4	Modalità operativa.....	2
5	Istruzioni di montaggio.....	2
6	Sonda lambda non riscaldata .....	3
7	Sonda lambda riscaldata.....	3
8	Sonda lambda magra .....	4
9	Curva caratteristica della tensione della sonda lambda con temperatura dei gas di scarico di 600 °C .....	5
10	Indice delle revisioni.....	6

---

**I destinatari del presente documento sono i seguenti:**

Cliente, partner commerciali, officine autorizzate, partner IB, filiali/uffici esterni, stabilimento di Jenbach

---

**Nota relativa al diritto di autore di INNIO: RISERVATO**

Le informazioni contenute nel documento sono dati protetti e confidenziali di INNIO Jenbacher GmbH & Co OG e delle società affiliate. Tali informazioni sono di proprietà di INNIO e non potranno essere utilizzate, divulgate a terzi o riprodotte se non previa autorizzazione scritta di INNIO. Rientrano in questa disposizione, in via non esaustiva, l'utilizzo di informazioni per la creazione, produzione, lo sviluppo o la definizione di riparazioni, modifiche, ricambi, strutture, modifiche di configurazione oppure la relativa richiesta ad autorità statali. In presenza di un'autorizzazione per la riproduzione totale o parziale, questa indicazione e l'altra dovranno essere riportate in tutto o in parte su tutte le pagine del documento.

---

**COPIA NON CONTROLLATA SE STAMPATA O TRASMESSA ELETTRONICAMENTE**

---

## 1 Aspetti generali

I miglioramenti drastici dei gas di scarico non possono essere realizzati attraverso la regolazione della miscela di aria e carburante. Solo la regolazione della miscela in combinazione con i catalizzatori porta una significativa riduzione degli inquinanti.

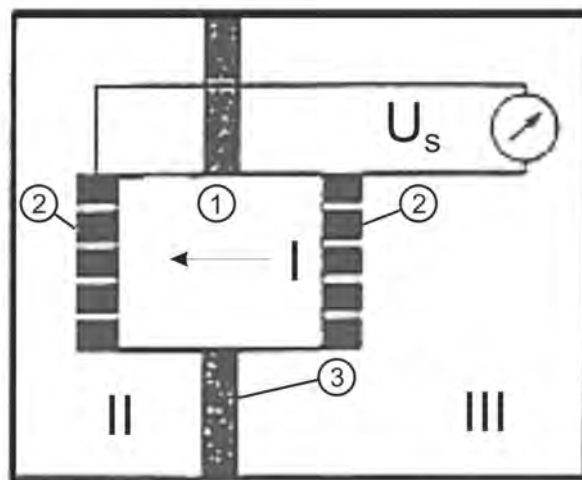
La sonda lambda è un prerequisito per la regolazione della miscela. Fornisce un segnale istantaneo sulla composizione del gas di scarico al regolatore, che corregge di conseguenza la quantità di carburante. Il segnale della sonda lambda è stabile e immune alle interferenze.

## 2 Principio di misurazione

La sonda lambda funziona secondo il principio della cella galvanica di concentrazione dell'ossigeno con elettrolita solido. L'elettrolita solido impermeabile al gas è un ossido misto di biossido di zirconio e ossido di ittrio.

Questo ossido misto è un conduttore di ioni di ossigeno quasi puro in un intervallo di temperatura più ampio. La conduttività dell'ossigeno è dovuta alla sostituzione dello ione zirconio tetravalente nel reticolo cristallino mediante ioni di ittrio trivalente. Per ragioni di neutralità elettrica, i posti dell'ossigeno rimangono non occupati. Su questi posti vacanti, avviene il trasporto di ioni di ossigeno. La dimensione della conduttività elettrica è determinata principalmente dalla composizione dell'ossido misto e attraverso la temperatura. Se l'elettrolita solido viene a contatto con elettrodi porosi su entrambi i lati e se su un lato si ha una concentrazione di ossigeno più elevata rispetto all'altro lato, si ottiene una tensione elettrica sugli elettrodi. Con l'aiuto della sonda lambda può essere misurata in questo modo la concentrazione di ossigeno nel gas di scarico ad una temperatura corrispondentemente elevata dell'elettrolita solido.

