

Bosch Motorsport  
**Lambdatronic LT4**  
Function Manual



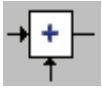
**BOSCH**  
Invented for life



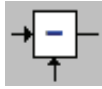


# 1 Icons description

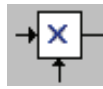
Addition



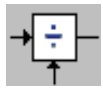
Subtraction



Multiplication



Division



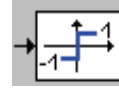
Symmetric



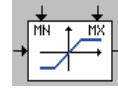
Delta



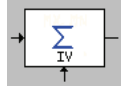
Sign



Limiter



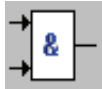
Accumulator



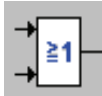
Negation



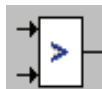
Conjunction



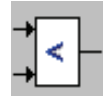
Disjunction



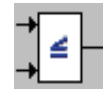
Greater than



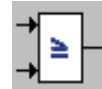
Smaller than



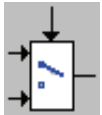
Greater than or equal



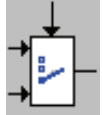
Less than or equal



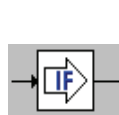
Switch



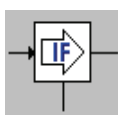
Multiplexer



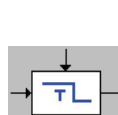
If-then



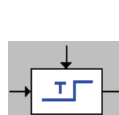
If-then-else



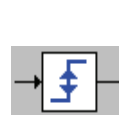
Turn-off delay



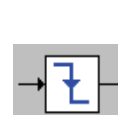
Turn-on delay



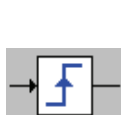
Bi-edge



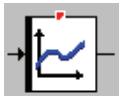
Down-edge



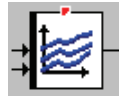
Up-edge



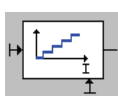
Parameter line



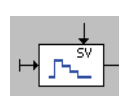
Parameter map



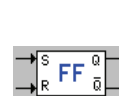
Up-counter



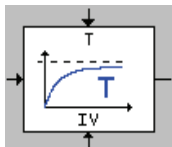
Down-counter



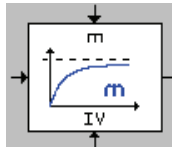
Flip-flop



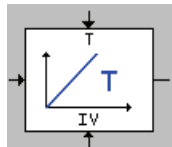
Temporal low-pass filter



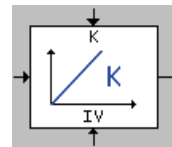
Digital low-pass filter



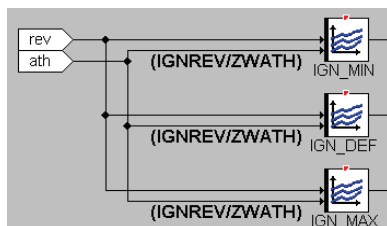
Temporal integrator



Integrator with factor



Group break-points/Gruppenstützstellen



## 2 Pin layout

### LIFE-PLUG / LIFE-STECKER AS 614 – 35 PN

Pin	Function
1	+ 12V (Battery +)
2	+ 12V (Battery +)
3	Ground (Battery -)
4	Ground (Battery -)
5	K-Line Diagnostic Connection
6	CAN1 + (high)
7	CAN1 – (low)
8	Analog out 1
9	Analog out 2
10	Analog out 3
11	Analog out 4
12	Reference GND for anal. out
13	Shield
14	Pump Current LSU1 IP1
15	Virtual GND LSU1 VM1
16	Heater PWM LSU1 Uh-1
17	Heater (Batt +) LSU1 Uh+1
18	Setup Current LSU1 IA1
19	Nernst Voltage LSU1 UN1

