

La presente documentación sirve como información para propósito de estudio. No debe ser usada como manual de reparaciones de los vehículos. Las reparaciones deben realizarse de acuerdo con las informaciones técnicas disponibles en el servicio. Todos los valores dados aquí tienen aplicación específica y por lo tanto no valen como valores generales



1

AA-AS/TSS-EI11 | 08/07/2016

© Robert Bosch GmbH 2016. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Introducción

### ¿Qué es un sensor de Oxígeno?

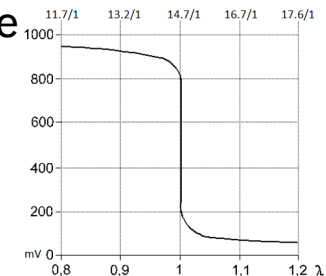
Un sensor de oxígeno es un dispositivo que mide la diferencia en la presión parcial de oxígeno entre dos gases. Esta diferencia es representada por una tensión.

Conociendo cuanto oxígeno hay en el gas de escape podemos determinar como está funcionando el motor con respecto a la relación estequiométrica.

La relación de aire y combustible  $\lambda$  (lambda) indica hasta qué punto la mezcla de aire y combustible realmente existente difiere de la cantidad teóricamente necesaria:

$$\lambda = \frac{\text{Relación actual aire/combustible}}{\text{Relación estequiométrica aire/combustible}}$$

$\lambda < 1$  mezcla rica  
 $\lambda = 1$  estequiométrica  
 $\lambda > 1$  mezcla pobre



\*Composición del aire: O<sub>2</sub> 21% ,N<sub>2</sub> 78% , Gases nobles 1%

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Cronología

- 1976:** 50% de reducción de emisiones a través del primer sistema de control de emisiones. LS
- 1984:** Desarrollo de las sondas lambda calefactadas. LSH
- 1990:** 50% de reducción adicional de las emisiones en la fase de arranque en frío, a través de sensores de cerámica multicapa. LSF
- 1998:** Desarrollo de las sondas lambda de banda ancha. LSU



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Cronología

**2002:** Conector patentado de los sensores lambda universales que permite la sustitución de un gran número de sensores originales



**2011:** Nueva generación LSF Xfour con tiempos de respuesta más rápidos

**2013:** Sonda lambda de banda ancha LSU 5.1 desarrollada especialmente para motores diésel

**2016:** 1000 millones de sondas lambdas producidas desde 1976



# Sonda lambda 40 años de evolución

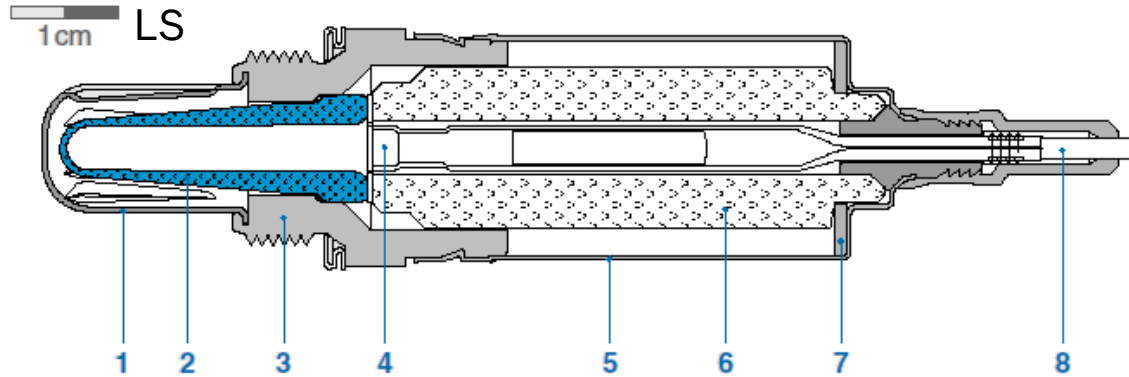
## Cronología

LS 4  
LS 14  
LS 21  
LSH 6  
LSH 15  
LSH 22  
LSH 23  
LSH 24  
LSH 25  
LSF 4  
LSM 11  
LSU 4  
LSU 5

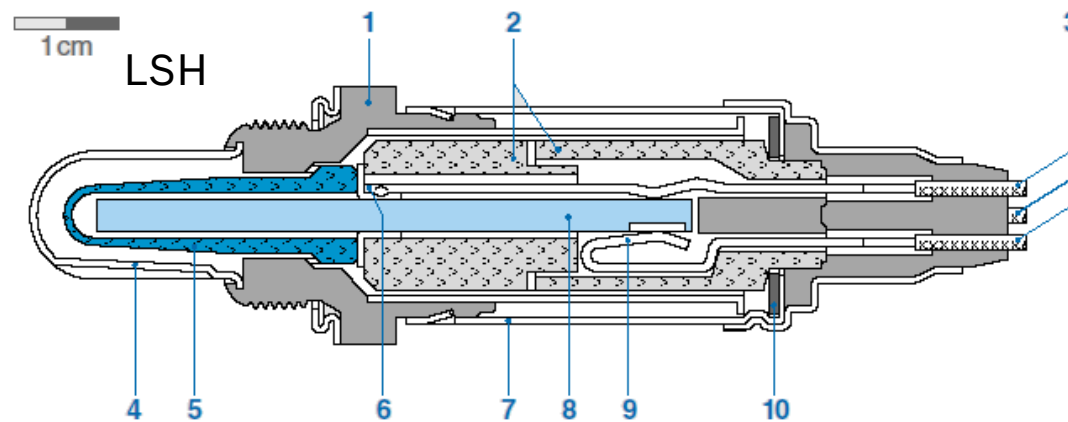


# Sonda lambda 40 años de evolución

## Sonda lambda de dos puntos LS/LSH



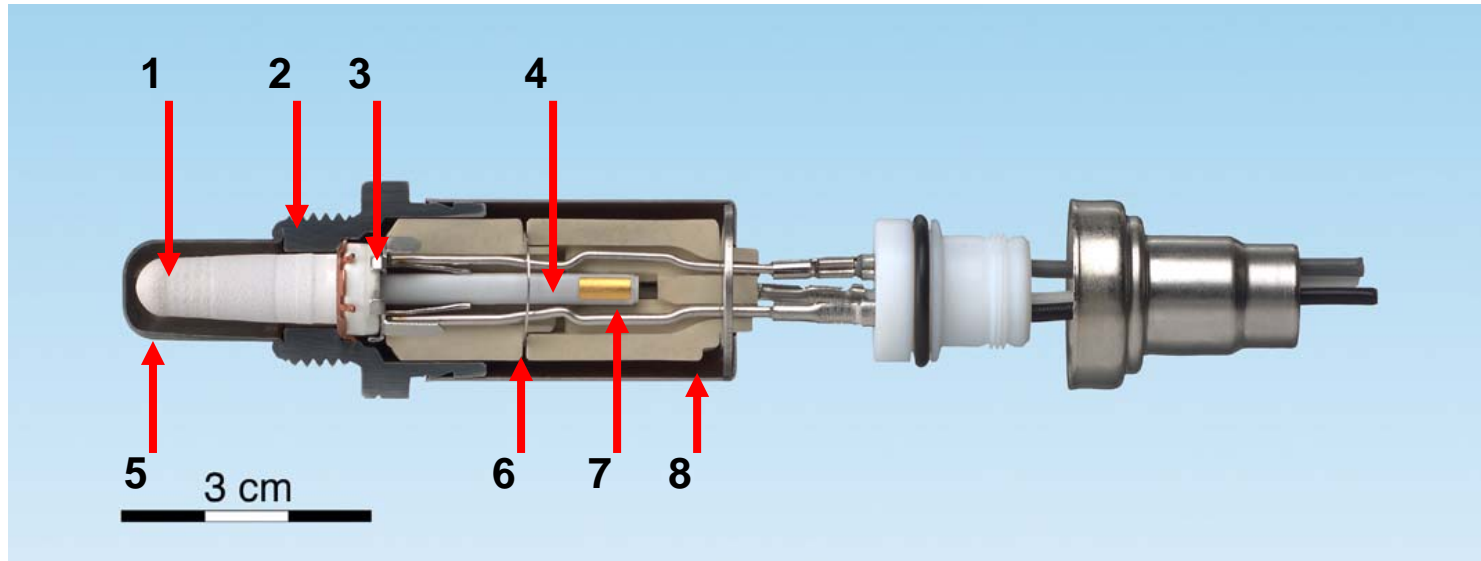
- LS
- 1-Tubo protector
  - 2-Cerámica activa
  - 3-Cuerpo de la sonda
  - 4-Elemento de contacto
  - 5-Casquillo de protección
  - 6-Tubo de apoyo cerámico
  - 7-Resorte circular
  - 8-Cable de conexión



- LSH
- 1-Cuerpo de la sonda
  - 2-Tubo de apoyo cerámico
  - 3-Cables de conexión
  - 4-Tubo protector con ranuras
  - 5-Cerámica activa
  - 6-Elemento de contacto
  - 7-Casquillo de protección
  - 8-Elemento calefactor
  - 9-Conexiones del elemento calefactor
  - 10-Resorte circular

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Sonda lambda de dos puntos LSH

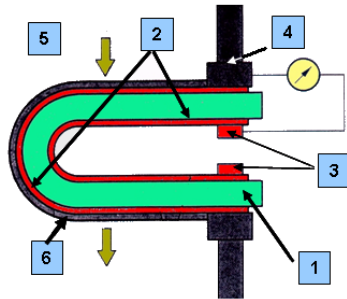


1-Cerámica ZrO2  
2-Rosca  
3-Contactos electrodos  
4-Elemento calefactor

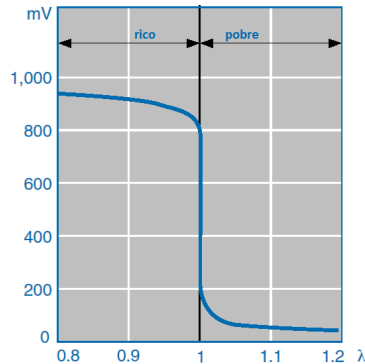
5-Tubo protector con ranuras  
6-Soporte cerámico  
7-Contactos calefactor  
8-Carcasa metálica

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Principio de funcionamiento sonda lambda LS/LSH (saltos)



- 1: Cerámica 2: Electrodos
- 3: Contactos 4: Contactos
- 5: Gases de escape 6: Protección



La sonda lambda de dos puntos trabaja según el principio NERNST\* , un elemento cerámico especial (**dióxido de circonio,  $ZrO_2$** ) se vuelve conductor para los iones de oxígeno, a partir de aprox.  **$350^{\circ}C$** . Si la parte de oxígeno es diferente por ambos lados de la sonda, se produce una tensión eléctrica entre los electrodos de la misma. La proporción de oxígeno en los gases de escape se emplea como medida de la relación aire/combustible.

La tensión entregada alcanza con mezcla rica:

**$(\lambda < 1)$  800...1000mV**

La tensión entregada alcanza con mezcla pobre:

**$(\lambda > 1)$  100mV aprox.**

Junto con la proporción de oxígeno en los gases de escape la temperatura del cuerpo cerámico desempeña un papel fundamental, a temperaturas inferiores a  $350^{\circ}C$  el tiempo de reacción es de segundos, sin embargo **a  $600^{\circ}C$  reacciona con un tiempo  $< 50ms$ .**

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Principio de funcionamiento sonda lambda LS/LSH (saltos)

Con una mezcla rica en los gases de escape, la presión del O<sub>2</sub> es menor que la atmosférica. El O<sub>2</sub> quiere fluir desde el interior del sensor (atmósfera) hacia los gases de escape. Pero sólo los iones del O<sub>2</sub> pueden pasar a través de la cerámica cuando el ZrO<sub>2</sub> alcanza su conductividad eléctrica >300°C.

Los iones de oxígeno son átomos que tienen 2 electrones extra. Para formarse un ión, el átomo de oxígeno toma electrones del electrodo interior, quedando el electrodo interior cargado positivamente. El oxígeno puede entonces pasar a través de la cerámica al lado de baja presión.

En el otro lado de la cerámica, los iones de oxígeno vuelven a convertirse en átomos neutros por dar los electrones extras al electrodo exterior, el cual se queda cargado negativamente.

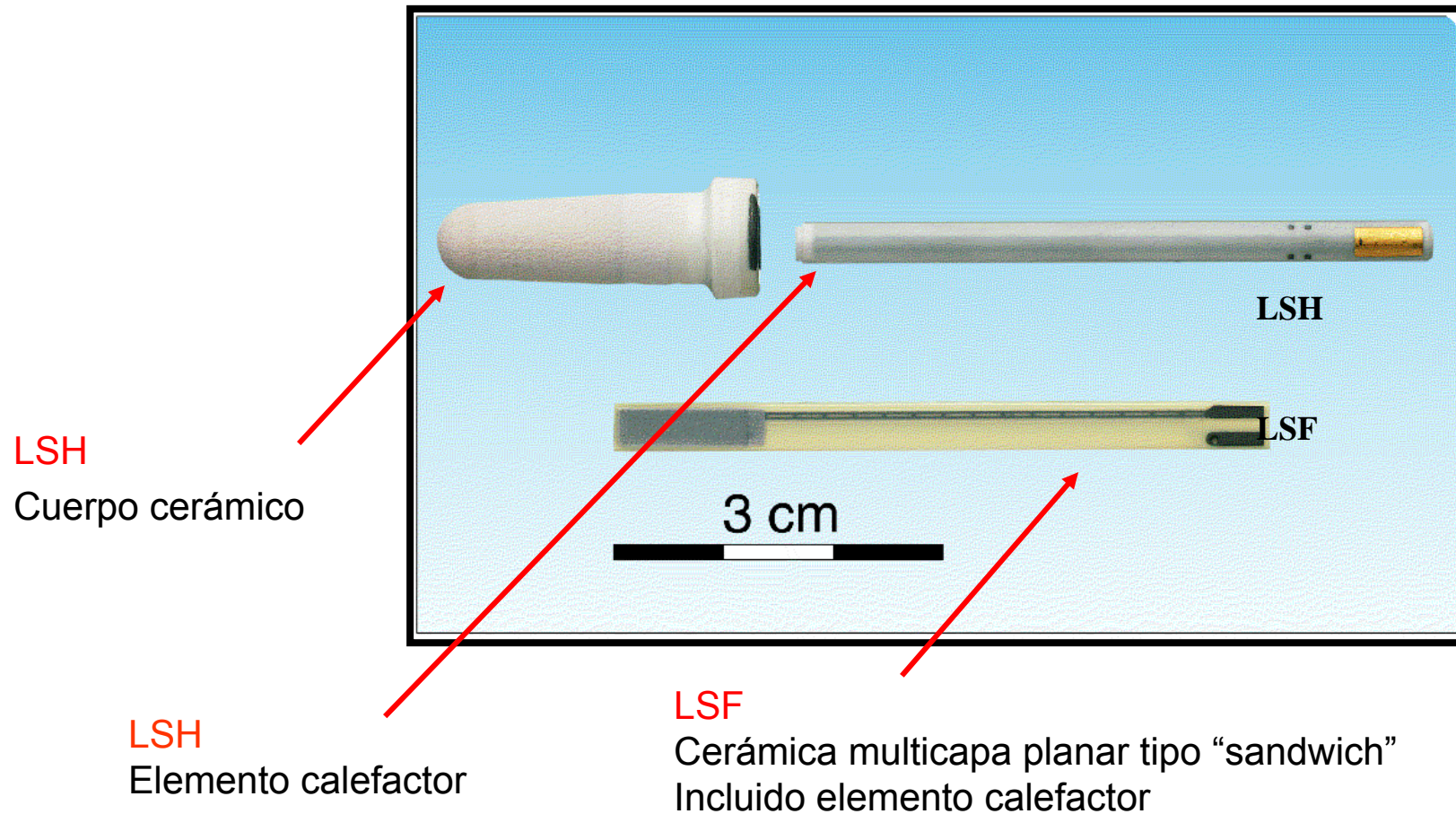
La diferencia de voltaje entre el electrodo interior cargado positivamente y el exterior cargado negativamente puede ser medido y relaciona para la presión parcial del oxígeno del gas de escape. **La mayor diferencia de presión parcial es la mayor diferencia de tensión.**

$$\text{Ecuación de Nernst} \quad U = \frac{RT}{4F} \cdot \ln\left(\frac{P_{O_2''}}{P_{O_2'}}\right)$$

U tensión del sensor    T temperatura  
P<sub>O<sub>2</sub></sub> presión parcial del oxígeno  
R Constante Universal del los Gases  
F Constante de Faraday

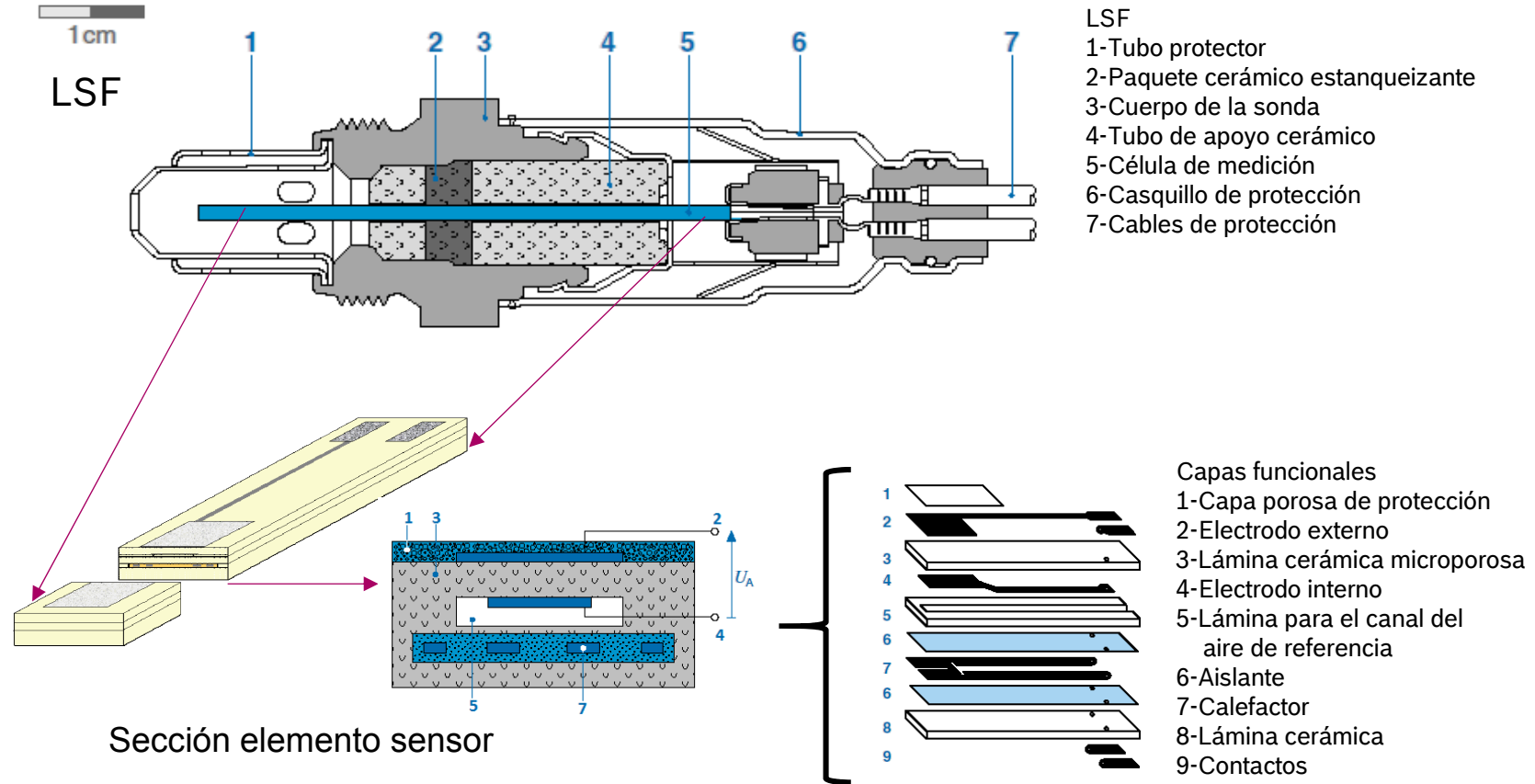
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Sonda lambda de dos puntos LSH/LSF



# Sonda lambda 40 años de evolución

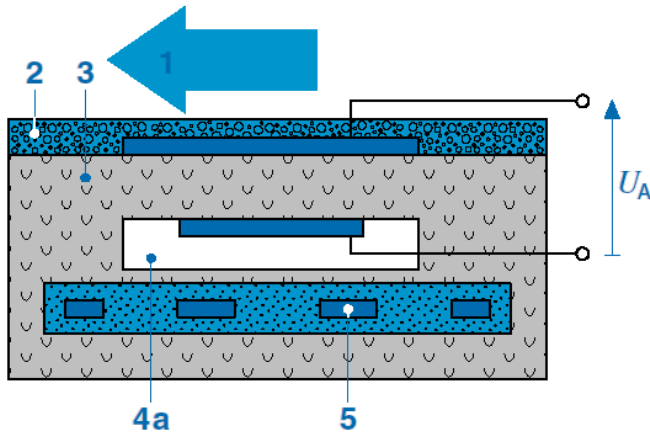
## Sonda lambda de dos puntos LSF



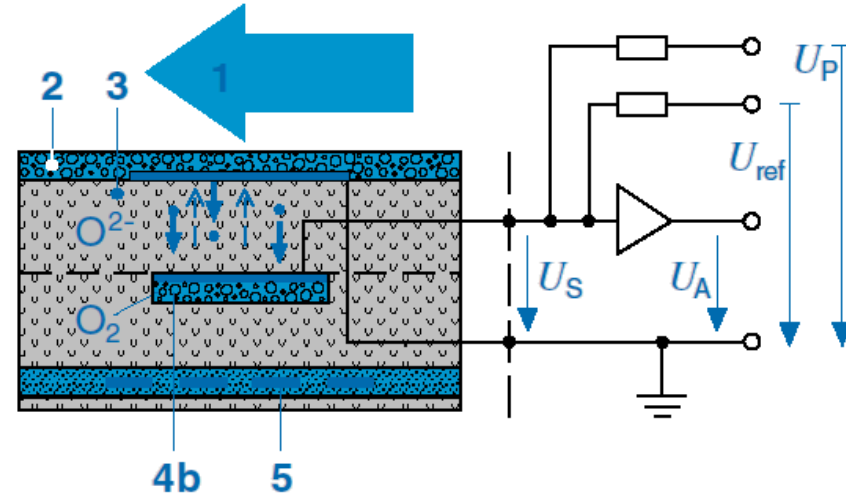
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Sonda lambda de dos puntos LSF