- ① Elettrolita solido
- ② Elettrolita poroso
- ③ Parete di separazione (tubo di scarico)
- $U_s$  Tensione sonda
- I Conduttore ioni di ossigeno
- II Gas di scarico (a basso contenuto di ossigeno)
- III Aria (ad alto contenuto di ossigeno)



### 3 Composizione

La parte in ceramica della sonda lambda (elettrolita solido) ha la forma di un tubo chiuso su un lato. La superficie della ceramica della sonda è provvista di uno strato di platino microporoso che, da un lato, ha un'influenza decisiva sulla caratteristica della sonda attraverso l'azione catalitica, dall'altro serve per il contatto.

Sulla parte dei gas di scarico della ceramica della sonda si trova al di sopra dello strato di platino uno strato ceramico altamente poroso che vi aderisce saldamente. Questo strato protettivo impedisce un'influenza corrosiva dei residui nel gas di scarico sullo strato di platino cataliticamente attivo. Ciò conferisce alla sonda un'elevata stabilità a lungo termine.

### 4 Modalità operativa

La sonda lambda, in particolare la versione non riscaldata, è installata sul tubo dei gas di scarico del motore in una posizione in cui la temperatura necessaria per il funzionamento della sonda prevale sull'intero campo d'esercizio del motore.

La sonda sporge nel flusso dei gas di scarico ed è progettata in modo che il lato dell'elettrodo sia circondato dal gas di scarico e che l'altro lato dell'elettrodo sia in collegamento con l'aria esterna (atmosfera).

Nei gas di scarico del motore a benzina, anche con il carburante in eccesso, è ancora presente contenuto di ossigeno residuo (con  $\lambda = 0,95$  circa 0,1 ... 0,3 vol% di ossigeno) che viene misurato con la sonda lambda.

Attraverso l'impiego di elettrodi di platino porosi, sulla superficie dell'elettrodo ha luogo una reazione completa dell'ossigeno residuo con il monossido di carbonio, gli idrocarburi e l'idrogeno contenuti nel gas di scarico. L'effetto catalitico della superficie dell'elettrodo sul lato del gas di scarico provoca un improvviso decorso della tensione della sonda nel campo della composizione stechiometrica della miscela aria-carburante ( $\lambda = 1$ ).

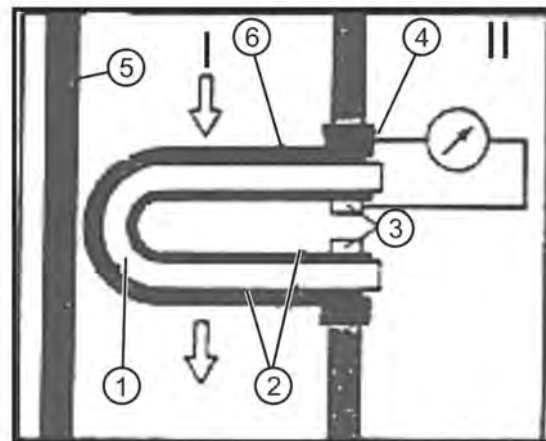
La tensione della sonda e la resistenza interna della sonda dipendono dalla temperatura. Il funzionamento sicuro del regolatore è possibile con temperature dei gas di scarico superiori a 350 °C (sonda non riscaldata) o 200 °C (sonda riscaldata).

### 5 Istruzioni di montaggio

La sonda lambda è installata in un punto del tubo dei gas di scarico che presenta una composizione rappresentativa del gas di scarico di tutti i cilindri ad una temperatura del gas di scarico sufficientemente elevata (almeno 350 °C con sonda non riscaldata, 200 °C con sonda riscaldata).

Il surriscaldamento della sezione di collegamento deve essere impedito, soprattutto dopo lo spegnimento del motore.