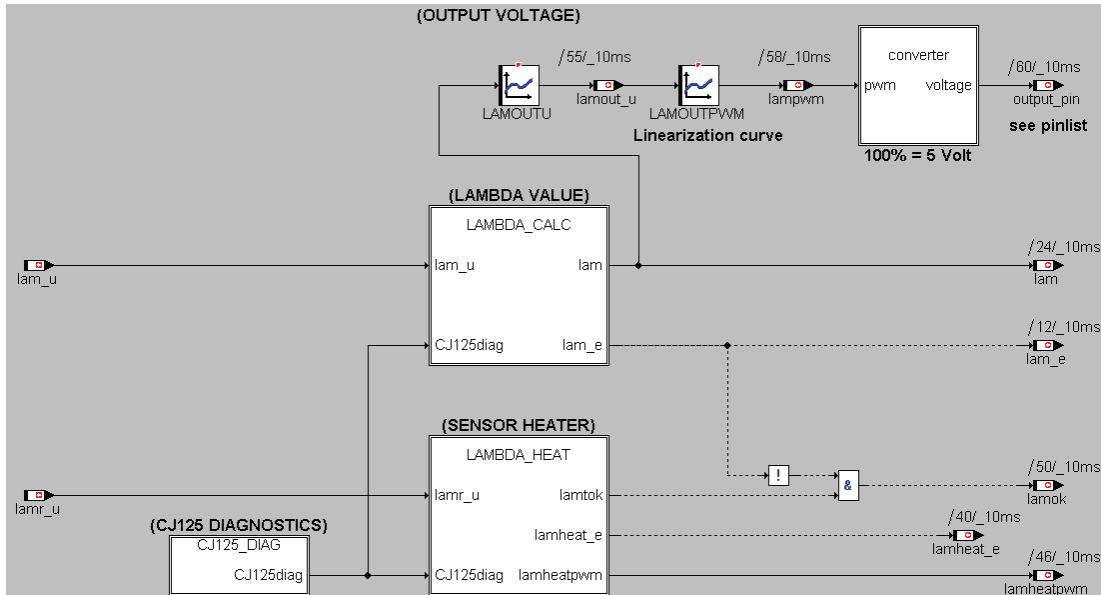
Pin	Function
20	Pump Current LSU2 IP2
21	Virtual GND LSU2 VM2
22	Heater PWM LSU2 Uh-2
23	Heater (Batt +) LSU2 Uh+2
24	Setup Current LSU2 IA2
25	Nernst Voltage LSU2 UN2
26	UN1Pump Current LSU3 IP3
27	Virtual GND LSU3 VM3
28	Heater PWM LSU3 Uh-3
29	Heater (Batt +) LSU3 Uh+3
30	Setup Current LSU3 IA3
31	Nernst Voltage LSU3 UN3
32	Pump Current LSU4 IP4
33	Virtual GND LSU4 VM4
34	Heater PWM LSU4 Uh-4
35	Heater (Batt +) LSU4 Uh+4
36	Setup Current LSU4 IA4
37	Nernst Voltage LSU4 UN4