Sección LSF4 con canal para aire de referencia



Sección LSF8 con oxígeno de referencia en cámara hermética



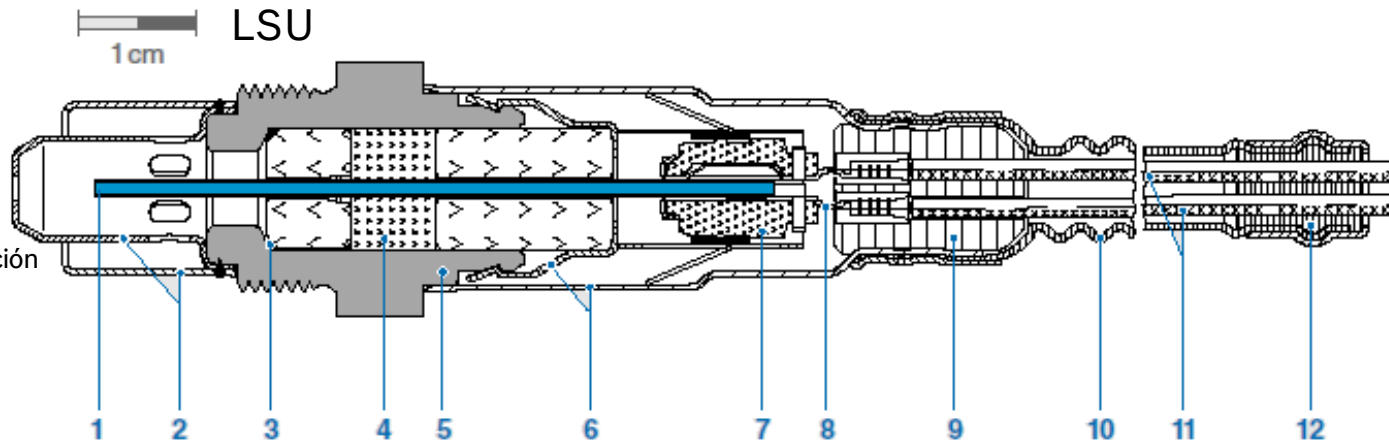
- 1-Flujo gas de escape
- 2-Capa porosa de protección
- 3-Lámina cerámica microporosa
- 4a-Canal para aire de referencia
- 4b-Cámara hermética de referencia de  $O_2$
- 5-Calefactor
- $U_A$ -Tensión de salida
- $U_S$ -Tensión de sonda
- $U_P$ -Tensión de bombeo
- $U_{ref}$ -Tensión de referencia

# Sonda lambda 40 años de evolución

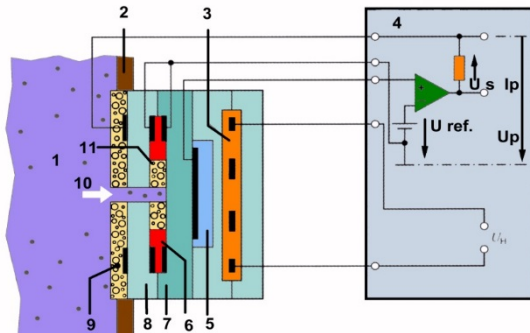
## Sonda lambda de banda ancha LSU

LSU

- 1-Célula de medición
- 2-Tubo protector
- 3-Anillo obturador
- 4-Paquete cerámico estanqueizante
- 5-Cuerpo de la sonda
- 6-Casquillo de protección
- 7-Portacontactos
- 8-Grapa de conexión
- 9-Manguito de teflón
- 10-Tubo flexible
- 11-Cables
- 12-Junta



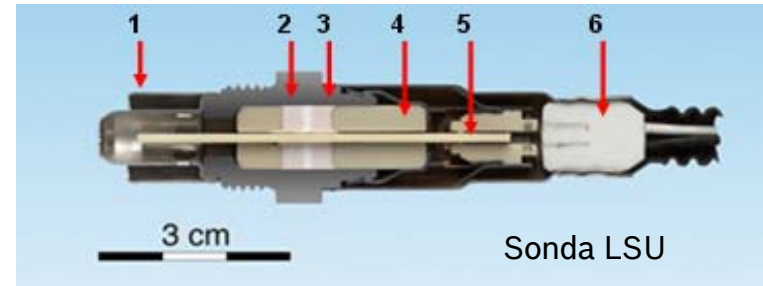
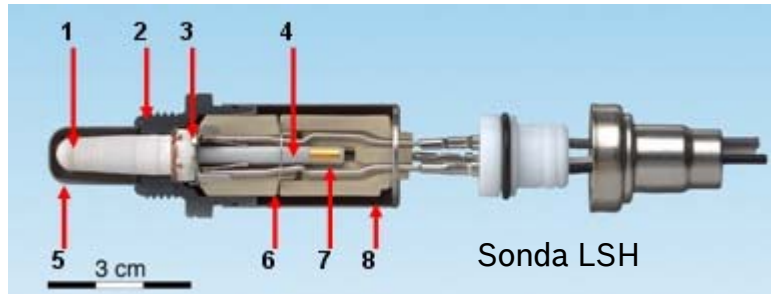
### Sección elemento sensor



- 1: Gases de escape
  - 2: Tubo de escape
  - 3: Calentador
  - 4: Unidad
  - 5: Aire de referencia
  - 6: Ranura de difusión
  - 7: Célula de Nernst
  - 8 :Célula de bombeo
  - 9: Capa de protección
  - 10: Orificio de acceso de gases
  - 11: Barrera de difusión
- $I_p$ : corriente de bombeo     $U_s$ : tensión sonda  
 $U_p$ : tensión de bombeo     $U_{ref}$ : tensión de referencia 450mv

# Sonda lambda 40 años de evolución

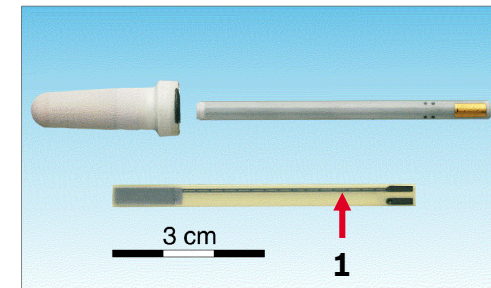
## Sonda lambda de banda ancha LSU



- 1-Cerámica ZrO2
- 2-Rosca
- 3-Contactos electrodos
- 4-Elemento calefactor
- 5-Tubo protector
- 6-Soporte cerámico
- 7-Contactos calefactor
- 8-Carcasa metálica

- 1-Tubo protector
- 2- Cerámica estanqueizante
- 3-Cuerpo de la sonda
- 4-Tubo soporte cerámico
- 5-Elemento sensor plano
- 6-Casquillo protector

Complementariamente al principio de la célula de Nernst (función sonda lambda de dos puntos) existe integrada en la sonda lambda de banda ancha una segunda célula electroquímica, **la célula de bombeo**. Estas sondas suministran una señal en el campo de  $0.6 < \lambda < \infty$



1-Capas cerámicas con elemento calefactor

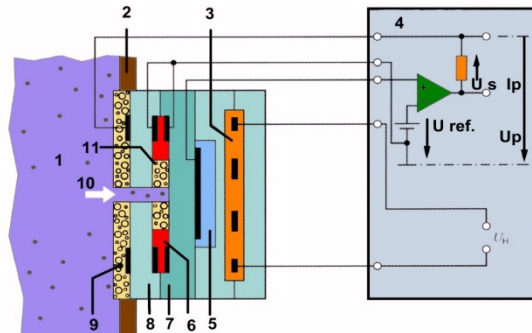
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Sonda lambda de banda ancha LSU

Está constituida por la combinación de una de célula de Nernst y una célula de bombeo que transporta iones de oxígeno.

### FUNCIONAMIENTO

Los gases de escape llegan a través del pequeño agujero de acceso de la célula de bombeo a la ranura de difusión (verdadera cámara de medición). Mediante la aplicación de tensión ( $U_p$ ) a los electrodos de platino de la célula de bombeo se puede bombear oxígeno de los gases de escape a la ranura de difusión o viceversa



- 1: Gases de escape
  - 2: Tubo de escape
  - 3: Calentador
  - 4: Unidad
  - 5: Aire de referencia
  - 6: Ranura de difusión
  - 7: Célula de Nernst
  - 8 :Célula de bombeo
  - 9: Capa de protección
  - 10: Orificio de acceso de gases
  - 11: Barrera de difusión
- $I_p$ : corriente de bombeo     $U_s$  tensión sonda  
 $U_p$ : tensión de bombeo     $U_{ref}$ : tensión de referencia 450mv

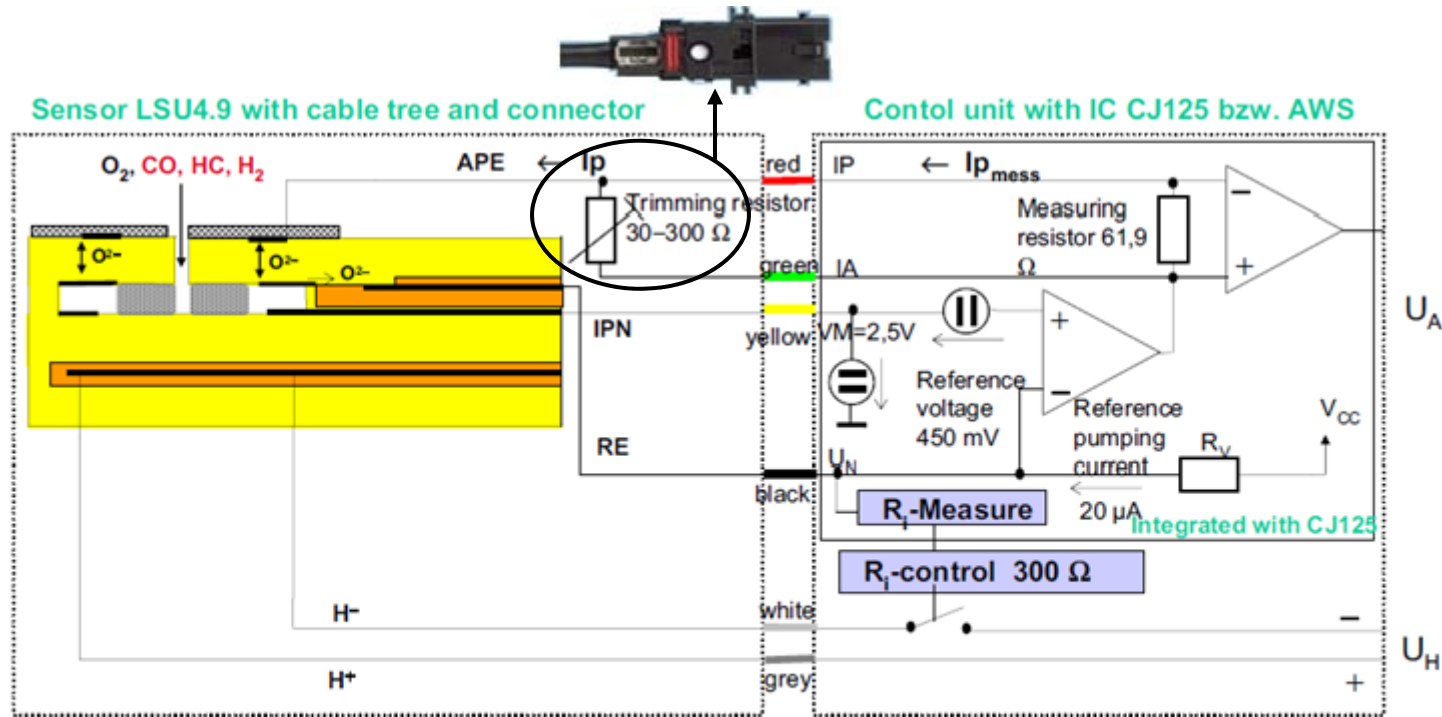
Para poder ajustar el coeficiente de aire  $\lambda$  en la ranura de difusión, la célula de concentración de Nernst compara los gases en esta ranura con el aire ambiente en el canal de referencia.

Con la célula de concentración Nernst, un circuito electrónico en la unidad de control regula la tensión aplicada a la célula de bombeo  $U_p$ , de manera que la composición de los gases en la ranura de difusión se mantenga cte. en  $\lambda=1$ .

Cuando los gases de escape son pobres, se bombea oxígeno hacia fuera (corriente de bombeo positiva). Cuando los gases de escape son ricos se bombea el oxígeno de los gases de escape a la ranura de difusión (corriente de bombeo negativa). Con  $\lambda=1$  no se ha de transportar oxígeno. La corriente de bombeo es cero

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Sonda lambda de banda ancha LSU



Exhaust gas	$\lambda=0.8$	$\lambda=1$	$\lambda=1.7$	$\lambda=\infty$ (air)
$I_{p\_mess}$	-1,1 mA	0 mA	0,94 mA	2,54 mA
$U_{CJ125}$ lean gas-KL	0,34 V	1,5 V	2,49 V	4,17 V

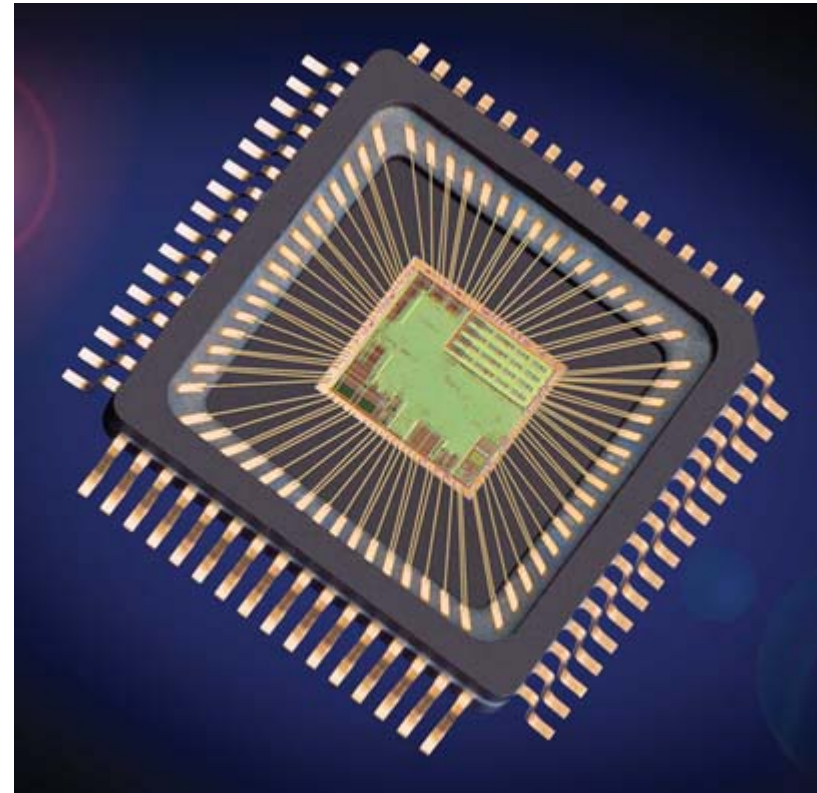
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Sonda lambda de banda ancha LSU. Circuito CJ125

La sonda lambda de banda ancha LSU opera únicamente con un circuito de control especial CJ125 dentro de la unidad de gestión del motor

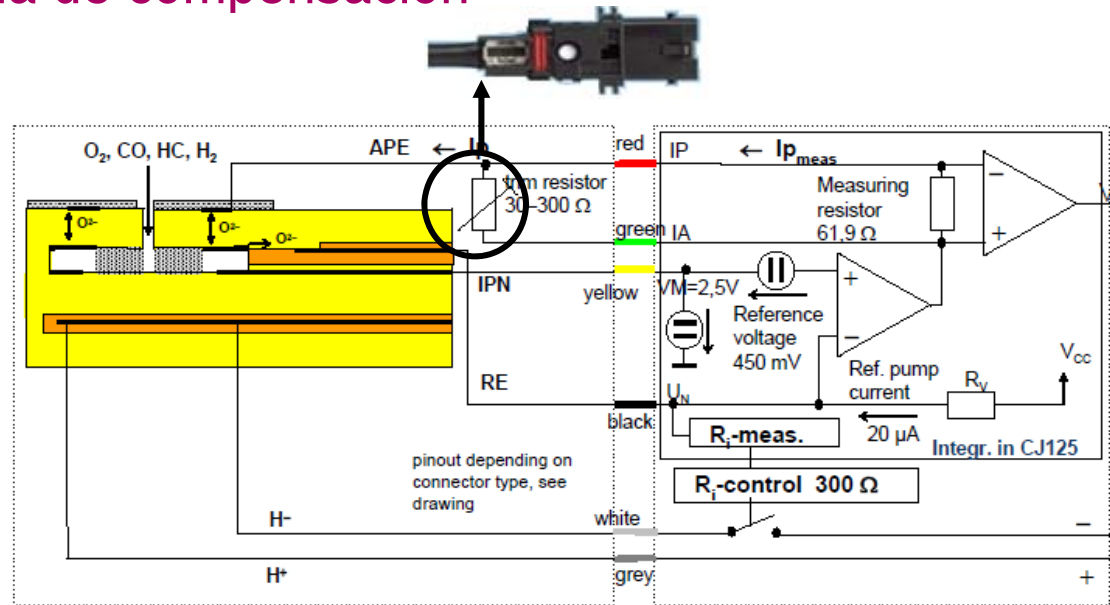
### Características:

- Tensión de referencia de la célula de Nernst
- Fuente de la masa virtual
- Control de la corriente de bombeo para mantener la célula de Nernst a 450mV
- Medición de la  $R_i$  para el control en bucle de la temperatura
- Corriente de bombeo de referencia configurable
- Diagnosis
- ...



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Resistencia de compensación



Para calibración individual del sensor la corriente es dividida por la resistencia en derivación 61.9 $\Omega$  y la resistencia de compensación.

El rango para esta resistencia está entre 30-300 $\Omega$ , el valor usual está alrededor de 100 $\Omega$

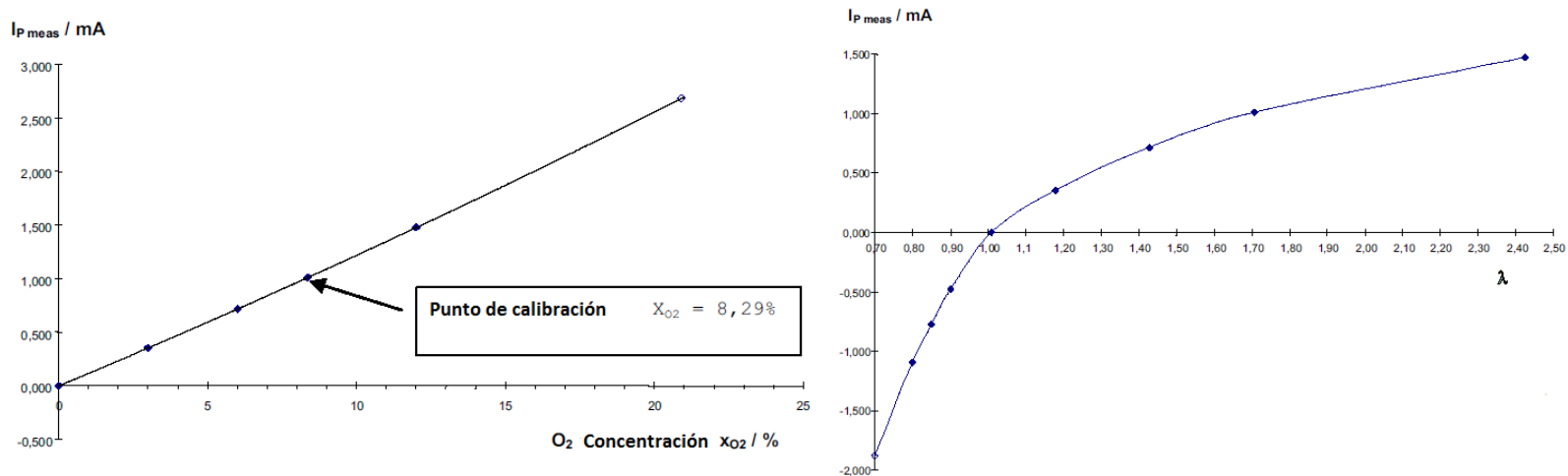
Si se detecta un valor <30 $\Omega$  se identifica un cortocircuito

Si se detecta un valor >300 $\Omega$  se identifica circuito abierto

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Sonda lambda LSU curva característica nominal

Para conseguir esta curva característica nominal se realiza un ensayo en un banco de pruebas con un gas sintético



O <sub>2</sub> -conc. x <sub>O2</sub> [%]						3.0	6.0	8.29	12.0	20.95
λ-value	0.65	0.70	0.80	0.90	1.00	1.18	1.43	1.70	2.42	air
I <sub>P,meas</sub> [mA]	-2.45	-1.99	-1.13	-0.49	-0.010	0.33	0.67	0.94	1.38	2.53