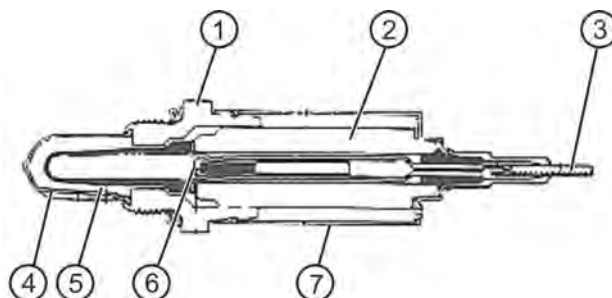
- ① Ceramica della sonda
- ② Elettrodi
- ③ Contatto
- ④ Contatto dell'alloggiamento
- ⑤ Tubo dei gas di scarico
- ⑥ Strato protettivo di ceramica (poroso)
- I Gas di scarico
- II Aria



## 6 Sonda lambda non riscaldata

La ceramica attiva della sonda è trattenuta nell'alloggiamento della sonda tramite un tubo di supporto ceramico e una molla a tazza. Il contatto avviene tramite una parte di contatto, tra il tubo di supporto e la ceramica attiva della sonda, e mediante un anello di tenuta metallico, tra la ceramica della sonda e l'alloggiamento della sonda. Sopra il lato di connessione della sonda è montata un manicotto protettivo di metallo, che viene cianfrinato con l'alloggiamento della sonda. Il manicotto protettivo presenta piccole aperture per l'equalizzazione della pressione all'interno della sonda e funge da sostegno per la molla a tazza. Il cavo di collegamento è crimpato sulla parte di contatto e portato verso l'esterno ed è protetto contro umidità e danni meccanici da un cappuccio in PTFE resistente alla temperatura. Per mantenere lontani i residui di combustione nei gas di scarico dalla ceramica della sonda, il lato di scarico è dotato di un tubo di protezione dalla geometria particolare. Nel tubo di protezione vi sono delle fessure fatte in modo tale da impedire emissioni dirette di gas di scarico sulla ceramica. Oltre alla protezione meccanica viene anche efficacemente mitigato lo sbalzo termico dovuto alle transizioni da uno stato operativo all'altro. Sul lato di collegamento della ceramica della sonda possono svilupparsi temperature di 300 - 500 °C.

- ① Alloggiamento sonda
- ② Tubo di supporto in ceramica
- ③ Cavo di collegamento
- ④ Tubo di protezione con fessure
- ⑤ Ceramica attiva della sonda
- ⑥ Parte di contatto
- ⑦ Manicotto protettivo



## 7 Sonda lambda riscaldata

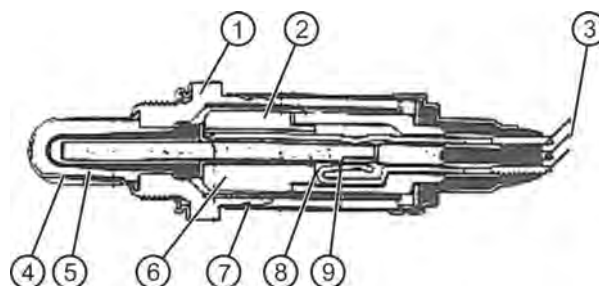
Il principio costruttivo della sonda riscaldata è in gran parte identico a quello della sonda non riscaldata.

La ceramica attiva della sonda ( $\text{ZrO}_2$ ) viene riscaldata dall'interno da un elemento riscaldante in ceramica, in modo che, indipendentemente dalla temperatura dei gas di scarico, la temperatura della ceramica della sonda resti superiore al limite funzionale di  $350^\circ\text{C}$ . L'elemento riscaldante in ceramica ha una PTC caratteristica, che porta al riscaldamento rapido e limita il fabbisogno di potenza in presenza di gas di scarico caldi (circa 12 W a una temperatura del gas di  $350^\circ\text{C}$ ).

I collegamenti dell'elemento riscaldante sono completamente disaccoppiati dalla linea del segnale della sonda ( $R \geq 30 \text{ M}\Omega$ )

La sonda riscaldata, al contrario della sonda non riscaldata, è dotata di un tubo di protezione con un'apertura di passaggio ridotta. In questo modo, tra l'altro, viene evitato il raffreddamento della ceramica della sonda in presenza di gas di scarico freddi (3 fessure).