# 3 %LAMBDA

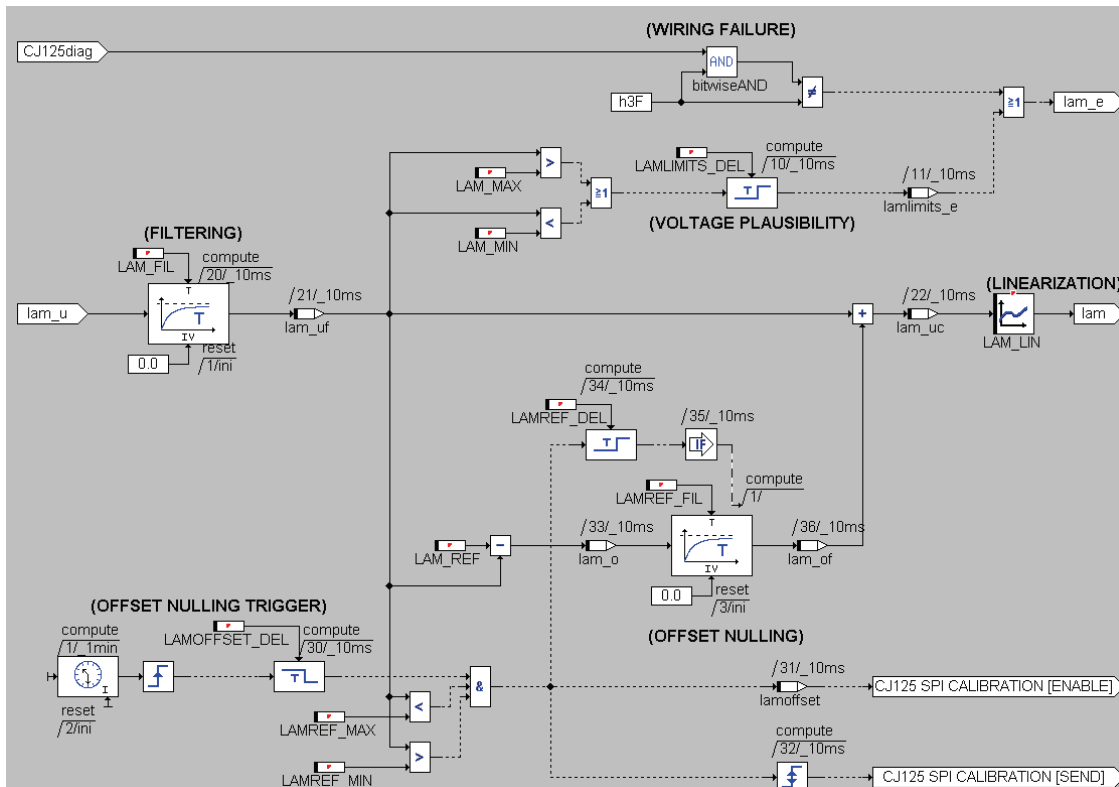
Lambda value detection

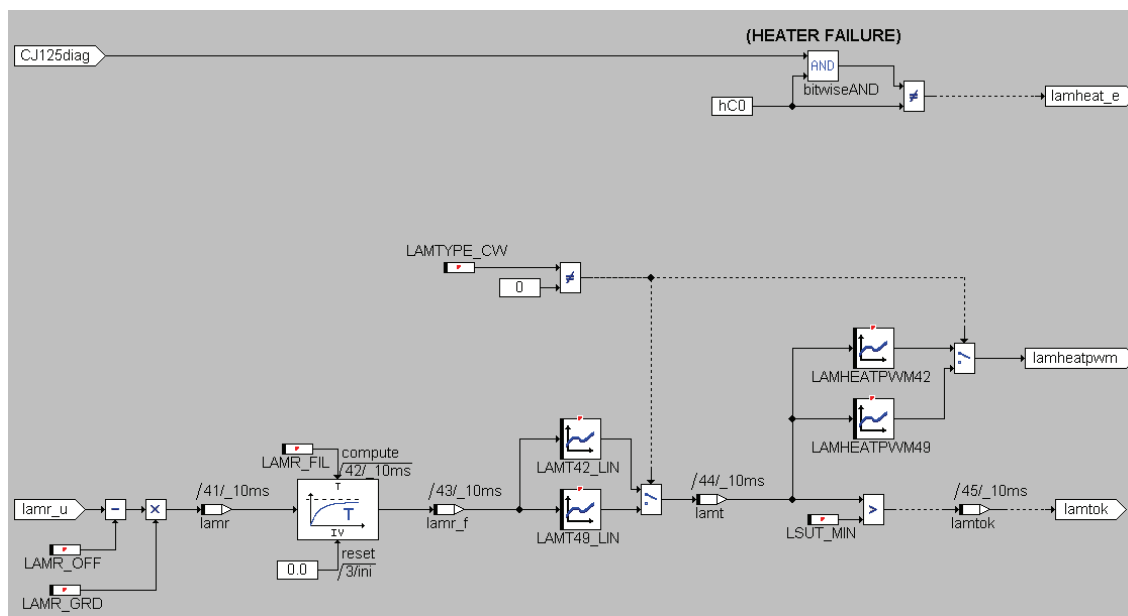
Lambdawert Berechnung

## LAMBDA MAIN:



## LAMBDA\_CALC:



**LAMBDA HEAT:**

**Labels/Langbezeichnung**

<b>CJ125diag</b>	Lambda-chip CJ125 internal error code	Lambda-Baustein CJ125 interner Fehlercode
<b>lam</b>	Lambda value	Lambdawert
<b>lamout_u</b>	Lambda output voltage (w/o Linearization)	Lambda Ausgangsspannung (ohne Linearisierung)
<b>Lampwm</b>	Lambda PWM output value	Lambda PWM Ausgangswert
<b>lam_u</b>	Lambda sensor voltage	Lambdasensorspannung
<b>lam_e</b>	Lambda value error	Lambdawert Fehler
<b>lam_o</b>	Lambda value calibration offset	Lambdawert Kalibrierungsoffset
<b>lam_of</b>	Lambda value calibration offset filtered	Lambdawert Kalibrierungsoffset gefiltert
<b>lam_uc</b>	Lambda sensor calibrated voltage	Lambdasensorspannung kalibriert
<b>lam_uf</b>	Lambda sensor filtered voltage	Lambdasensorspannung gefiltert
<b>lamheat_e</b>	Lambda heater error	Lambdaheizung Fehler