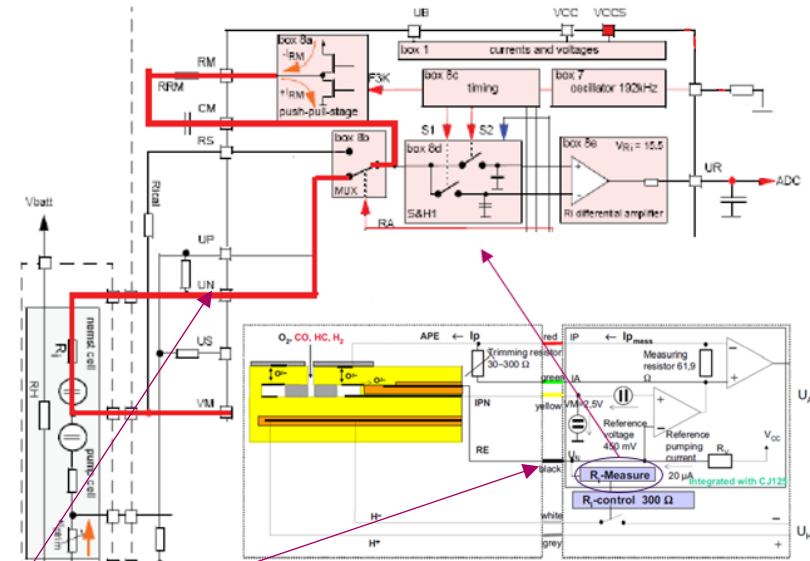
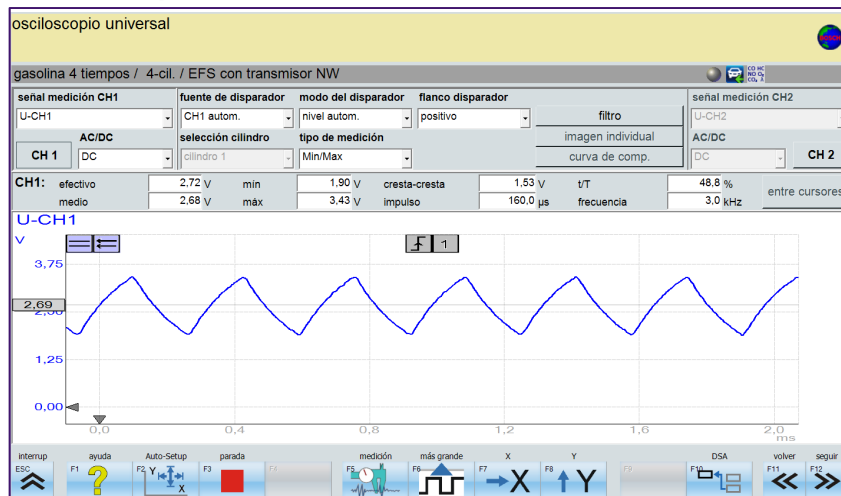
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Circuito CJ 125. Medición de la resistencia interna

Un pulso de 3kHz es generado por una etapa “pull & push”

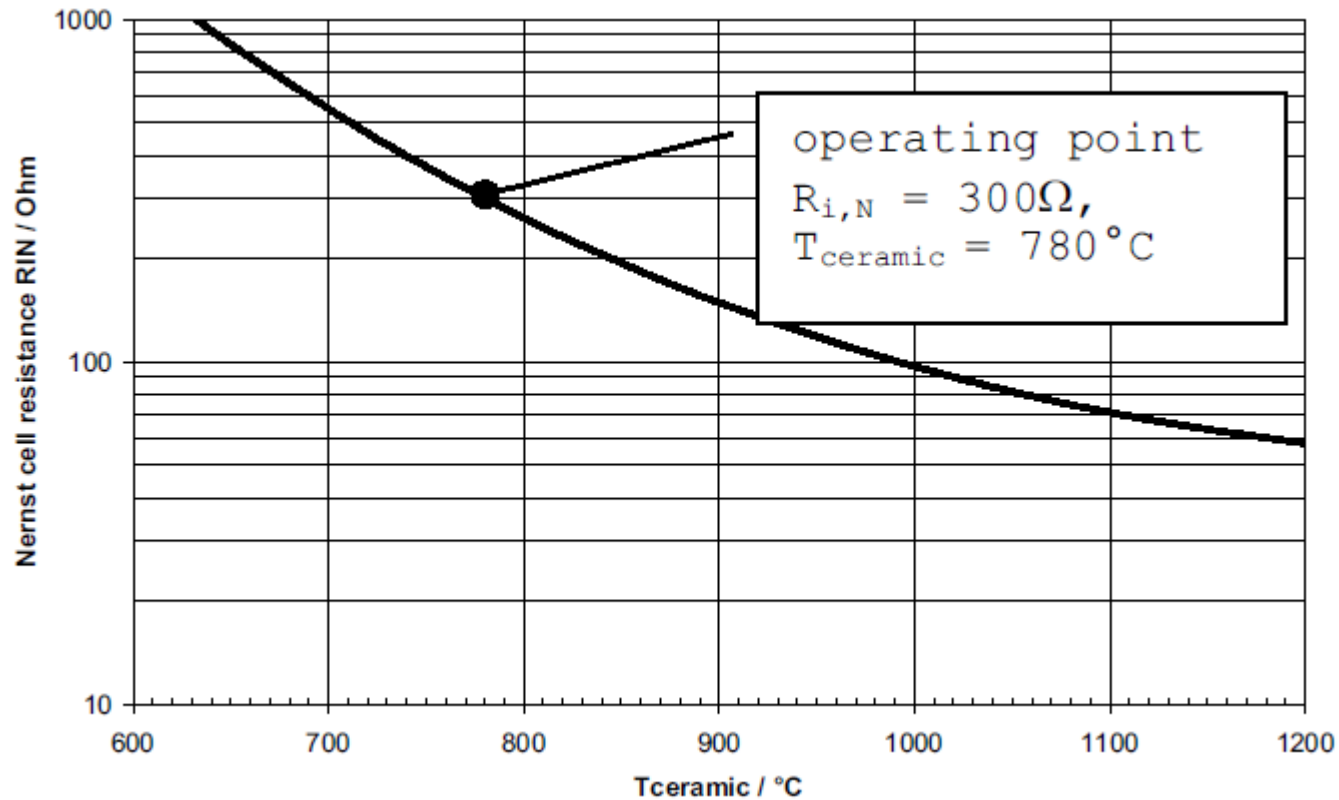
La lectura para la medición de la resistencia es calculada en función de la caída de tensión en la  $R_i$  de la célula de Nernst

El valor de la resistencia interna es la base para el control de la calefacción



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Curva representativa de la Resistencia interna



\*Ejemplo LSU 4.9

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Importancia de la calefacción

La calefacción de la sonda lambda tiene una gran importancia:

- permite alcanzar rápidamente su temperatura de servicio
- permite aumentar la vida útil del sensor
- permite acortar el tiempo de “muerto” de reacción de la sonda



LS 21



LSH 6

Núm. pedido	0 258 002 028
Denominación	Sonda Lambda
Formula del modelo	LS-21
Designación comercial (HKB)	LS 2028
no para	ROK
Producto universal	F 00H L00 091
Intervalo de cambio en km	50.000
Longitud total	347 mm
Tipo de conector	Enchufe, contactos redondos
Tipo de sonda Lambda	Sonda de salto sin calefacción
Núm. de conductores	2

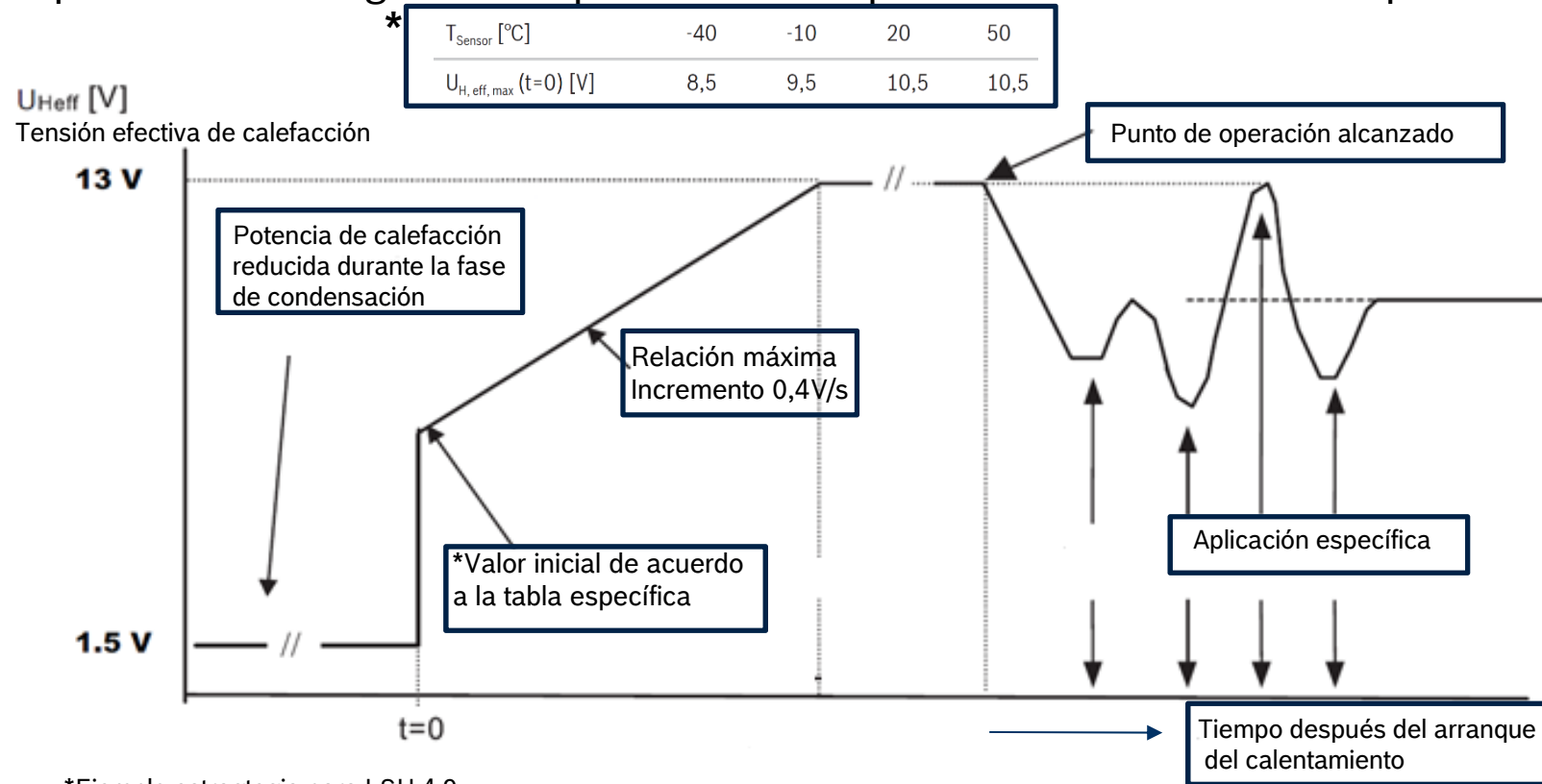
Núm. pedido	0 258 003 014
Denominación	Sonda Lambda
Prohibición de producto	07/1996
Formula del modelo	LSH-6
Designación comercial (HKB)	LS 3014
Producto universal	0258986502
Producto alternativo	0 258 003 957
Intervalo de cambio en km	100.000
Longitud total	989 mm
Núm. de conductores	3



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Estrategia de calefacción

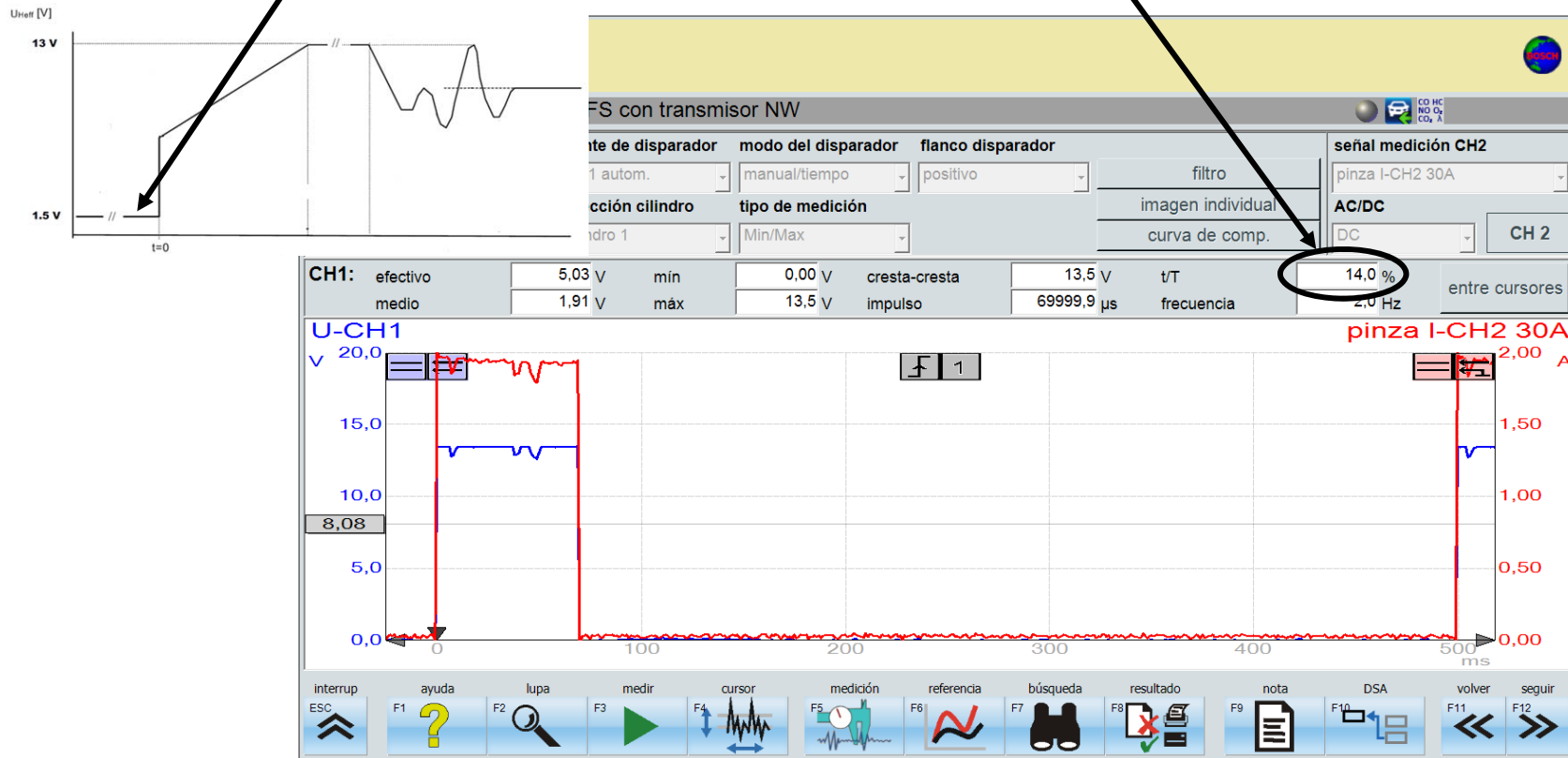
Valor inicial máximo de voltaje de la calefacción durante la fase de calentamiento para motores de gasolina depende de la temperatura del sensor al arranque



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Estrategia de calefacción

Fase de condensación potencia de calefacción reducida



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Estrategia de calefacción

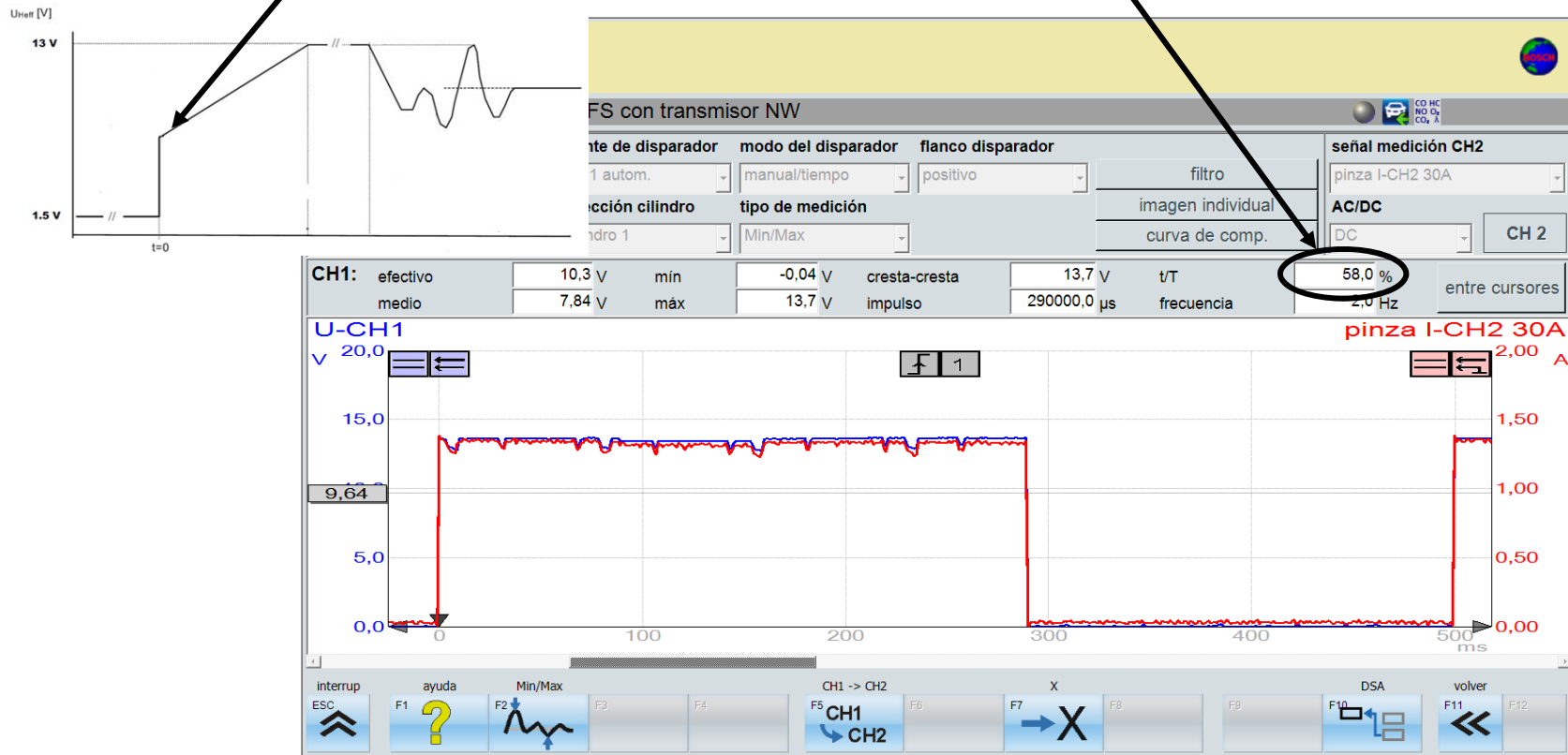
Incremento gradual de potencia de calefacción reducida



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Estrategia de calefacción

Incremento gradual de potencia de calefacción reducida



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Estrategia de calefacción

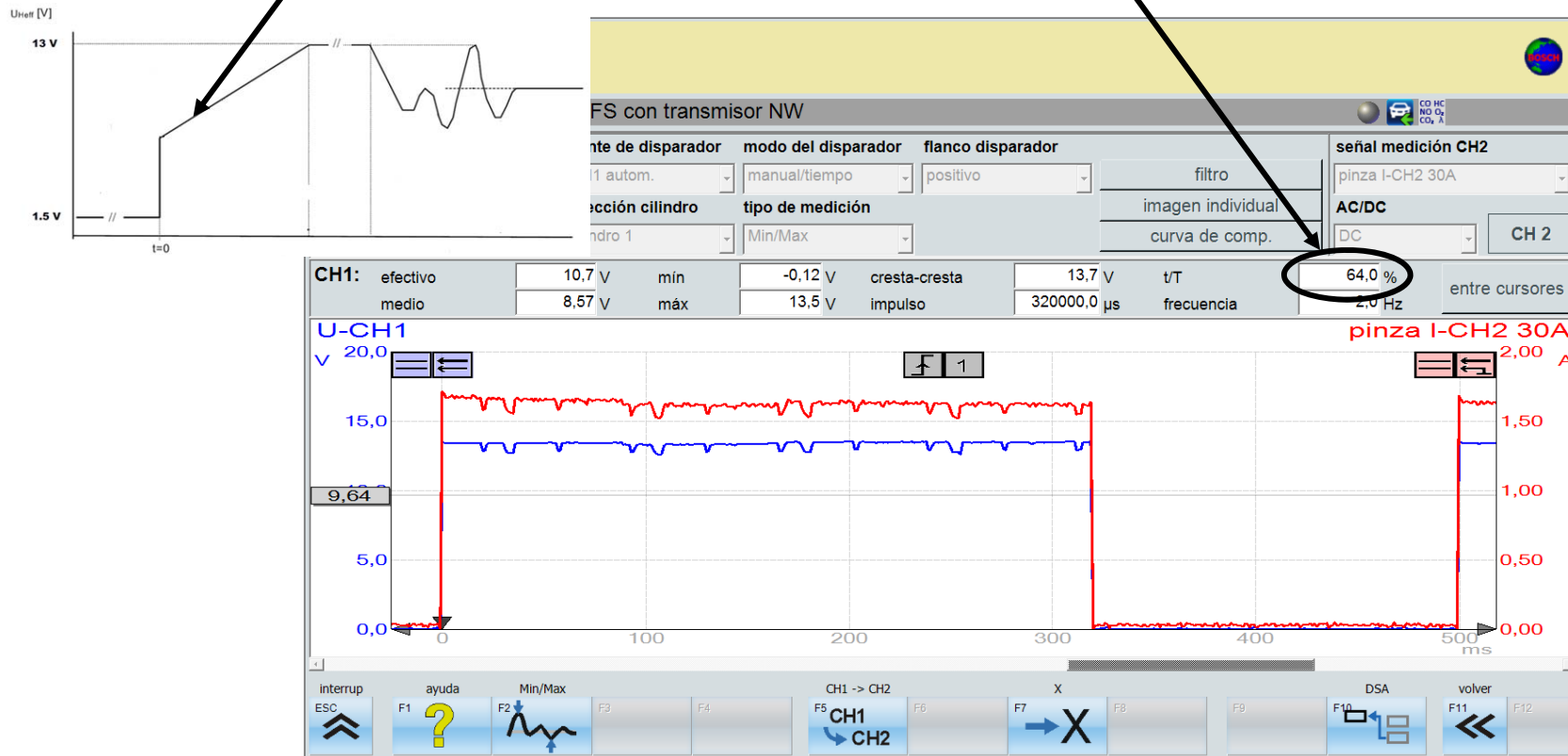
Incremento gradual de potencia de calefacción reducida