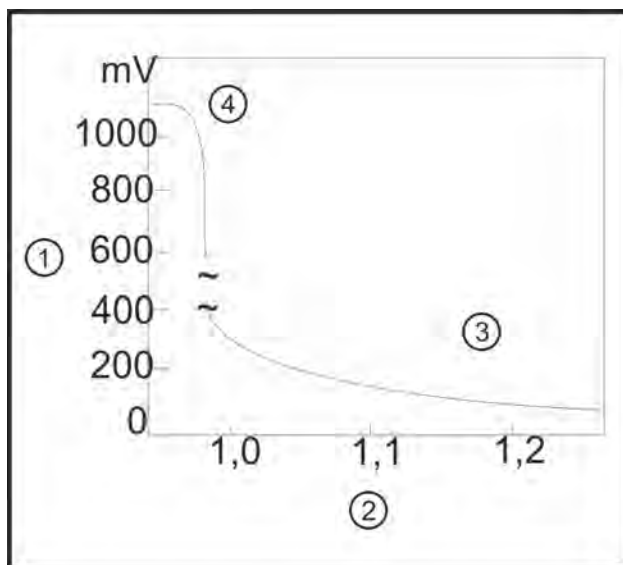
- ① Alloggiamento sonda
- ② Tubo di supporto in ceramica
- ③ Cavo di collegamento
- ④ Tubo di protezione
- ⑤ Ceramica attiva della sonda
- ⑥ Parte di contatto
- ⑦ Manicotto protettivo
- ⑧ Elemento riscaldante
- ⑨ Morsetto per elemento riscaldante



## 8 Sonda lambda magra

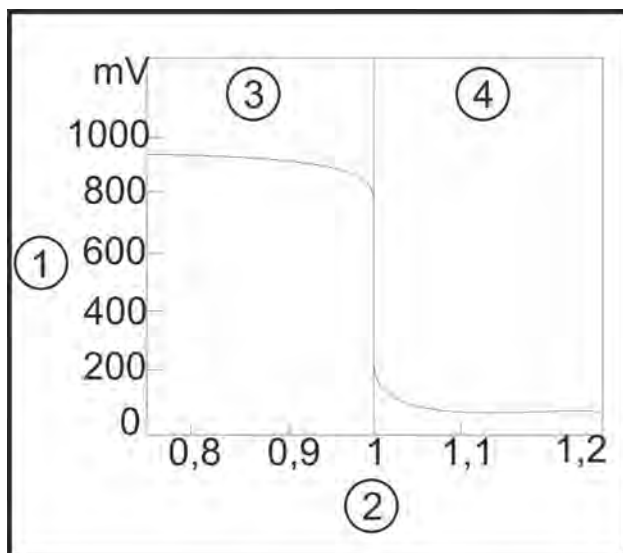
La struttura costruttiva della sonda lambda magra è in gran parte identica a quella della sonda non riscaldata. La funzione della sonda lambda magra si basa sullo stesso principio fisico della sonda lambda  $\lambda = 1$  e sfrutta inoltre l'andamento della curva caratteristica stabilizzata dalle misure costruttive nel campo lambda,  $\lambda > 1,0$  fino a  $\lambda = 1,5$  ( $\lambda = 2,0$  per uso speciale).

Utilizzando un elemento riscaldante a potenza incrementata (circa 18 W anziché 12 W) e una linea di massa aggiuntiva, la tensione di uscita (10 ... 60 mV con  $\lambda = 1,5 \dots 1,05$ ) è stabilizzata anche senza controllo della temperatura. A seconda della temperatura dei gas di scarico e della velocità del gas di scarico, l'influenza della temperatura può essere ridotta mediante una forma speciale del tubo di protezione.



①	Tensione speciale $U_s$
②	Indice Lambda
③	Regolazione magra
④	Regolazione Lambda = 1

### 9 Curva caratteristica della tensione della sonda lambda con temperatura dei gas di scarico di 600 °C



①	Tensione speciale $U_s$
②	Indice Lambda
③	Miscela ricca (aria scarsa)
④	Miscela magra (eccesso d'aria)

## 10 Indice delle revisioni

Revisioni			
Indice	Data	Descrizione / Riepilogo delle modifiche	Esperto Controllore
2	15.04.2019	GE durch INNIO ersetzt / GE replaced by INNIO	<b>Opoku</b> <i>Pichler R.</i>
1	19.08.2014	Umstellung auf CMS / Change to <b>C</b> ontent <b>M</b> anagement <b>S</b> ystem ersetzt / replaced Index: <b>a</b>	<b>Kecht</b> <i>Hillen</i>