<b>lamheatpwm</b>	Lambda heater PWM	Lambdaheizungs PWM
<b>lamlimits_e</b>	Lambda value beyond limits	Lambdawert Grenzen überschritten
<b>lamoffset</b>	Lambda calibration active	Lambdakalibrierung aktiv
<b>lamok</b>	Lambda sensor operational	Lambdasensor Betriebsbereit
<b>lamr</b>	Lambda sensor internal impedance	Lambdasensor Innenwiderstand
<b>lamr_f</b>	Lambda sensor internal impedance filtered	Lambdasensor Innenwiderstand gefiltert
<b>lamr_u</b>	Lambda sensor internal impedance voltage	Lambdasensor Innenwiderstandsspannung
<b>lamt</b>	Lambda sensor temperature	Lambdasensor Temperatur
<b>lamtok</b>	Lambda sensor operation temperature reached	Lambdasensor Betriebstemperatur erreicht
<b>output_pin</b>	Lambda output voltage (see pinlist)	Lambda Ausgangsspannung (siehe Pinlisting)
<b>CANID</b>	Lambda CAN messages IDs (reconfigurable)	Lambda CAN-Botschaften IDs (kalibrierbar)
<b>LAMOUTU</b>	Lambda -> Voltage conversion	Lambda - Spannungs- Konvertierung