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Estrategia de calefacción

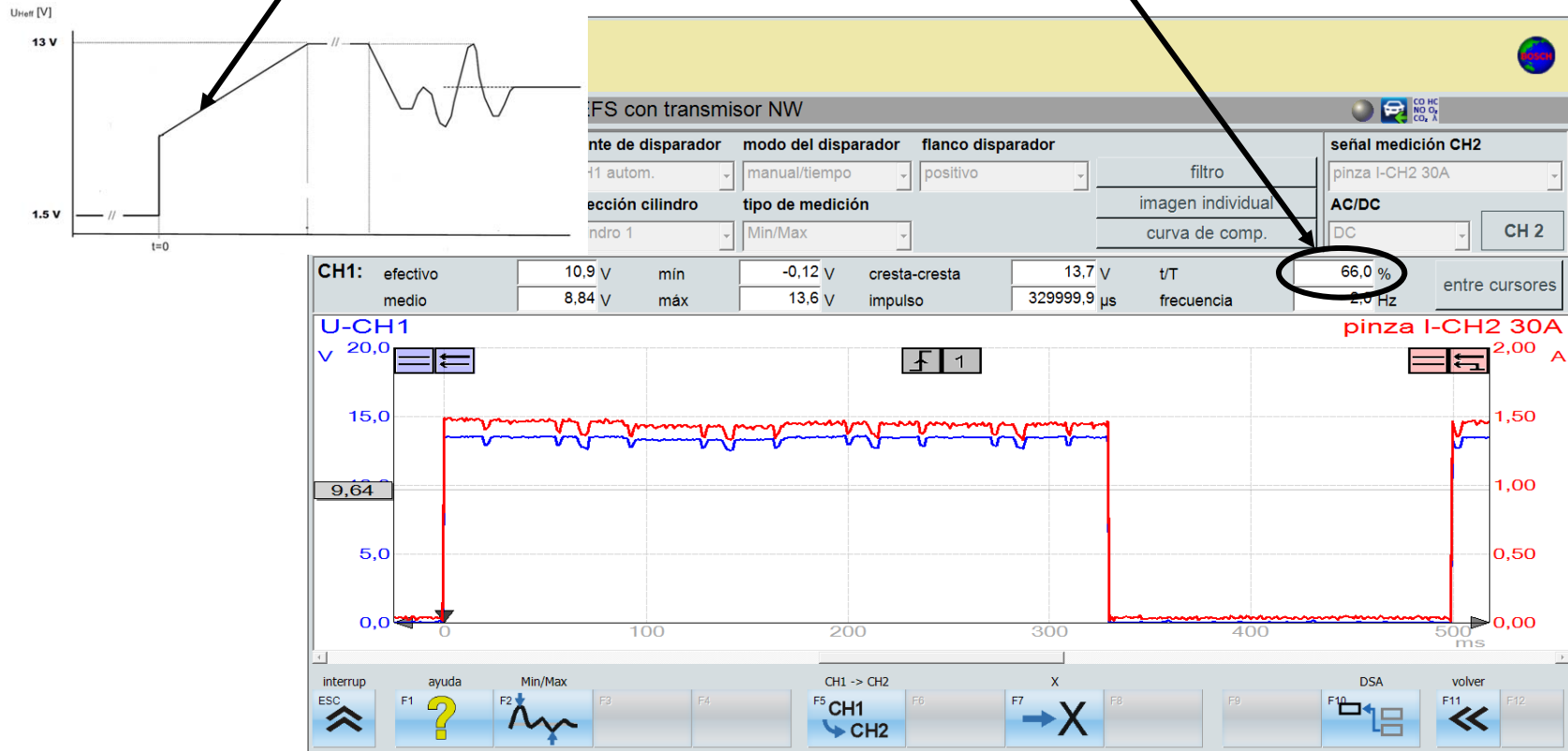
Incremento gradual de potencia de calefacción reducida



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Estrategia de calefacción

Incremento gradual de potencia de calefacción reducida



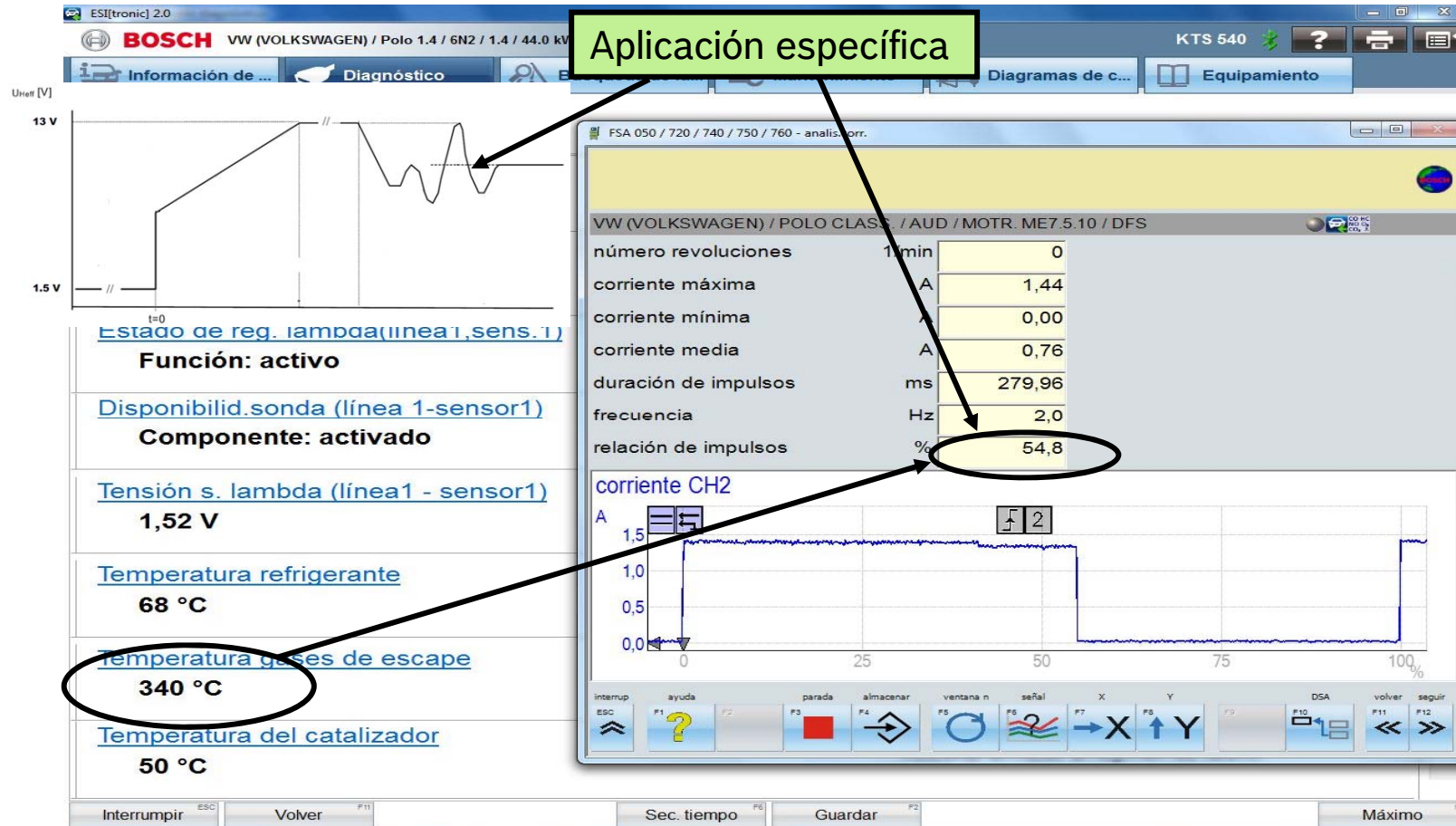
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Estrategia de calefacción



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Estrategia de calefacción



\*Ejemplo vehículo con LSU 4.21

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Estrategia de calefacción



\*Ejemplo vehículo con LSU 4.21

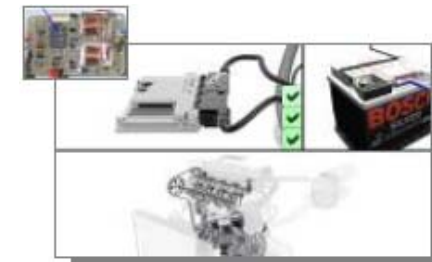
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Estrategia de calefacción

¿Qué ocurre en un vehículo con función Start & Stop durante la fase de stop?

Las sondas lambda de aplicación en los vehículos con sistemas Start & Stop son adecuadas para la operación de arranque-parada.

El sensor tiene que ser calentado durante toda la fase de parada.



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Circuito CJ125. Diagnosis

Diagnosis:

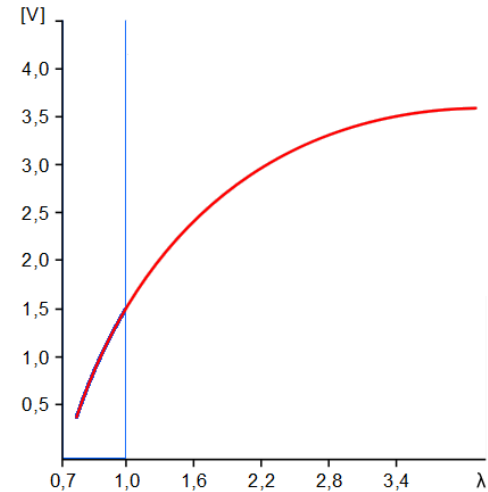
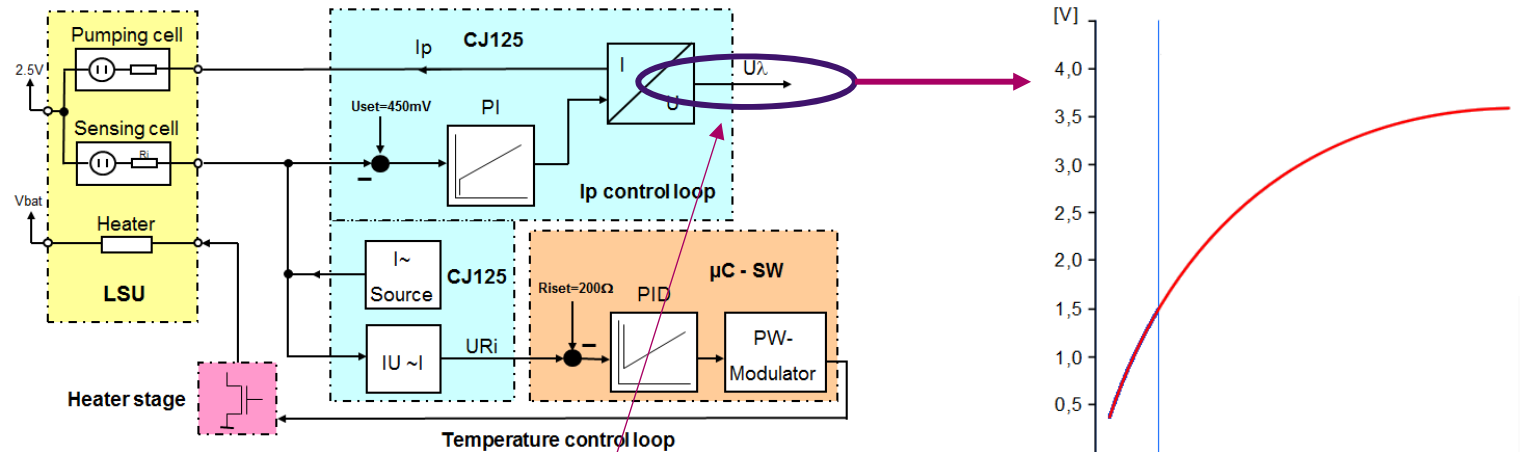
- Supervisión de las 4 líneas del sensor
- Supervisión de la etapa de potencia de la calefacción
- Protección contra funcionamiento inadecuado
- Almacenamiento de fallos
- Cada entrada de fallos conduce a la desconexión de la corriente de bombeo y de la masa virtual

<b>Etapa de calefacción</b>	<b>Corriente de bombeo</b>	<b>Tensión célula Nernst</b>	<b>Masa virtual</b>
Cortocircuito a masa	Cortocircuito a masa	Cortocircuito a masa	Cortocircuito a masa
Cortocircuito a positivo	Cortocircuito a positivo	Cortocircuito a positivo	Cortocircuito a positivo
Circuito abierto	*Circuito abierto	*Circuito abierto	*Circuito abierto

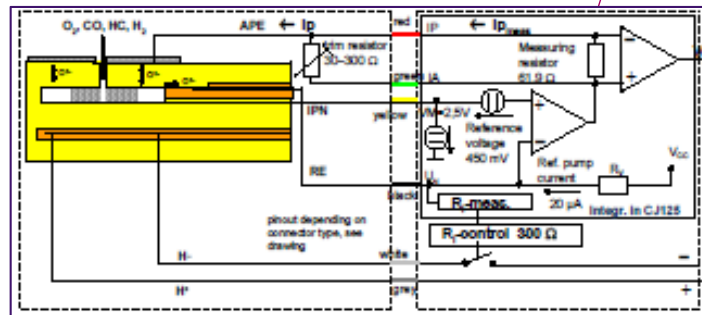
\*Circuito abierto detectado por algoritmos de software

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Circuito CJ 125. Valores reales tensión sonda lambda



\*Circuito simplificado



Valores reales

Tensión s. lambda (línea1 - sensor1)

Valor nominal/estatus:

1,4...1,6 V Real: V

El valor depende del contenido de oxígeno residual en los gases de escape.

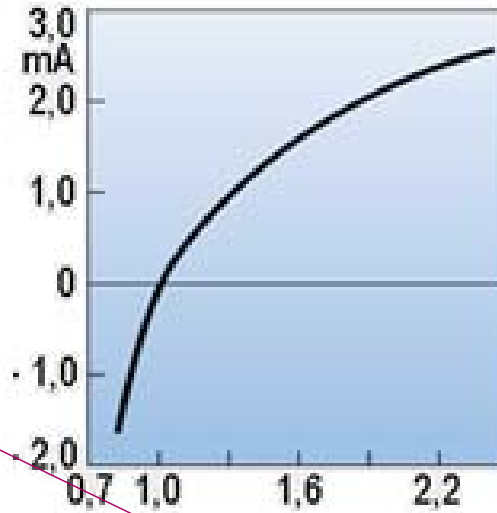
Si la mezcla de aire y combustible es rica, la tensión se encuentra bajo 1,5 V.

Si la mezcla de aire y combustible es pobre, la tensión se encuentra sobre 1,5 V.

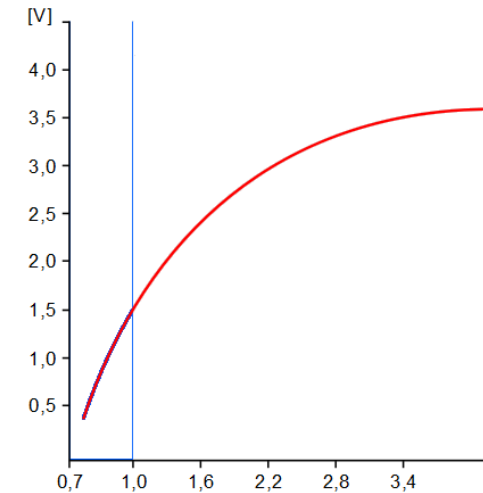
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Sonda lambda de banda ancha LSU

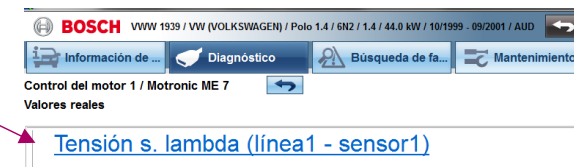
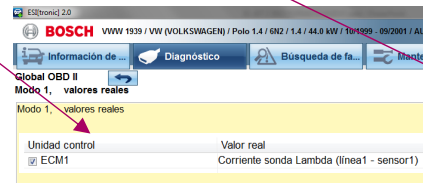
Accuracy at Lambda 1	1.016 ± 0.007	
Accuracy at Lambda 1.7	1.70 ± 0.05	
IP	U <sub>s</sub> [V]	Lambda
-1.243	0.192	0.750
-0.927	0.525	0.800
-0.800	0.658	0.822
-0.652	0.814	0.850
-0.405	1.074	0.900
-0.183	1.307	0.950
-0.106	1.388	0.970
-0.040	1.458	0.990
0	1.500	1.003
0.015	1.515	1.010
0.097	1.602	1.050
0.193	1.703	1.100
0.250	1.763	1.132
0.329	1.846	1.179
0.671	2.206	1.429
0.938	2.487	1.701
1.150	2.710	1.990
1.385	2.958	2.434
1.700	3.289	3.413
2.000	3.605	5.391
2.150	3.762	7.506
2.250	3.868	10.119



Curva intensidad señal/relación lambda.  
OBD

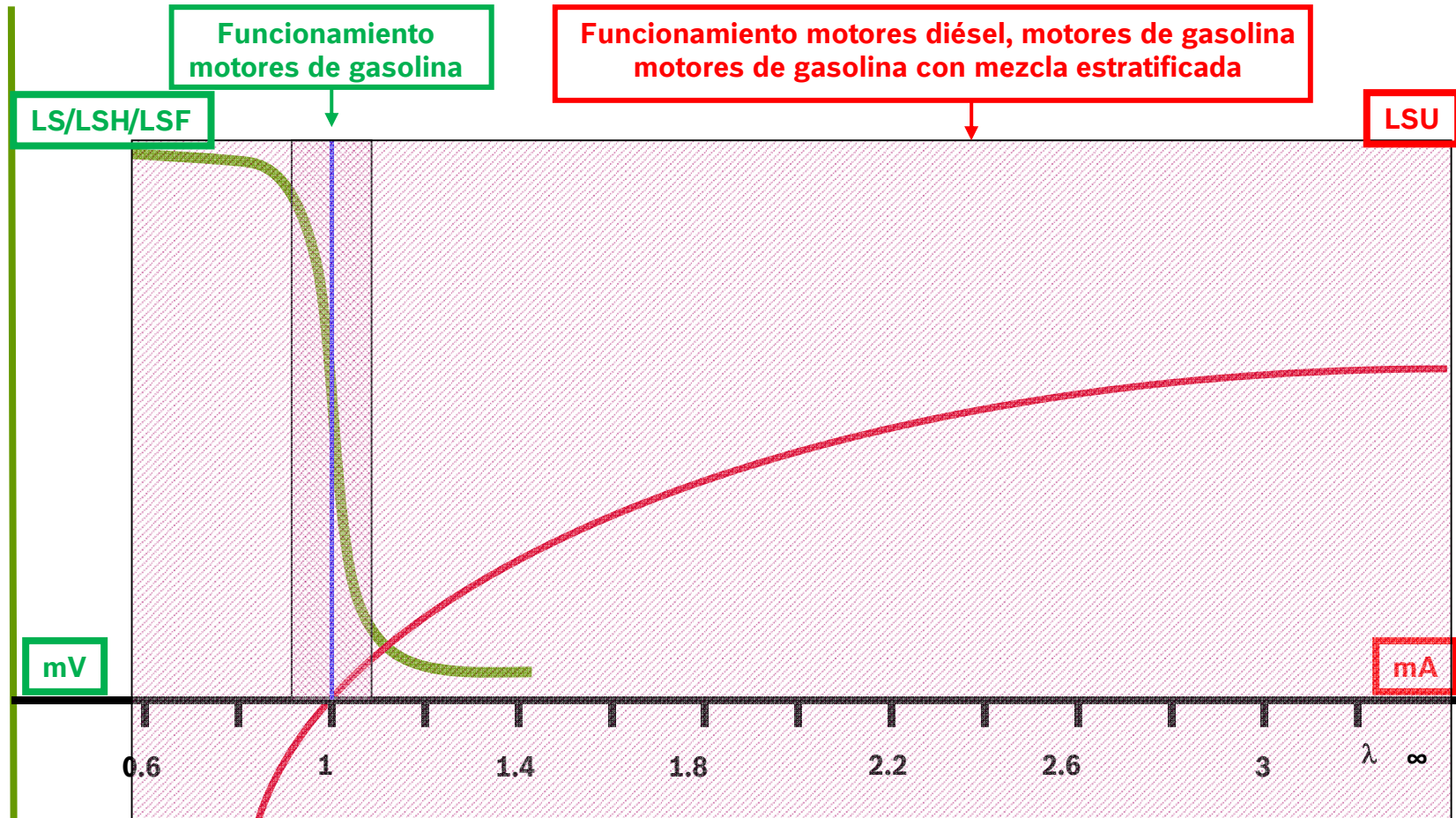


Curva tensión señal/relación lambda  
Motronic



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Rango de aplicación LS/LSH/LSF y LSU



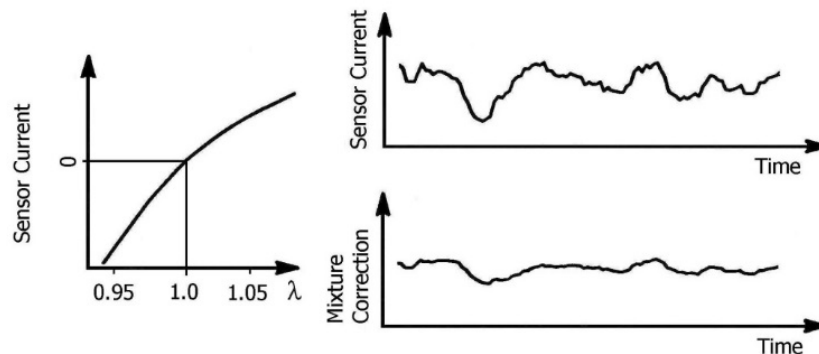
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Rango de aplicación LS/LSH/LSF y LSU

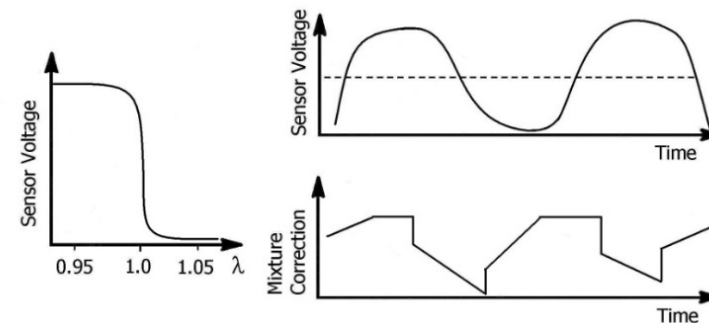
El rango de medición de las sondas lambdas de saltos está en una zona muy próxima a lambda 1 y para las sondas lambdas de banda ancha desde 0.6 hasta  $\infty$

¿Cuáles son las principales ventajas de la sonda lambda de banda ancha con respecto a la sonda lambda de dos puntos?

La sonda de banda ancha es idónea para la regulación lambda en motores de gasolina, motores de gasolina pobres, motores diésel y motores a gas y la regulación lambda se realiza de forma continua.



Regulación lambda con sonda lambda de banda ancha



Regulación lambda con sonda lambda de dos puntos

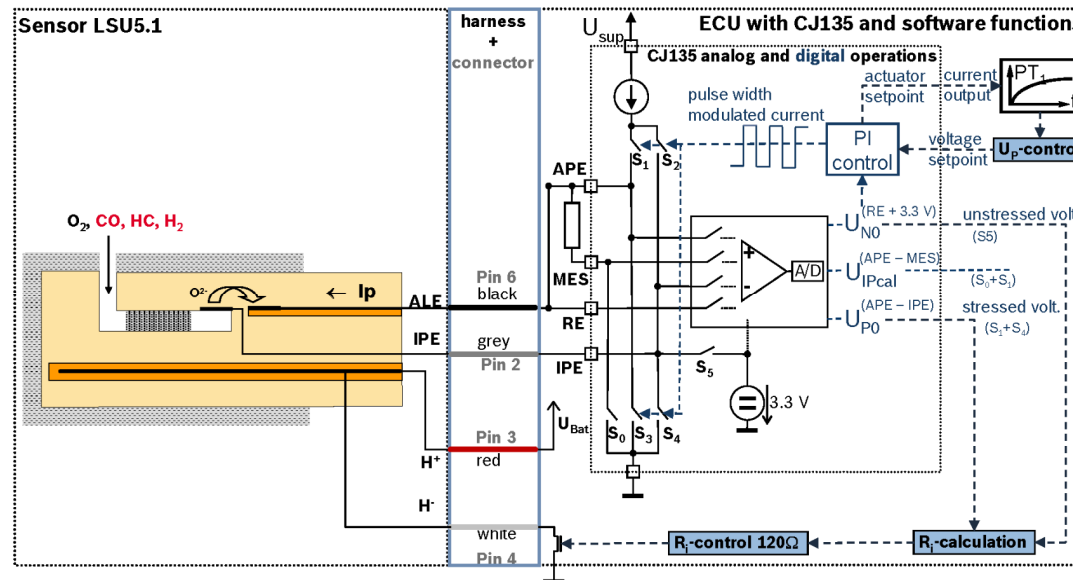
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Aplicación en diésel LSU

Bosch ofrece tres diferentes sensores para aplicación en motores diésel

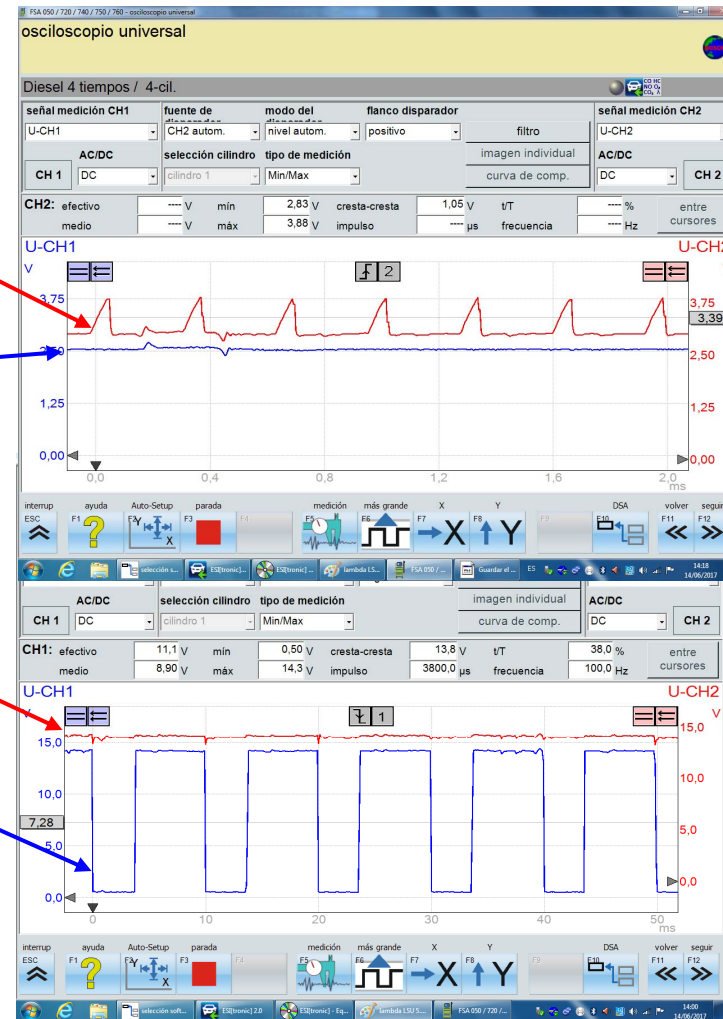
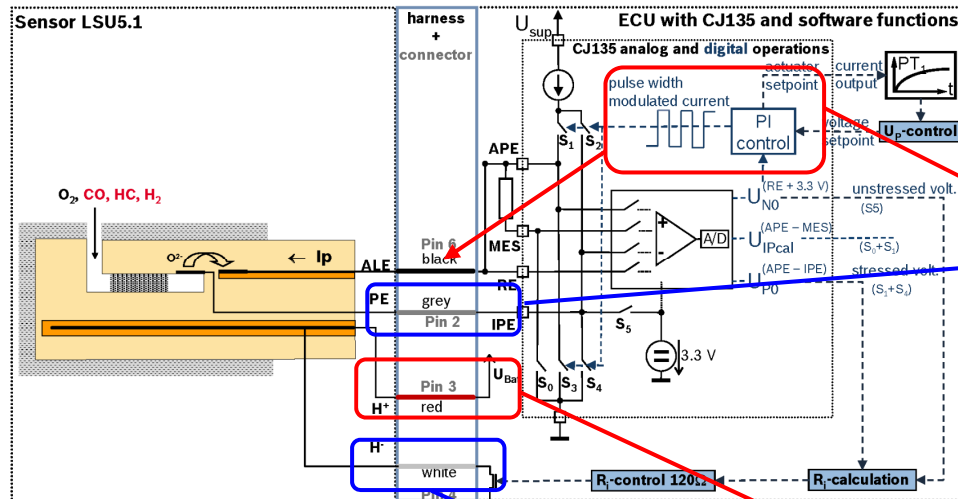
- LSU 4.9
- LSU 5.1
- LSU ADV

LSU 4.9 es una sonda lambda de aplicación en motores de Gasolina y Diésel  
LSU 5.1 y LSU ADV son sensores de aplicación específica en motores Diésel



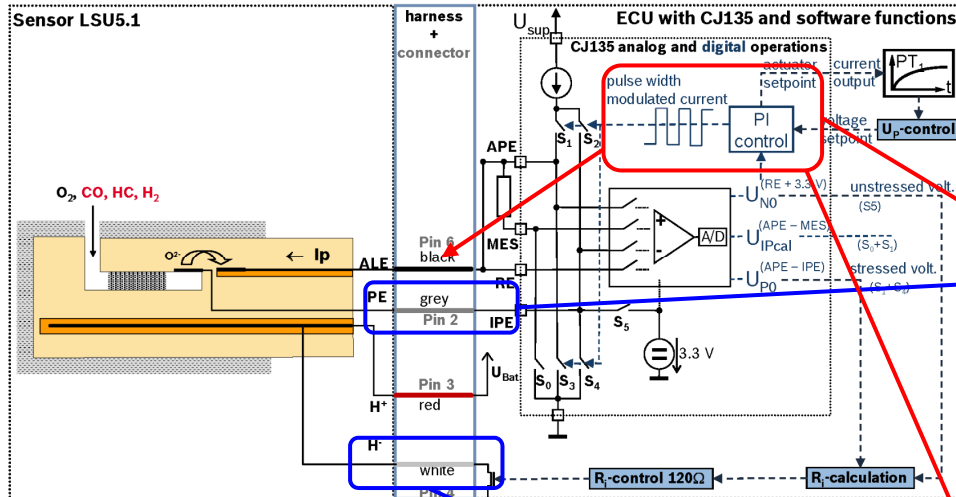
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Aplicación en diésel LSU 5.1



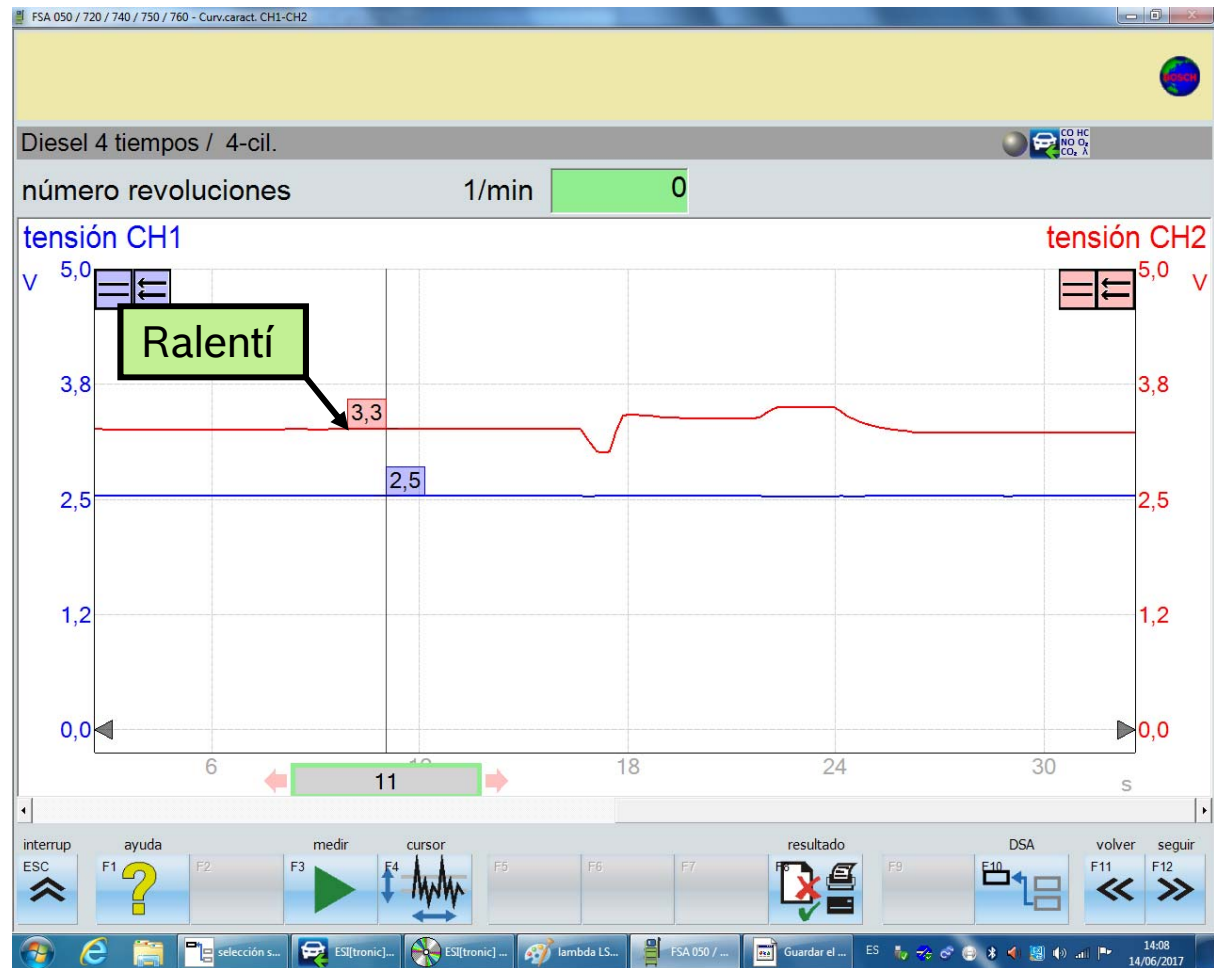
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Aplicación en diésel LSU 5.1



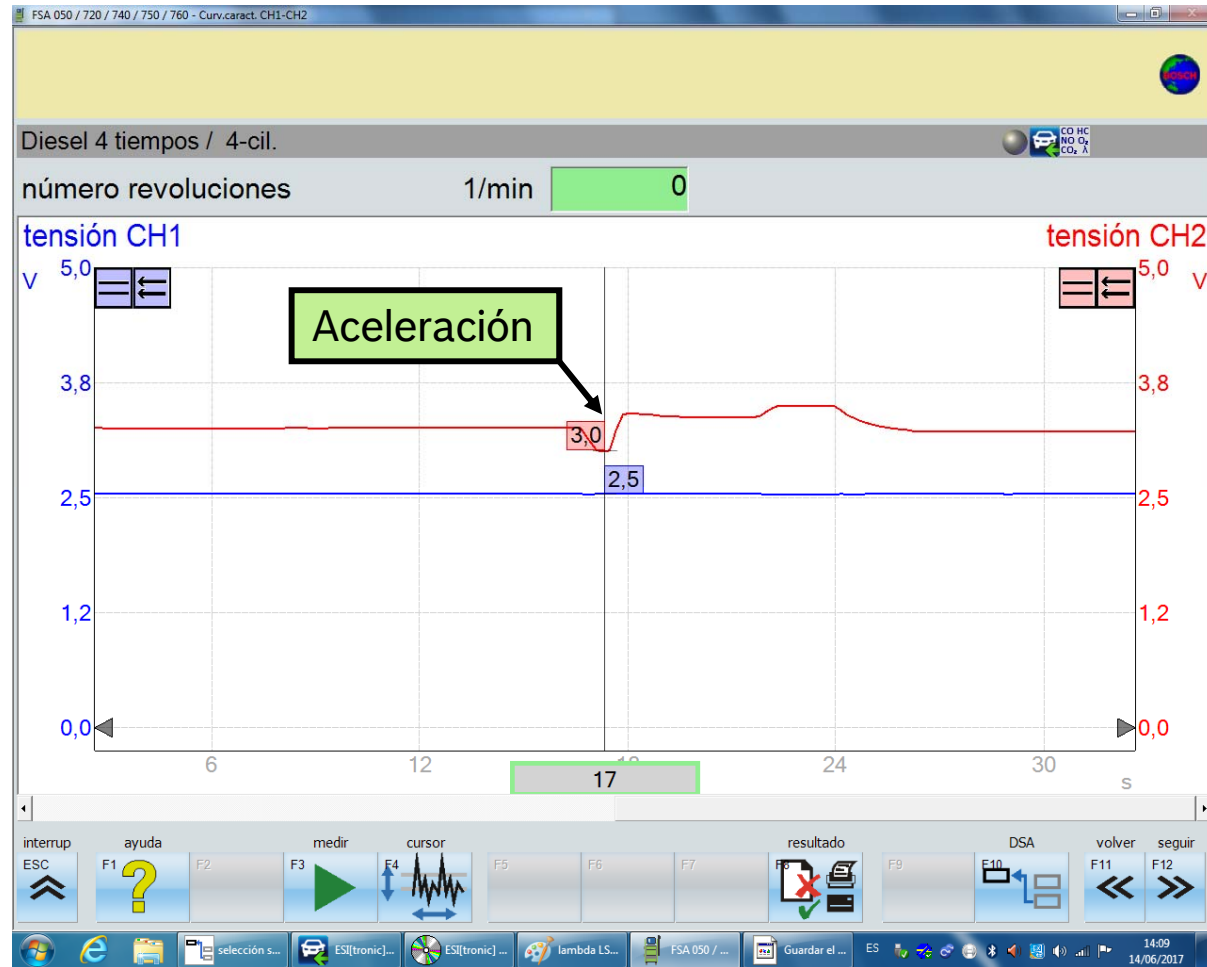
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Aplicación en diésel LSU 5.1



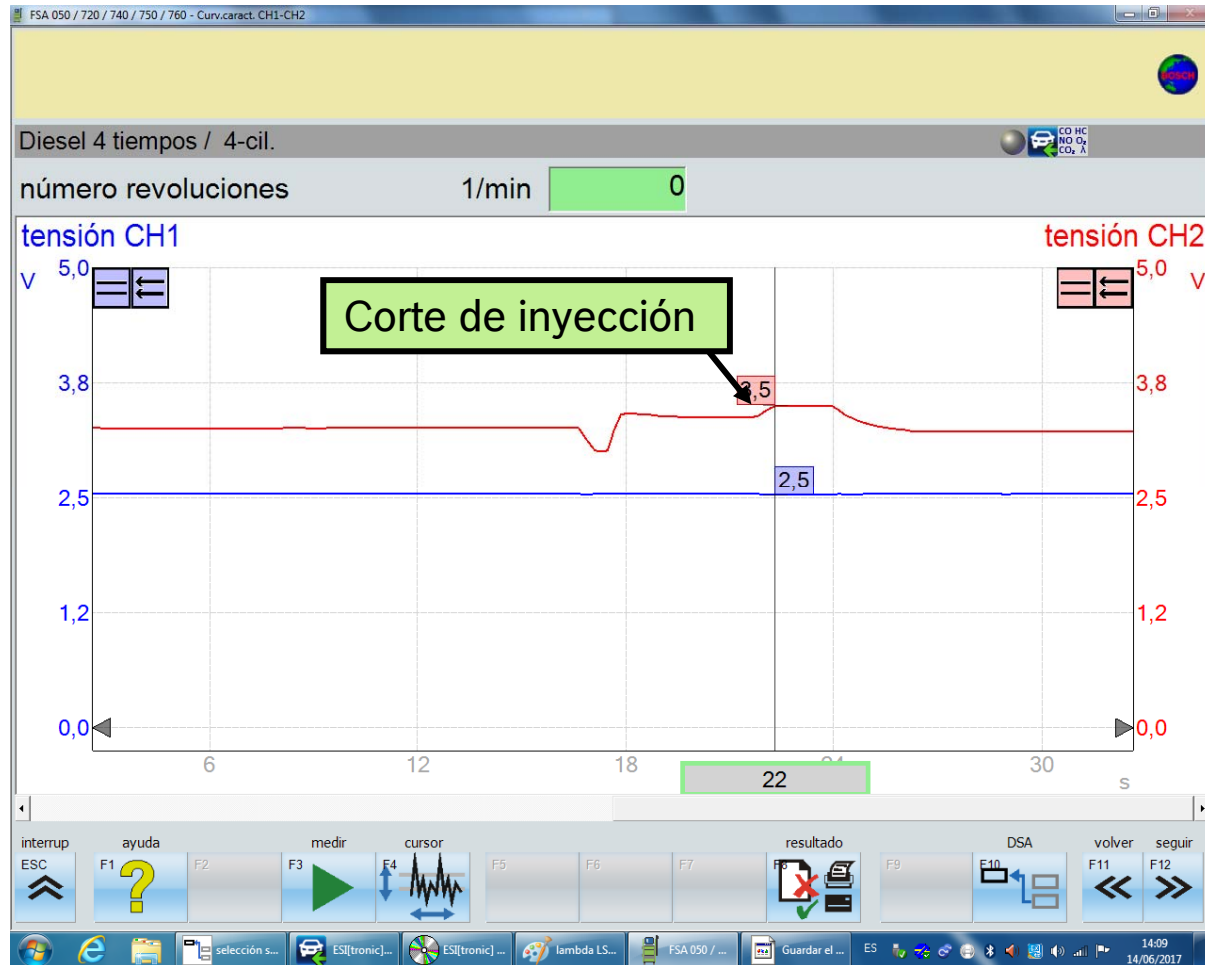
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Aplicación en diésel LSU 5.1



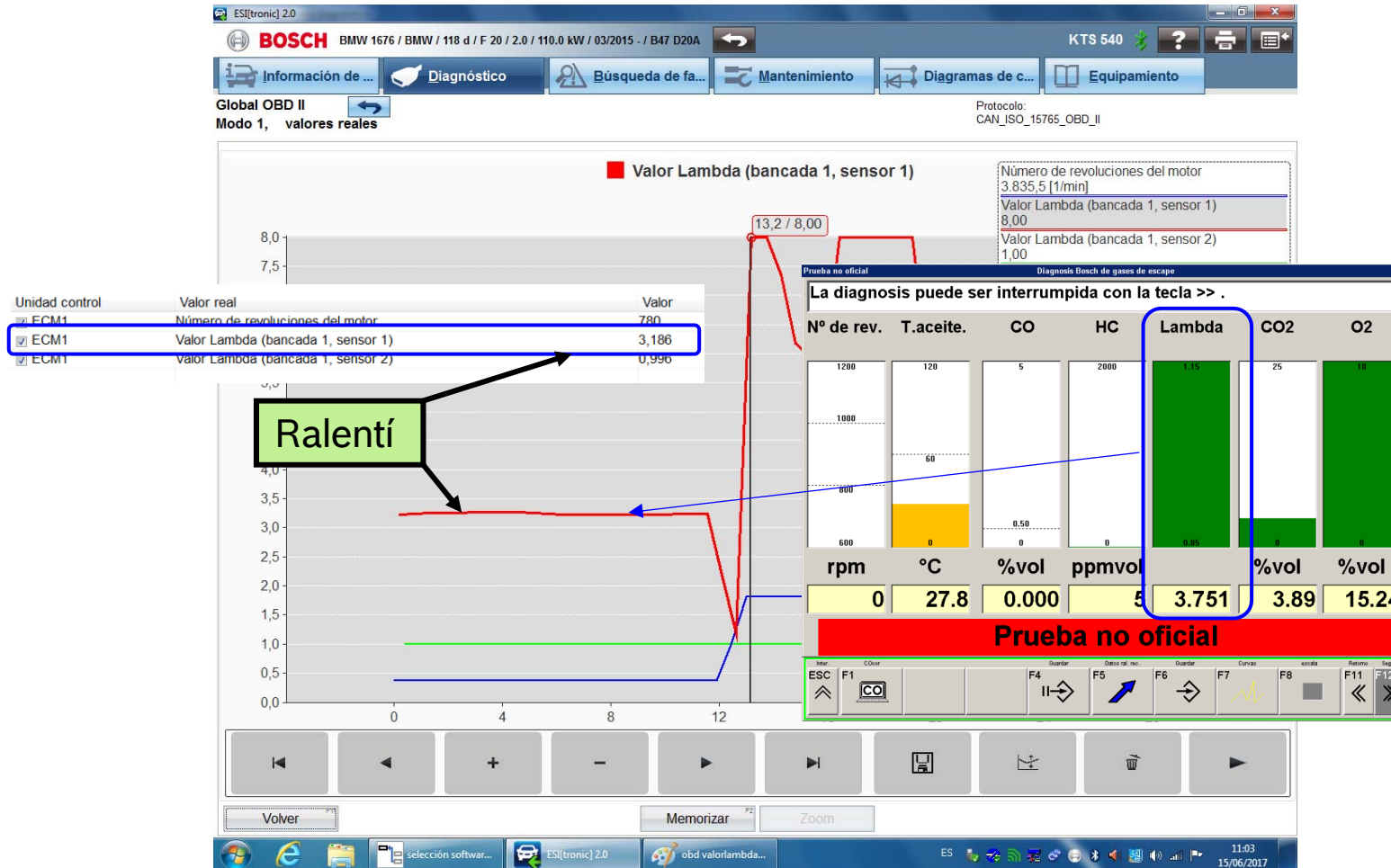
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Aplicación en diésel LSU 5.1