<b>LAMOUTPWM</b>	Voltage -> PWM Linearization	Spannung -> PWM Linearisierung
<b>LAM_FIL</b>	Lambda filter time-constant	Lambda Filter Zeitkonstante
<b>LAM_LIN</b>	Lambda value linearization curve	Lambdawert Linearisierungskurve
<b>LAM_MAX</b>	Lambda value maximum limit	Lambdawert Maximale Grenze
<b>LAM_MIN</b>	Lambda value minimum limit	Lambdawert Minimale Grenze
<b>LAM_REF</b>	Lambda calibration reference voltage	Lambda Kalibrierungsreferenzspannung
<b>LAMHEATPWM42</b>	Lambda heating PWM for LSU4.2	Lambda Heizungs PWM für LSU4.2
<b>LAMHEATPWM49</b>	Lambda heating PWM for LSU4.9	Lambda Heizungs PWM für LSU4.9
<b>LAMLIMITS_DEL</b>	Lambda value delay for limits passing	Lambdawert Grenzenüberschreitungs Fehllerverzögerung
<b>LAMOFFSET_DEL</b>	Lambda calibration duration	Lambda Kalibrierungsdauer
<b>LAMR_FIL</b>	Lambda internal impedance filter time-constant	Lambda Innenwiderstand Filter Zeitkonstante
<b>LAMR_GRD</b>	Lambda internal impedance gradient	Lambda Innenwiderstand Gradient
<b>LAMR_OFF</b>	Lambda internal impedance offset	Lambda Innenwiderstand Offset
<b>LAMREF_DEL</b>	Lambda calibration delay	Lambda Kalibrierungsverzögerung
<b>LAMREF_FIL</b>	Lambda calibration offset filter time-constant	Lambda Kalibrierungsoffset Filter Zeitkonstante
<b>LAMREF_MAX</b>	Lambda voltage upper calibration limit	Lambdaspannung Kalibrierungsgrenze oben
<b>LAMREF_MIN</b>	Lambda voltage lower calibration limit	Lambdaspannung Kalibrierungsgrenze unten
<b>LAMT_MIN</b>	Lambda sensor minimum operation temperature	Lambdasensor minimale Betriebstemperatur
<b>LAMT42_LIN</b>	Lambda sensor temperature linearization curve for LSU4.2	Lambdasensor Temperatur Linearisierungskurve für LSU4.2
<b>LAMT49_LIN</b>	Lambda sensor temperature linearization curve for LSU4.9	Lambdasensor Temperatur Linearisierungskurve für LSU4.9
<b>LAMTDIAG_MIN</b>	Lambda sensor minimum temperature for diagnosis activation	Lambdasensor Temperatur für Diagnoseaktivierung im CJ125
<b>LAMTYPE_CW</b>	Lambda type (0->LSU4.2 1->LSU4.9)	Lambda Typ (0->LSU4.2 1->LSU4.9)

## Description

The wide range sensor LSU4.9/4.2 is used together with the evaluation-IC "CJ125" for a continuous Lambda control in the range between Lambda 0.75 and 4.0. The sensor contains a Nernst cell and a pump cell. The Lambda in the Nernst cell is controlled to Lambda = 1.013 independent of the oxygen contents on the emission side, through a current through the pump cell. The closed loop control and evaluation of the current as well as a diagnosis function are performed in the CJ125. The current-proportional output voltage of the CJ125 "lam\_u" is a measure for Lambda value (air/fuel ratio) and it is updated every 10 ms. The linearization "LAM\_LIN" is a characteristic line with 22 table entries. The result of the interpolation is the current Lambda "lam". With a cold high-resistance sensor "lam=1" is indicated after the adjustment procedure. If the sensor becomes active due to the heating the operating readiness is set "lamok". For this to happen, the sensor heating must be working. The reference pump current is fixed at 20uA. The error "lam\_e" is set whenever the CJ125 own diagnosis mechanisms detect short-circuits and under-voltage conditions, and when an implausible sensor voltage level is present in "lam\_u". A good-working LSU/CJ125 combination outputs a voltage between 0.2V and 4.0V. It could happen that extreme voltage levels appear on extreme mixture conditions (extreme enrichment/enleanment). Therefore a calibrateable delay can be used ("LAMLIMITS\_DEL") for diagnosis detection.