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Aplicación en diésel LSU 5.1



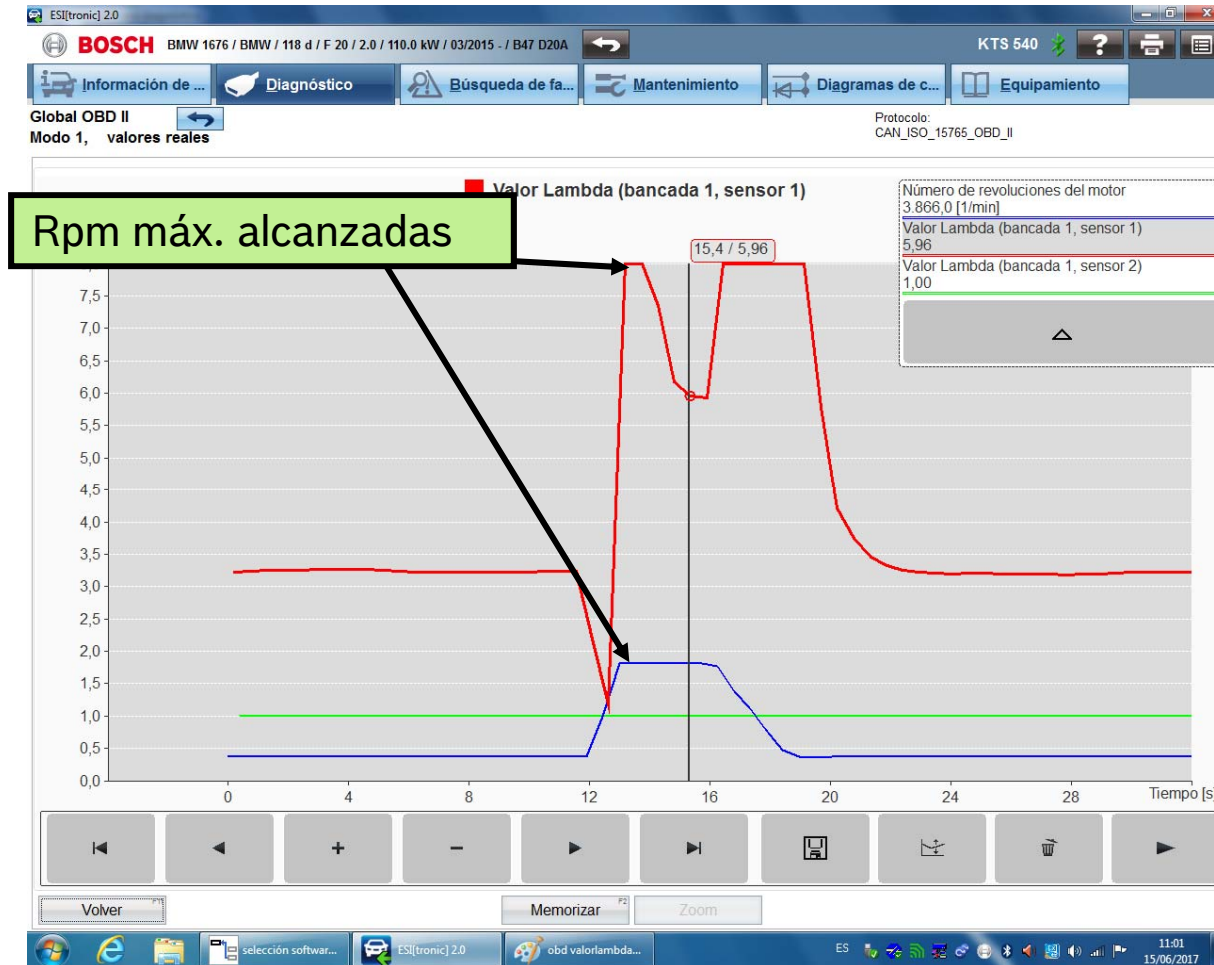
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Aplicación en diésel LSU 5.1



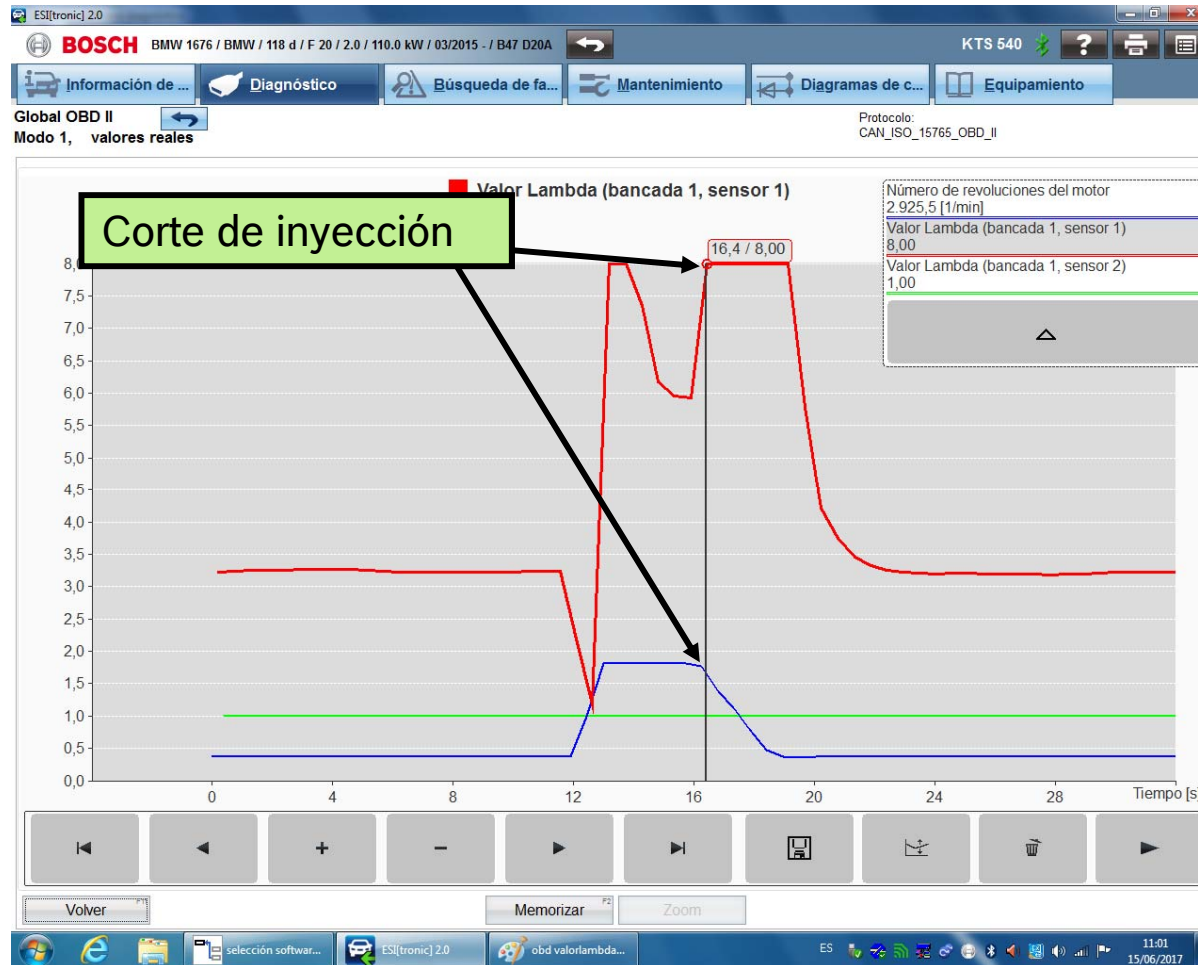
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Aplicación en diésel LSU 5.1



# Sonda lambda 40 años de evolución

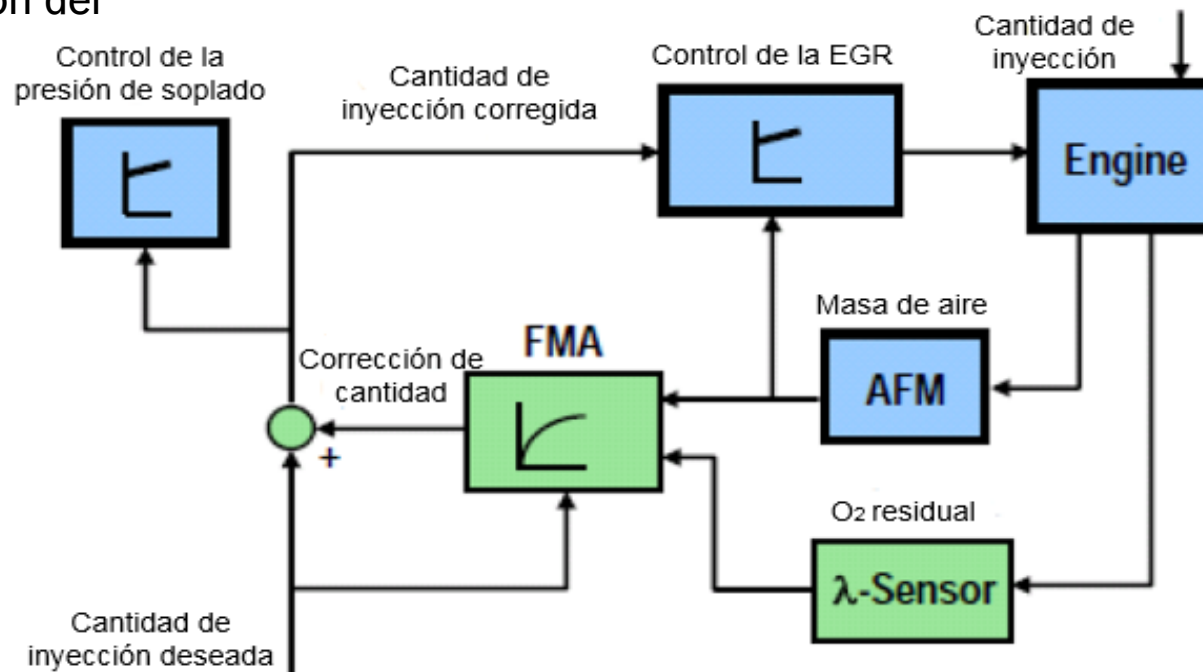
## Aplicación en diésel LSU 5.1



# Sonda lambda 40 años de evolución

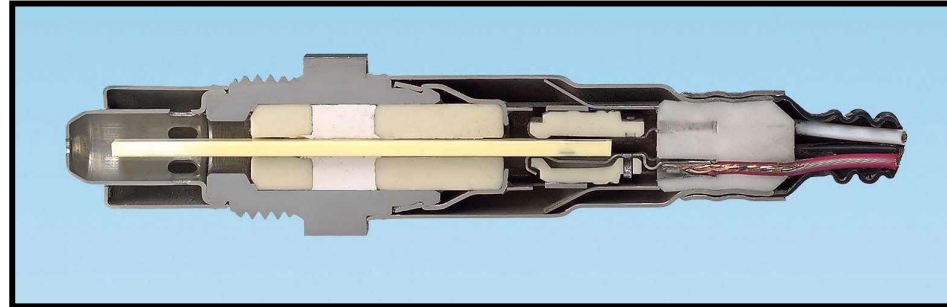
## Aplicación en diésel LSU

- Reducción de la tolerancia de las emisiones brutas mediante la adaptación de la recirculación de los gases de escape.
- Reducción de formación de humo a plena carga y protección de componentes por limitación de la masa de combustible
- Disminución de ruido de la combustión por calibración de la preinyección
- Apoyo para la gestión del DPF y NSC



# Sonda lambda 40 años de evolución

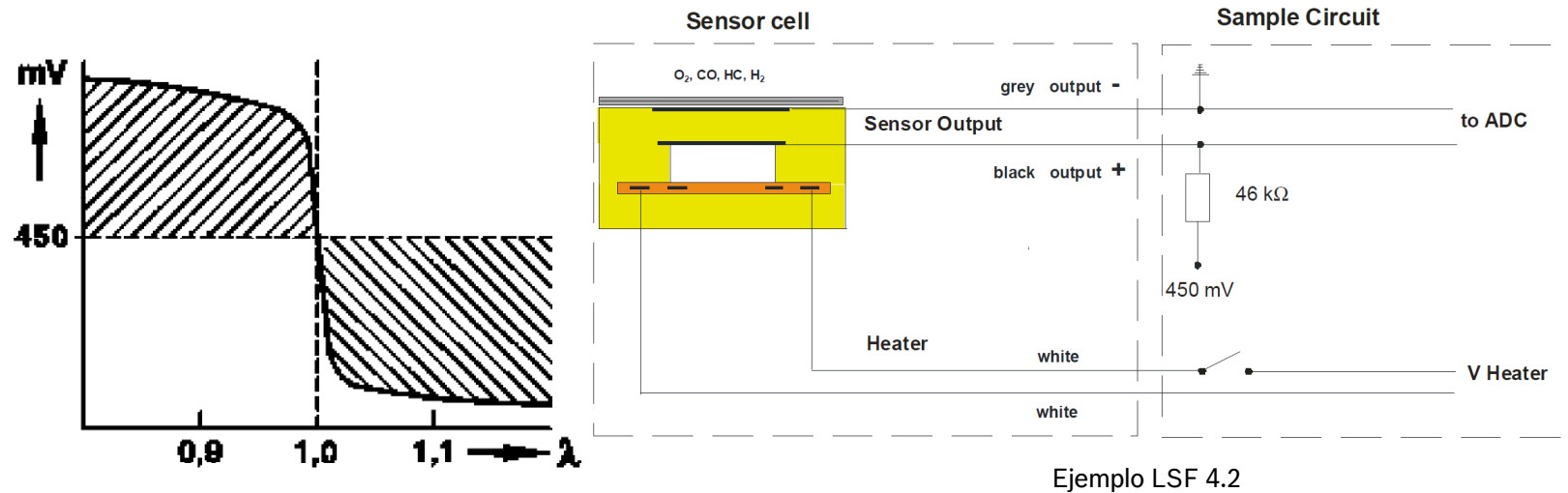
## Sonda lambda LSU



- Medición precisa en un amplio rango  $0,65\lambda$  hasta infinito
- Control lambda lineal continuo posible
- Más eficiente utilización del convertidor catalítico
- Excelente envejecimiento, vida útil hasta 250.000km
- Aplicación motores Diesel y gasolina

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Contratensión lambda



¿Qué es la contra tensión lambda? ¿Cuál es su valor?

La tensión generada por la unidad de control para evaluación de la señal generada por la sonda lambda. El valor de la contra tensión es 450mV aprox.

¿Cómo se comprueba la contra tensión?

Desconectando la sonda lambda y medir en el/los cable/s que viene/n de la unidad (al negro y al gris)

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Importancia de la masa aislada

En caso de cortocircuito de la señal de la sonda contra masa, la unidad de control conmuta la regulación lambda a un servicio de mando valor medio  $\lambda$ . De esta forma se evita un elevado consumo de combustible y emisiones contaminantes elevadas.

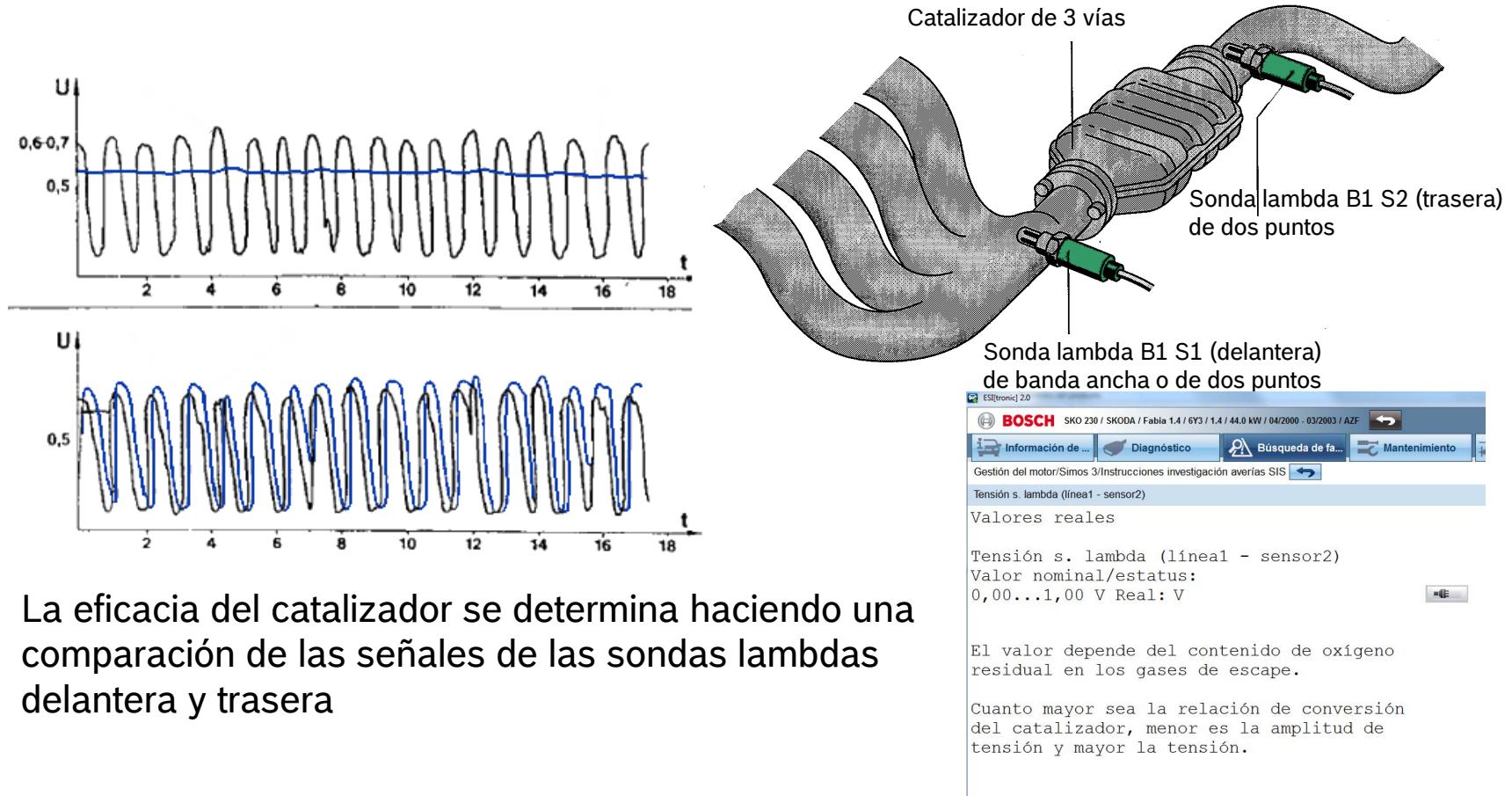
Ejemplo:

ME1.0 la masa para la señal de la sonda lambda se ha elevado a 0.71v en contraste con la masa del vehículo (aplicación Mercedes Benz)