The heaters of the sensors (Ri20°C ~ 3 Ohm) are switched by transistors, which are triggered in a clocked fashion by processor ports in the 10ms grid (this heating is NOT valid for the LT4F1!). A permanent turn-on of the heater for a long time is not permitted. The heater is clocked with a fixed frequency of 100Hz, during which the turn-on duration of heater is steadily increased starting with a cold sensor by a temperature dependent value and thereafter decreased again. The first heating phase does not heat up the sensor at 100%, to avoid sensor ceramic damage due to excessive temperature gradient and condensation water. The sensor temperature is calculated out of the filtered internal resistance "lamr" and "LAMT42/49\_LIN". As soon as this

temperature goes above "LAMT\_MIN", "lamtok" will indicate that the sensor is sufficiently heated. For the best possible sensor operation, its ceramics must have a temperature of 780°C(LSU4.9) or 750°C(LSU4.2) respectively, so that the heater reacts accordingly. At this temperature the internal resistance has a value of 300 Ohm(LSU4.9) or 82.5 Ohm (LSU4.2) respectively. The heater error "lamheat\_e" is set when the CJ125 own diagnosis mechanisms detect errors at the output stage (short-circuits or open load).

The internal diagnostic function of the CC125 is activated only when "lamt" goes over "LAMTDIAG\_MIN", whereas short-circuit detection is activated. Below this threshold a correct diagnostic is not possible.

The lambda signal output is realized via a CAN message or analog signal output. Please find further information regarding the CAN specification in „CAN messages / CAN Botschaften“. Using LAMOUTU the measured lambda value related output voltage can be defined (0 – 5 V). To compensate hardware tolerances the linearization curve LAMOUTPWM can be used.

## **Beschreibung**

Die Breitbandsonde LSU4.9/4.2 wird zusammen mit dem Auswerte-IC "CJ125" für eine stetige Lambdaregelung im Bereich von Lambda 0.75 bis 4.0 eingesetzt. Die LSU beinhaltet eine Nernstzelle und eine Pumpzelle. Das Lambda in der Nernstzelle wird unabhängig vom abgasseitigen Lambda (Sauerstoffanteil) durch einen Strom durch die Pumpzelle auf Lambda = 1.013 geregelt. Die Regelung und Auswertung des Stroms, sowie eine Diagnosefunktion werden in dem CJ125 durchgeführt. Die stromproportionale Ausgangsspannung des CJ125 "lam\_u" ist ein Maß für Lambda und wird im 10ms-Takt abgetastet. Die Linearisierung "LAM\_LIN" ist eine Kennlinie mit 22 Tabelleneinträgen. Das Interpolationsergebnis ist das aktuelle Lambda "lam". Bei kalter, hochohmiger Sonde wird nach dem Abgleichvorgang ein "lam=1" angezeigt. Wenn die LSU durch die Heizung aktiv wird, wird die Betriebsbereitschaft "lamok" gesetzt. Hierfür muss die Sondenheizung funktionieren. Der Referenzpumpstrom wird fest auf 20uA gesetzt. Der Fehler "lam\_e" wird immer dann gesetzt, wenn die CJ125-eigene Diagnose Kurzschlüsse oder unzureichende Spannungen feststellt und wenn unplausible Spannungswerte des Sensors anstehen. Eine gut funktionierende LSU/CJ125 Kombination liefert zwischen 0.2V und 4.0V an „lam\_u“. Es können aber extreme Spannungswerte bei extremen Bedingungen (extreme Anfettung/Abmagerung) auftreten. Deshalb gibt es ein zusätzlich applizierbare Zeitverzögerung "LAMLIMITS\_DEL" für die Diagnose.

Die Heizungen der Sensoren (RH 20°C ~ 3 Ohm) werden durch Transistoren geschaltet, die getaktet von Rechnerports im 10ms-Raster angesteuert werden (Diese Heizung gilt NICHT für das LT4F1!). Ein Dauereinschalten der Heizung über längere Zeit ist nicht zulässig. Sie wird mit einer festen Frequenz von 100Hz getaktet, wobei die Einschaltdauer der Heizung bei einer kalten Sonde von einem temperaturabhängigen Wert stetig erhöht und dann wieder reduziert wird. Die sofortige 100% Heizung während des kalten Sondenzustandes ist zu vermeiden, damit die Keramik nicht wegen des grossen Temperaturunterschiedes und Kondenswassers Schaden nimmt. Die Sondentemperatur wird durch den gefilterten Innenwiderstand „lamr“ und "LAMT42/49\_LIN" berechnet. Überschreitet diese den Wert "LAMT\_MIN", gilt die Sonde als ausreichend erhitzt ("lamtok"). Für den bestmöglichen Betrieb der Sonde, muss die Keramik eine Temperatur von 780°C(LSU4.9) bzw. 750°C(LSU4.2) einhalten, so dass die Heizung entsprechend reagiert. Bei dieser Temperatur beträgt der Innenwiderstand dann 300 Ohm (LSU4.9) bzw. 82.5 Ohm (LSU4.2). Der Fehler "lamheat\_e" wird immer dann gesetzt wenn die CJ125-eigene Diagnose einen Defekt an der Endstufe detektiert (Kurzschluss oder keine Last).

Die bausteininterne Diagnose vom CJ125 wird abhängig von der Sondentemperatur aktiviert. Übersteigt die Sondentemperatur „lamt“ den Wert „LAMTDIAG\_MIN“, dann wird die Kurzschlusserkennung aktiviert. Unterhalb dieser Schwelle ist eine korrekte Diagnose nicht möglich.

Die Ausgabe der Lambdawerte erfolgt zum einen über CAN, oder über die Ausgabe von Analogspannungen. Nähere Infos zum CAN-Protokoll siehe „CAN messages / CAN Botschaften“. Mit Hilfe der Kennlinie LAMOUTU kann eine beliebige Ausgangsspannung (0 – 5 V) entsprechend der Lambdawerte definiert werden. Eine HW Anpassung erfolgt über die Kennlinie LAMOUTPWM.



### Typical values / Typische Werte:

LAM_FIL	= 20 ms
LAM_MAX	= 4.5 V
LAM_MIN	= 0.2 V
LAMLIMITS_DEL	= 1 s
LAMTYPE_CW	= 1 (LSU 4.9)
LAMR_FIL	= 320ms
LAMR_OFF	= 0.3 V
LAMR_GRD	= 408 Ohm/V
LAMT_MIN	= 650 °C
LAMTDIAG_DEL	= 10 s

```

lamt 550 600 650 700 710 720 730 740 750 760 780
LAMHEATPWM42 60% 80% 99% 99% 99% 99% 90% 80% 50% 30% 0%

```

```

lamt 550 600 650 700 725 750 760 770 780 790 800
LAMHEATPWM49 60% 80% 99% 99% 99% 99% 90% 80% 50% 30% 0%

```

```

lam_uc 0.19 0.53 0.66 0.81 1.07 1.31 1.39 1.46 1.50 1.52 1.60 1.70 1.76 1.85 2.21 2.49 2.71 2.96 3.29 3.61 3.76 3.87
LAM_LIN 0.75 0.80 0.82 0.85 0.90 0.95 0.97 0.99 1.00 1.01 1.05 1.10 1.13 1.18 1.43 1.70 1.99 2.43 3.41 5.39 7.51 10.12

```

```

lam 0,2 0,4 0,6 0,8 1 1,2 1,4 1,6 1,8 2 2,2 2,4 2,6 2,8 3 3,2 3,4 3,6 3,8 4 4,4 4,6
LAMOUTU 0,2 0,4 0,6 0,8 1 1,2 1,4 1,6 1,8 2 2,2 2,4 2,6 2,8 3 3,2 3,4 3,6 3,8 4 4,4 4,6

```

### CAN messages / CAN-Botschaften:

Using the CANID parameter line, the CAN messages can be reconfigured. Note that these IDs must be in decimal form and not the usual hexadecimal one! To change an ID, simply select the index number starting with for ID1, 2 for ID2 and so on, and change the corresponding parameter-line value.