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Supervisión del catalizador

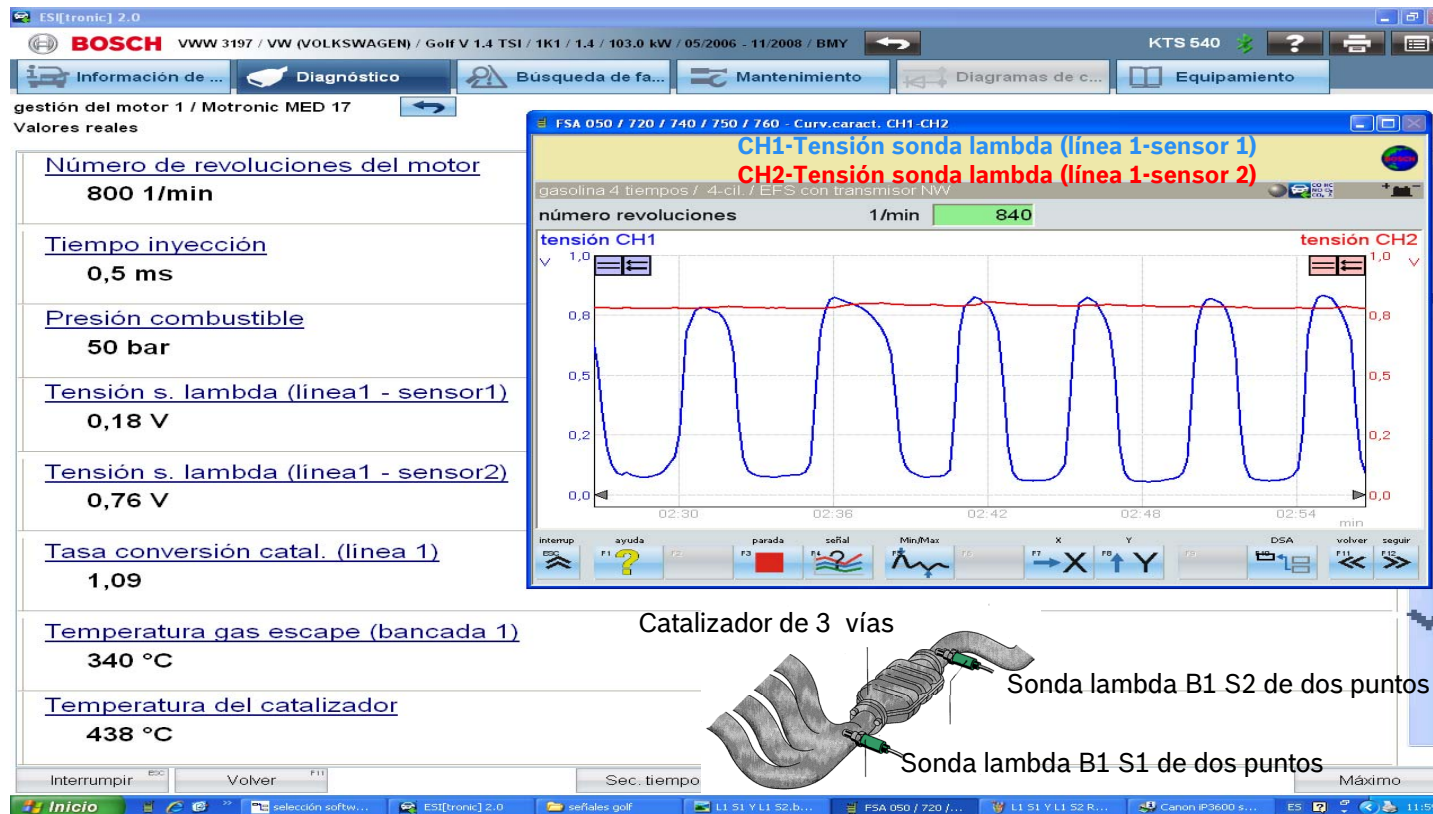


La eficacia del catalizador se determina haciendo una comparación de las señales de las sondas lambda delantera y trasera

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Supervisión del catalizador

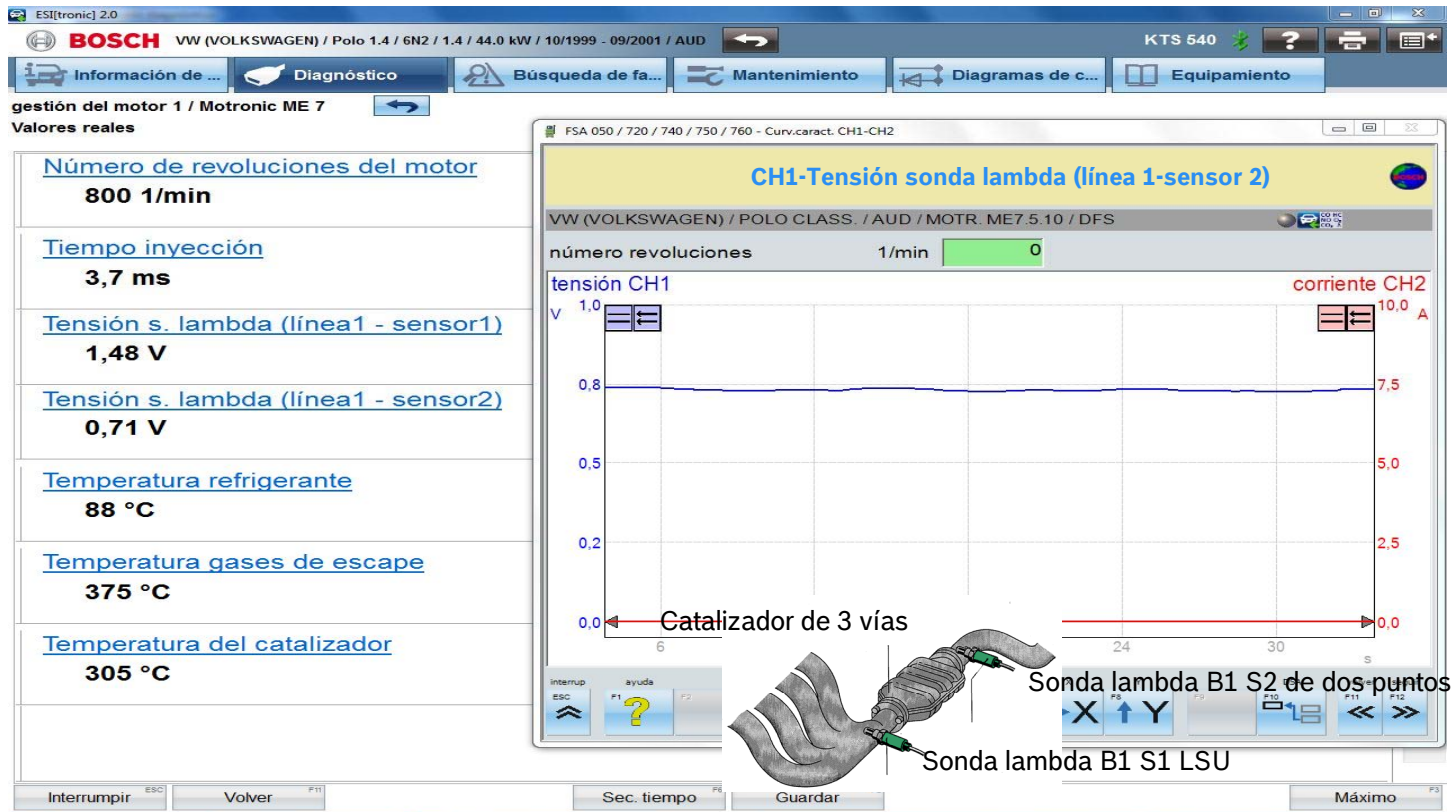
¿Cómo se encuentra el catalizador de este vehículo?



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Supervisión del catalizador

¿Cómo se encuentra el catalizador de este vehículo?



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Código de colores

LS



1 cable — 1 negro.....señal

LS



2 cables — 1 cable negro.....señal  
1 cable gris.....masa

LSH



3 cables — 1 cable negro.....señal  
2 cables blancos.....calefacción

LSH/LSF



4 cables — 1 cable negro.....señal  
1 cable gris.....masa  
2 cables blancos.....calefacción

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Código de colores

LSU



- 5 cables
- 1 cable rojo.....corriente de bombeo
  - 1 cable amarillo.....masa virtual
  - 1 cable negro.....tensión Nernst
  - 1 cable blanco.....-calefacción
  - 1 cable gris.....+calefacción

- 6 cables
- 1 cable rojo.....corriente de bombeo
  - 1 cable verde.....resistencia de compensación
  - 1 cable amarillo.....masa virtual
  - 1 cable negro.....tensión Nernst
  - 1 cable blanco.....-calefacción
  - 1 cable gris.....+calefacción

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Código de colores

LSU



4 cables

- 1 cable negro.....corriente de bombeo
- 1 cable gris.....electrodo de referencia
- 1 cable rojo.....+calefacción
- 1 cable blanco.....-calefacción

LSF Xfour



4 cables

- 1 cable negro.....señal
- 1 cable gris.....masa
- 1 cable rojo.....+calefacción
- 1 cable blanco.....-calefacción

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Conector patentado para programa de recambio universal



Referencia sensor	Referencia corta	Tipo sensor	Nº sensores reemplazados
0 258 986 501	LS01	dedal	38
0 258 986 502	LS02	dedal	218
0 258 986 503	LS03	dedal	135
0 258 986 504	LS04	dedal	64
0 258 986 505	LS05	dedal	213
0 258 986 506	LS06	dedal	115
0 258 986 507	LS07	dedal	182
0 258 986 602	LS602	planar	493
0 258 986 615	LS615	planar	307
			1765



Sensor tipo "dedal"

Sensor tipo planar

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Conector patentado para programa de recambio universal



Sensor tipo "dedal"

Referencia sensor	Referencia corta	Calefacción	Nº cables	Masa
0 258 986 501	LS01	no	1	cuerpo
0 258 986 502	LS02	si 12W	3	cuerpo
0 258 986 503	LS03	si 18W	4	cuerpo
0 258 986 504	LS04	si 18W	3	cuerpo
0 258 986 505	LS05	si 18W	4	aislada
0 258 986 506	LS06	si 12W	4	cuerpo
0 258 986 507	LS07	si 12W	4	aislada
0 258 986 602	LS602	si 7W	4	aislada
0 258 986 615	LS615	si 7W	4	aislada



Sensor tipo planar

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Código de colores

Programa de recambio universal






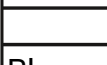


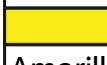






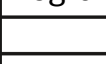


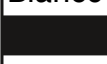
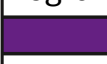


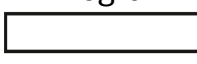

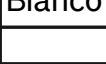
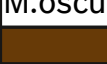

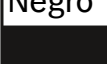
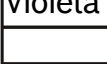
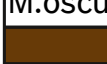
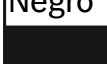
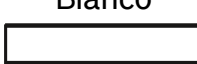


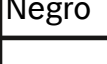


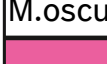




 **BOSCH**

Sonda original  
BOSCH

Sonda original no BOSCH

Sonda recambio  
universal BOSCH

									
<b>+</b>								   	
									
									
<b>-</b>									
	Negro	Violeta	Azul	Blanco	Negro	Violeta	Amarillo	Negro	
	Blanco	M.oscuro	Negro	Negro	Violeta	M.oscuro	Negro	Blanco	
	Blanco	M.oscuro	Negro	Negro	Blanco	M.oscuro	Negro	Blanco	
	Gris	M.claro	Blanco	Verde	Gris	Rosa	Verde	Gris	



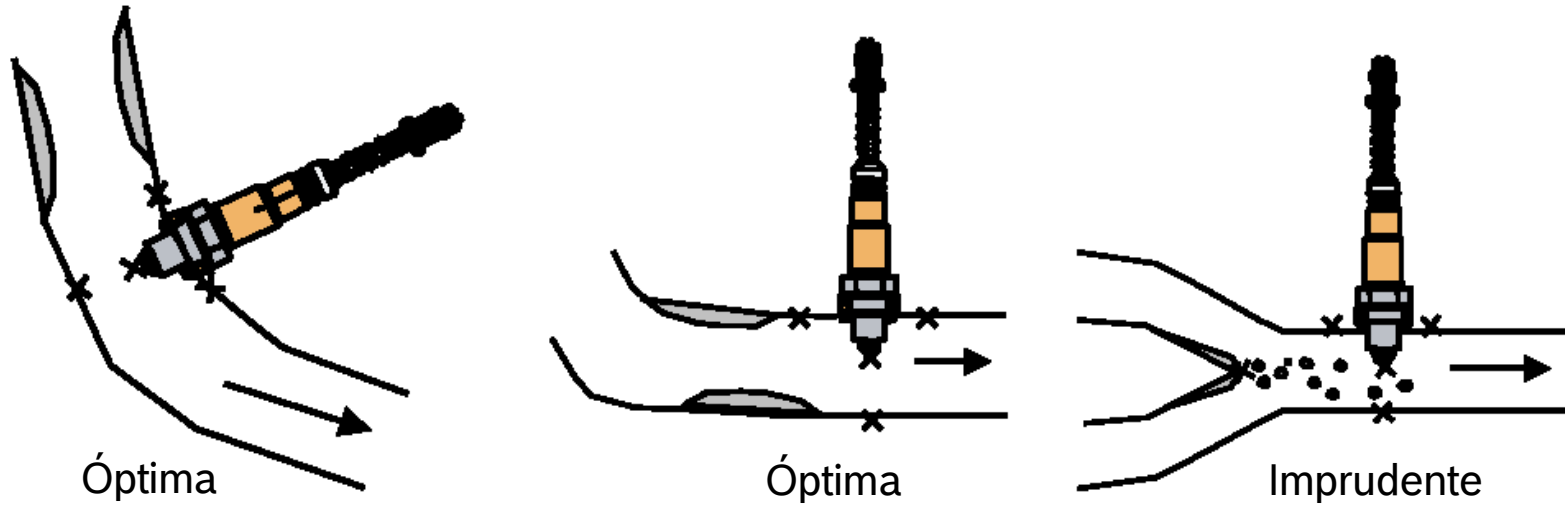
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Conector patentado para programa de recambio universal



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Condiciones de montaje punto de ubicación en el escape



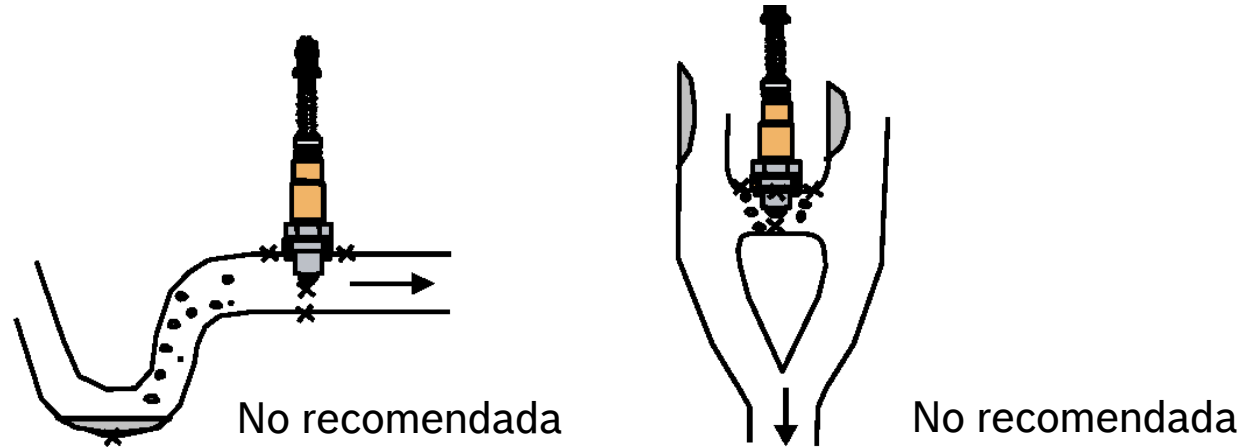
+ Medición de temperatura en el lugar de ubicación



 Puntos de acumulación de condensación

 Dirección flujo gas de escape

# Sonda lambda 40 años de evolución

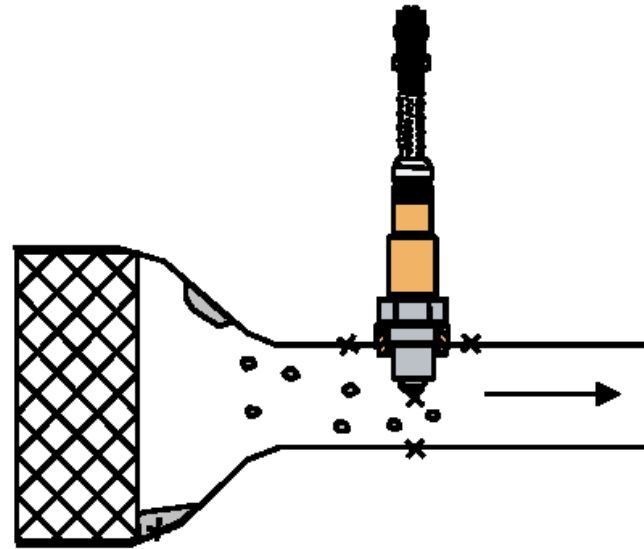
## Condiciones de montaje punto de ubicación en el escape




- + Medición de temperatura en el lugar de ubicación
-  Puntos de acumulación de condensación
-  Dirección flujo gas de escape

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Condiciones de montaje punto de ubicación en el escape



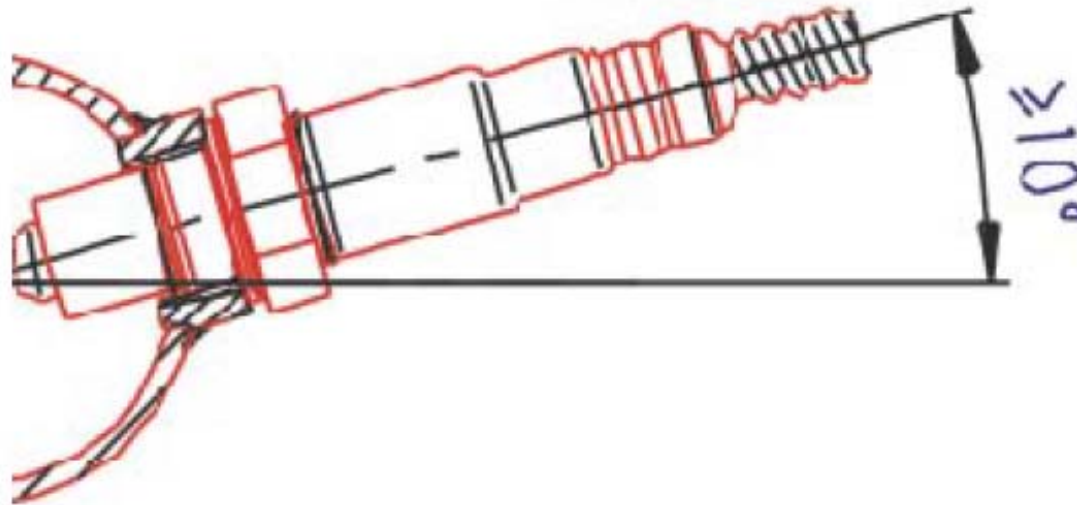
+ Medición de temperatura en el lugar de ubicación

 Puntos de acumulación de condensación

 Dirección flujo gas de escape

# Sonda lambda 40 años de evolución

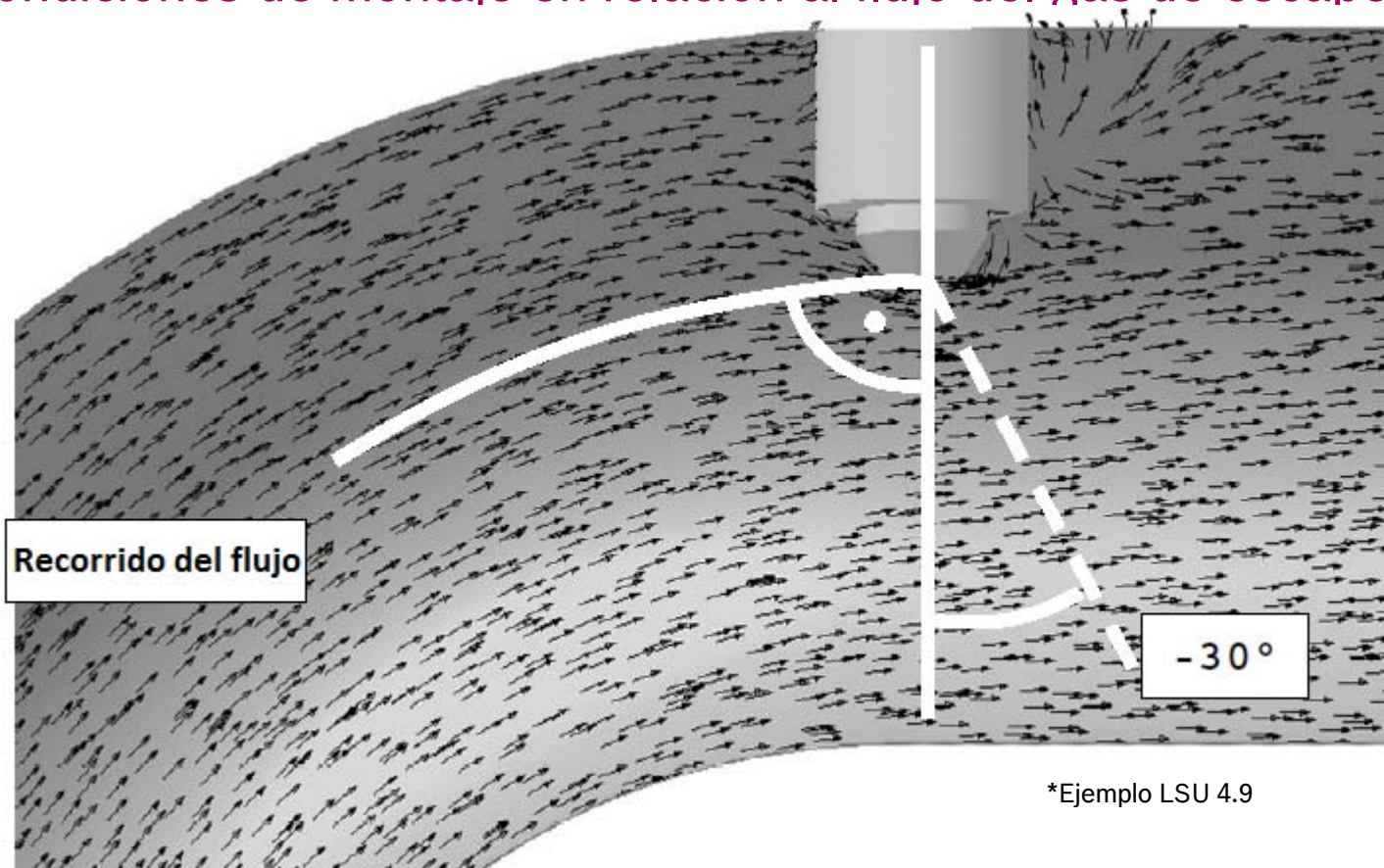
## Condiciones de montaje en relación a la horizontal



Posición de montaje máxima admisible en relación a la horizontal

# Sonda lambda 40 años de evolución

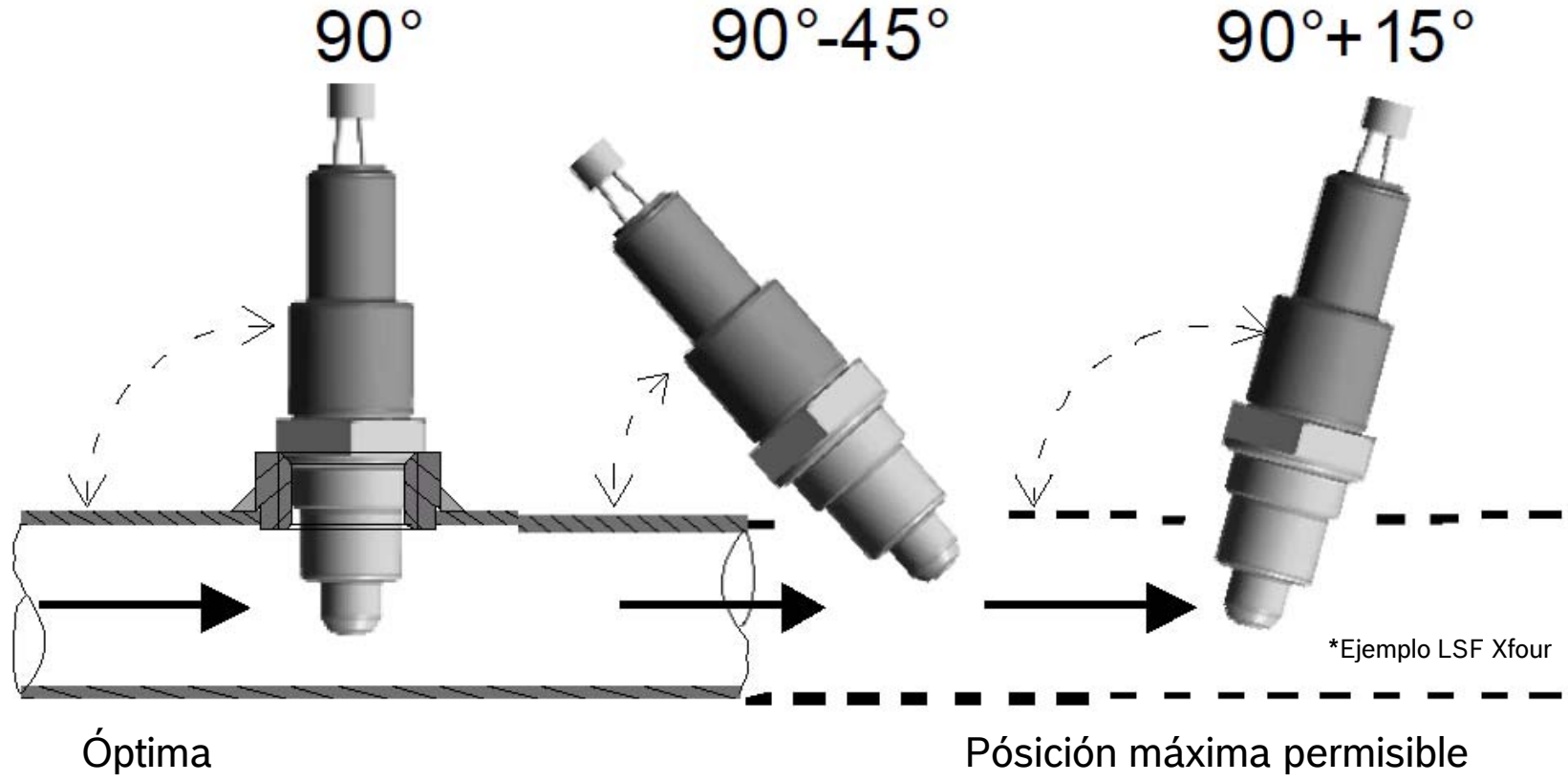
## Condiciones de montaje en relación al flujo del gas de escape



Posición de montaje máxima admisible en relación al flujo del gas de escape

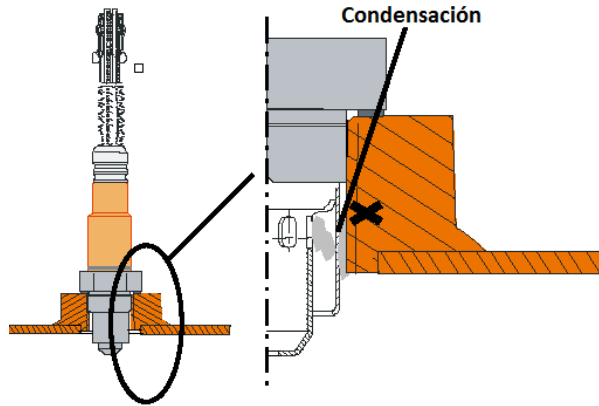
# Sonda lambda 40 años de evolución

## Condiciones de montaje en relación al flujo del gas de escape

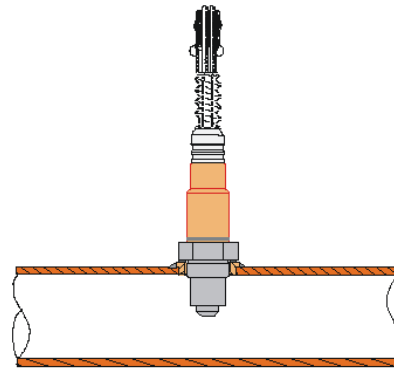


# Sonda lambda 40 años de evolución

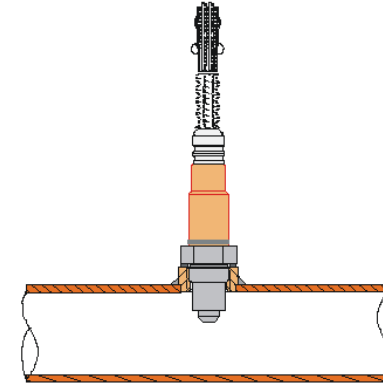
## Condiciones de montaje en relación a la profundidad del sensor



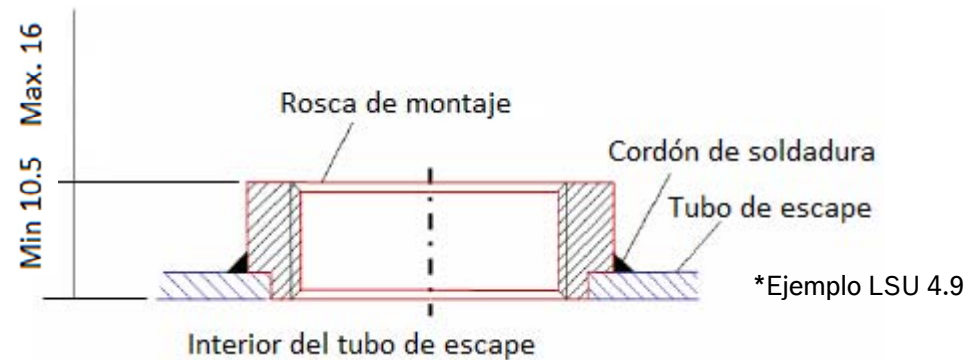
Desfavorable rosca demasiado ancha



Desfavorable rosca demasiado estrecha

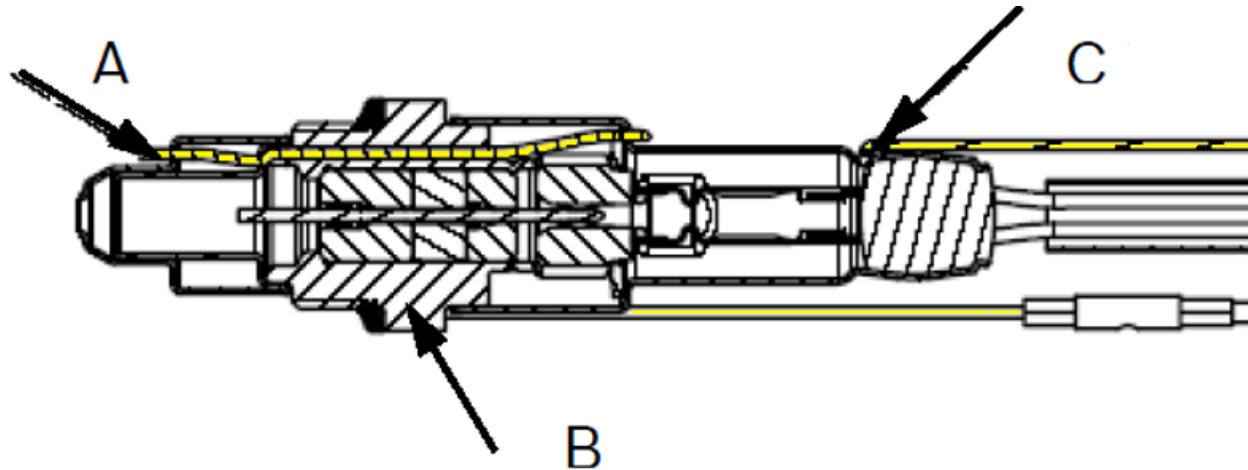


Óptima



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Medición de temperatura



### Maximum operating temperatures

Exhaust gas $T_{\text{Exhaustgas}}$ (max. 300h accumulated over life time)	$\leq 1030^{\circ}\text{C}$
Hexagon of sensor housing $T_{\text{Hexagon}}$ (max. 300h accumulated over life time)	$\leq 700^{\circ}\text{C}$
Cable grommet $T_{\text{Grommet}}$ (max. 40h accumulated over life time)	$\leq 280^{\circ}\text{C}$
Cable and protective sleeve (max. 40h accumulated over life time)	$\leq 280^{\circ}\text{C}$

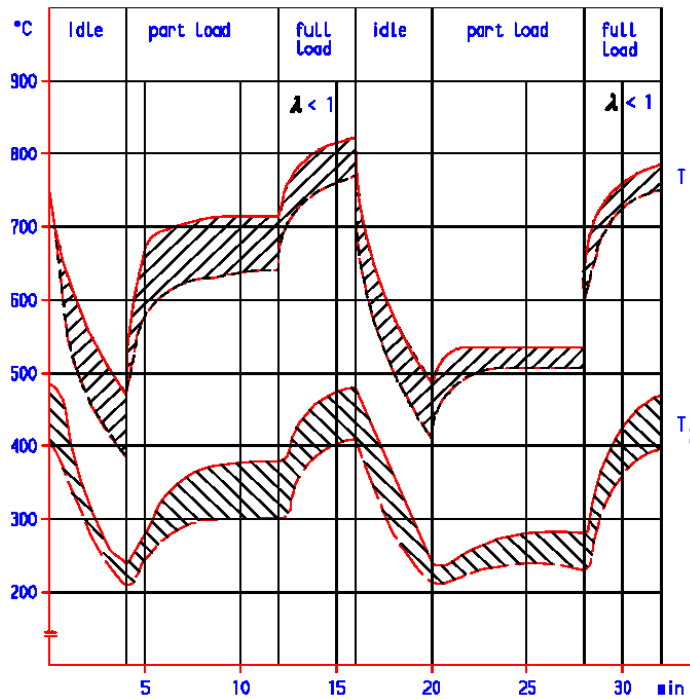
### Continuous operating temperatures

Exhaust gas $T_{\text{Exhaustgas}}$	$\leq 980^{\circ}\text{C}$
Hexagon of sensor housing $T_{\text{Hexagon}}$	$\leq 650^{\circ}\text{C}$
Cable grommet $T_{\text{Grommet}}$	$\leq 250^{\circ}\text{C}$
Cable and protective sleeve	$\leq 250^{\circ}\text{C}$

# Sonda lambda 40 años de evolución

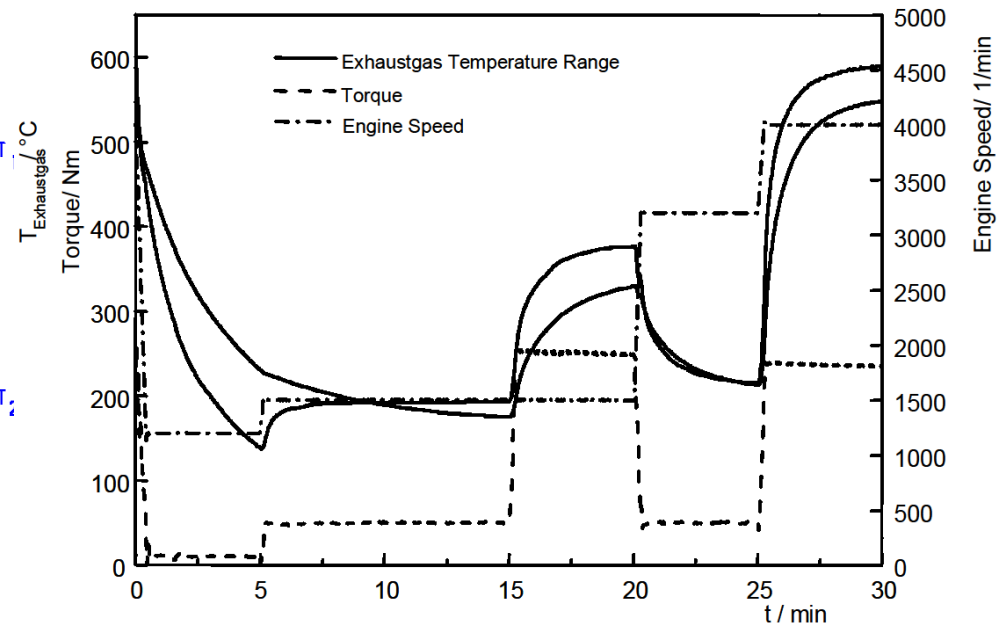
## Test de resistencia

Gasolina



T1 temperatura de gases  
T2 temperatura en el hexágono

Diésel



Duración del test hasta 3000h

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Test de resistencia

Envejecimiento por operación continuada con aire

Duración del test... 100h

Desviación máxima admisible  $\leq 7\%$

Test de sensibilidad al azufre en el combustible

Duración del test... 500h

Temperatura gas de escape... 200°C

Cantidad de azufre añadido... 188g

Desviación acorde a la tolerancia máxima

Test de sensibilidad al silicio en el combustible

Gasolina

Duración del test... 6h

Temperatura gas de escape ... 400°C

Cantidad de silicio añadido... 0.79g

Desviación acorde a la tolerancia máxima

Diesel

Duración del test... 750h

Cantidad de silicio añadido... 20g

Desviación acorde a la tolerancia máxima



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Test de resistencia

Test de sensibilidad a la Cerina y aditivos con Hierro en el combustible diésel

Duración del test... 750h

Cantidad de Hierro añadido...227.5g

Cantidad de Cerina añadida...530g

Test de sensibilidad al aceite

Duración del test... 100h

Temperatura gas de escape... { 30minutos/400°C  
30minutos/700°C

Cantidad de aceite añadido diluido en combustible...91g

Desviación acorde a la tolerancia máxima

Test de exposición a cambios extremos de temperatura

Duración del test... 30minutos a cada temperatura

Temperatura...-30°C

Temperatura...+130°C

Nº de ciclos...250

Desviación acorde a la tolerancia máxima

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Test de resistencia

### Test de inmersión en agua

Duración del test... 30minutos

Nivel del agua...150mm por encima de la salida de los cables del sensor

### Test tras empapararlo en combustible

Tiempo de empapado en combustible...2h

Tiempo de monitorización de la señal después del empapado...2h

### Test de impacto por caída

Caída al suelo desde 1m de altura...1vez

### -Test de tracción de cables

-Test de resistencia a la corrosión en una atmósfera de Dióxido de Azufre

-Test de vibraciones

-Test de estanqueidad

-Test de ciclo de calor húmedo

-Etc...

Vida útil estimada 250.000km/15 años

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Test en vehículos

Las pruebas en los vehículos deben ser realizadas por el fabricante del vehículo bajo las condiciones abajo descritas, las sondas lambda deben ser analizadas después de completar la pruebas en los vehículos

Primera aplicación	Nueva aplicación	Aplicaciones sucesivas	Condiciones extremas
20 vehículos	13 vehículos	7 vehículos	100h altas temperaturas (verano)
2.000.0000 kilómetros	1.300.000 kilómetros	600.000 kilómetros	100h bajas temperaturas (invierno)
4 vehículos	3 vehículos 150.000km cada uno	1 vehículo	100h elevada altitud
≥ 8 vehículos 550.000km en total	≥ 5 vehículos 350.000km en total	≥ 3 vehículos 350.000km en total	

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Tolerancias

Después los test de resistencia la sonda debe trabajar dentro de las tolerancias

Tolerancias a 20°C	Nuevo	Después del test
$\lambda = 1.7$	1.70 +/- 0.05	1.70 +/- 0.15
Corriente de bombeo a $\lambda = 1$	-10 +/- 12 $\mu\text{A}$	-10 +/- 14 $\mu\text{A}$
$\lambda = 0.8$	0.80 +/- 0.01	0.80 +/- 0.04
Tolerancias a 350°C	Nuevo	Después del test
$\lambda = 1$	1.016 +/- 0.006	1.016 +/- 0.008

Vida útil estimada 250.000km/15 años



Designación	Valor
Versión comercial (IAM)	0 258 006 022
Denominación	Sonda Lambda
Formula del modelo	LSF-4.2
Designación comercial (HKB)	LS 6022
Producto universal	0 258 986 615
Intervalo de cambio en km	250.000
Longitud total	400 mm
Núm. de conductores	4



Designación	Valor
Núm. pedido	0 258 987 002
Denominación	Sonda Lambda
Formula del modelo	LSU-4.2
Designación comercial (HKB)	LS 87002
Intervalo de cambio en km	250.000
Longitud total	407 mm
Núm. de conductores	5

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Recomendaciones

### Instalación:

-El sensor debe ser instalado con la grasa especial resistente altas temperaturas Bosch 5 964 080 112, se tiene que roscar a mano hasta que la junta haga contacto con el asiento en el escape. Usar una herramienta apropiada, el par de apriete debe estar entre 40-60 Nm.

### Precauciones:

-La sonda lambda LSU no debe desconectarse nunca mientras esté funcionando. Si fuera desconectada excesiva corriente de bombeo podría ser aplicada (fallo de la célula de bombeo), podría ocasionarse sobrecalentamiento, la Ri usada para el control de la calefacción se podría destruir.

-La calefacción de la sonda no debe conectarse nunca directamente a batería. El sensor requiere control de la calefacción por parte de la unidad para evitar choques térmicos fuertes, especialmente por condensación de agua.

-No exponer el sensor a agua para enfriarlo, el choque térmico puede dañar el sensor.

-La caída durante el montaje puede ocasionar la rotura de la cerámica del sensor

-No usar ningún lubricante o sellante con contenido de silicona

-El uso de agentes limpiadores, grasas, repelentes, limpia contacto no deben ser usados ni en el conector ni cerca del mismo

-Los productos que se usan para proteger los bajos del vehículo (brea, ceras, productos para evitar óxidos, etc.) no deben aplicarse a la sonda lambda

-Al montar el sensor, se debe asegurar que el cable permita el movimiento libre del sistema de escape. El primer punto de fijación de la instalación a la carrocería debe estar al menos a 200mm del sensor. El radio mínimo (curvatura de los cables) no debe ser inferior a 20mm

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Daños



Estado de la sonda lambda:

Decoloración verdosa, granulada.

Posible causa:

El motor quema líquido refrigerante.

Medida:

Comprobar y reparar el origen de la avería (culata, junta de culata, bloque motor, radiador de EGR, etc.). Sustituir sonda lambda



Estado de la sonda lambda:

Ennegrecida, manchada de aceite.

Posible causa:

Consumo excesivo de aceite.

Medida:

Comprobar y reparar el origen de la avería ( guías de válvulas, asientos de válvulas, etc.). Sustituir sonda lambda

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Daños



Estado de la sonda lambda:

**Decoloración marrón oscuro.**

Posible causa:

**Mezcla de aire-combustible demasiado rica.**

Medida:

**Comprobar y reparar el origen de la avería (tiempo de inyección, presión de combustible, estanqueidad de los inyectores, etc.). Sustituir sonda lambda**



Estado de la sonda lambda:

**Decoloración rojiza o blanca.**

Posible causa:

**Aditivos en la gasolina.**

Medida:

**No usar aditivos en la gasolina.  
Sustituir sonda lambda**

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Daños



Estado de la sonda lambda:

Sensor térmicamente sobrecargado, se ha sobrepasado durante un tiempo excesivo la temperatura máxima de trabajo

Posibles causas:

Fallos de encendido, sistema de gases de escape delante de la sonda no estanco, sistema de aire secundario defectuoso, exceso de hidrocarburos sin quemar, etc.

Medida:

Solucionar la avería y sustituir sonda lambda

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Daños



Estado de la sonda lambda:

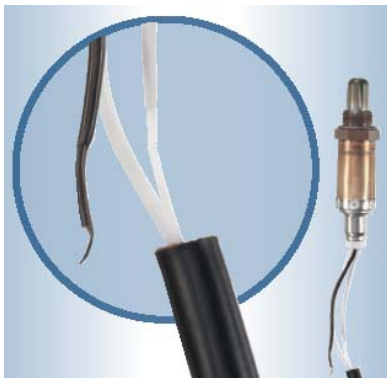
**El tubo moldeado del cable está dañado.**

Posible causa:

**Impactos externos.**

Medida:

**Sustituir sonda lambda**



Estado de la sonda lambda:

**Cable roto.**

Posible causa:

**Excesiva tensión del cable.**

Medida:

**Sustituir sonda lambda.**

**Verificar la tensión de la instalación eléctrica**

# Sonda lambda 40 años de evolución

## Resumen

La sonda lambda (sensor de O<sub>2</sub>) mide la diferencia del contenido de oxígeno entre dos gases. Conocer el contenido de oxígeno en los gases de escape permite a la gestión del motor ajustar la relación correcta aire/combustible con la consecuente reducción de emisiones.

Bosch fabricó sondas lambdas de dos puntos sin y con calefacción (LS/LSH). Estas sondas solo pueden informar si la mezcla es rica o pobre.

Las sondas lambdas planares combinan el elemento sensor y la calefacción integrada, esto permite consumir menos potencia, sin embargo la fase de calentamiento es más rápida.

Las sondas lambdas de banda ancha permite un control continuo de la relación correcta aire/combustible. Las sondas lambdas de banda ancha no pueden ser reemplazadas por otro tipo de sensor.

La evolución continua...



# Sonda lambda 40 años de evolución

## Walther Hermann Nernst



Walther Hermann Nernst

25-06-1864 18-11-1941

Físico y químico alemán premio nobel de  
química en 1920

## Sonda lambda 40 años de evolución



**¡Le agradecemos la atención prestada  
y le deseamos una productiva aplicación de lo  
aprendido !**