Mittels CANID Kennlinie kann man die CAN Botschafts-IDs der ausgesendeten Lambda-Werte konfigurieren. Diese IDs müssen in dezimaler und nicht hexa-dezimaler Form eingegeben werden. Um eine ID zu ändern, muss man ganz einfach den Index auswählen, 1 für ID1, 2 für ID2 und so weiter, dann den Kennlinienwert wie gewünscht ändern.

Default IDs:

ID	ID1	ID2	ID3	ID4
CANID	0x770 (1904)	0x771 (1905)	0x772 (1906)	0x773 (1907)

MESSAGE ID 1	
Byte	Value
0	lam1 (low)
1	lam1 (high)
2	lam2 (low)
3	lam2 (high)
4	lam3 (low)
5	lam3 (high)
6	lam4 (low)
7	lam4 (high)

MESSAGE ID 2*	
Byte	Value
0	lam5 (low)
1	lam5 (high)
2	lam6 (low)
3	lam6 (high)
4	lam7 (low)
5	lam7 (high)
6	lam8 (low)
7	lam8 (high)

MESSAGE ID 3	
Byte	Value
0	lam1t
1	lam2t
2	lam3t
3	lam4t
4	lam5t*
5	lam6t*
6	lam7t*
7	lam8t*

MESSAGE ID 4	
Byte	Value
0	lamx_e
1	lamxheat_e
2	lamxok
3	-
4	-
5	-
6	-
7	-

\* optional for LT8

\* optional for LT8

Notes1/Anmerkung1:

Bit	0	1	2	3	4*	5*	6*	7*
lamx_e	lam1_e	lam2_e	lam3_e	lam4_e	lam5_e	lam6_e	lam7_e	lam8_e
lamxheat_e	lam1heat_e	lam2heat_e	lam3heat_e	lam4heat_e	lam5heat_e	lam6heat_e	lam7heat_e	lam8heat_e
lamxok	lam1ok	lam2ok	lam3ok	lam4ok	lam5ok	lam6ok	lam7ok	lam8ok

\* optional for LT8

Notes2:

- All values are unsigned (positive) values
- All word-wide values are in Intel (little-endian) byte-order
- All lambda-values are quantized with 0.000244/bit and zero offset (range = 0...16)
- All temperatures are quantized with 5°C/bit and offset -40°C (range = -40...1235°C)
- The CAN refresh rate is 100Hz (10 ms)

Anmerkungen2:

- Alle Werte sind unsigned (positiv)
- Alle word-breite Werte sind in der Intel (little-endian) Byte-Reihenfolge
- Alle Lambdawerte sind mit 0.000244/bit quantisiert und mit Null Offset (Bereich = 0...16)
- Alle Temperaturen sind mit 5°C/bit quantisiert und mit -40°C Offset (Bereich = -40...1235°C)
- Die CAN-Senderate beträgt 100 Hz (10ms)



## **Contact**

### **Europe:**

Bosch Engineering GmbH  
Motorsport  
Robert-Bosch-Allee 1  
74232 Abstatt  
Germany  
Phone: +49 7062 911 79101  
Fax: +49 7062 911 79104

### **North and South America:**

Bosch Engineering North America  
Motorsports  
38000 Hills Tech Drive  
Farmington Hills, MI 48331-3417  
United States of America  
Phone: +1 248 876 2977  
Fax: +1 248 876 7373

### **Asia Pacific:**

Bosch Engineering Japan K.K.  
Motorsport  
3-33-8 Tsuruya-cho, Kanagawa-ku, Yokohama-shi  
221-0835  
Japan  
Phone: +81 45 410 1650  
Fax: +81 45 410 1651

E-Mail: [motorsport@bosch.com](mailto:motorsport@bosch.com)  
[www.bosch-motorsport.com](http://www.bosch-motorsport.com)

Status: 08 February 2011

*© All rights reserved by Bosch Engineering GmbH,  
also for the case of patent reports.  
All rights such as copying and forwarding through us.  
Modifications reserved.*



# **BOSCH**