

Medidas de Presión en Motores de Combustión Interna

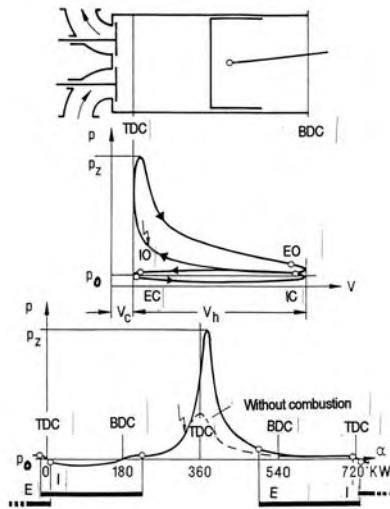
Noel Alonso
Kistler Ibérica SLU

CBL-E - Basics of Pressure Measurement / Sai / Nov 2010 1

Aplicación más habitual: Medida de presión en Cilindro.

CBL-E - Basics of Pressure Measurement / Sai / Nov 2010 2

Ciclo en un motor de 4 tiempos.

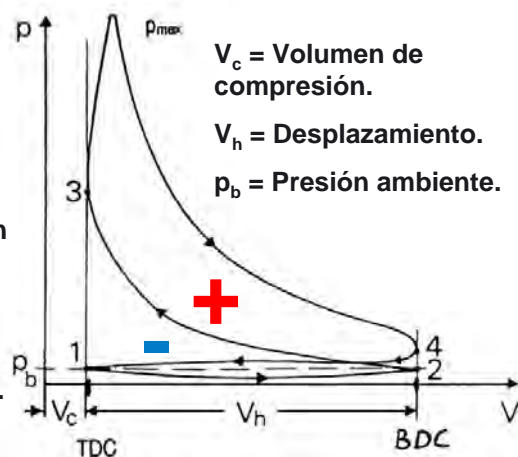


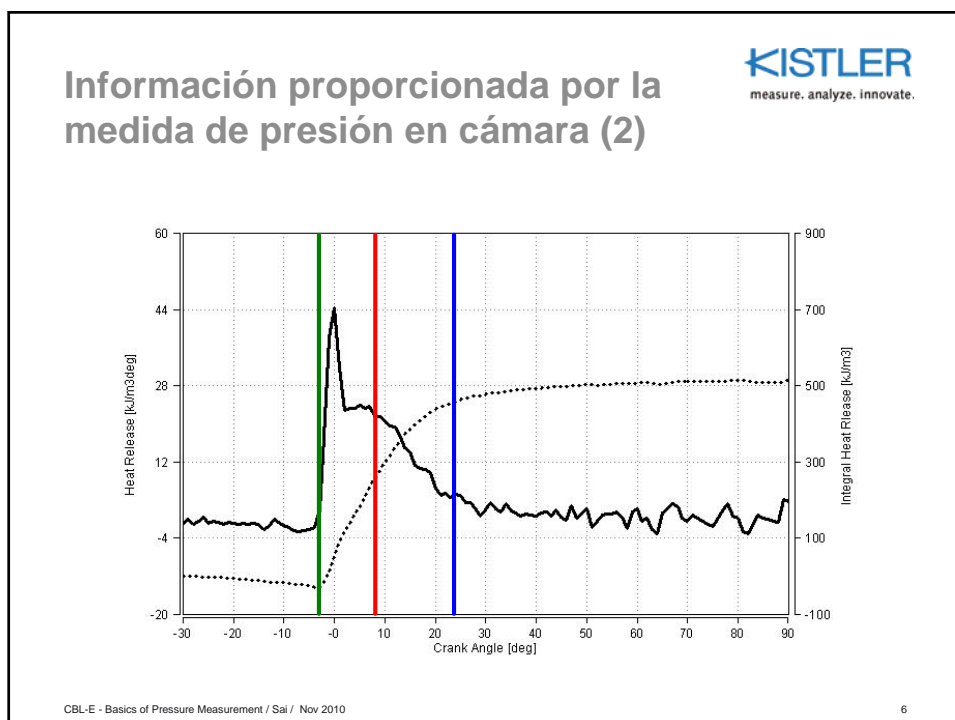
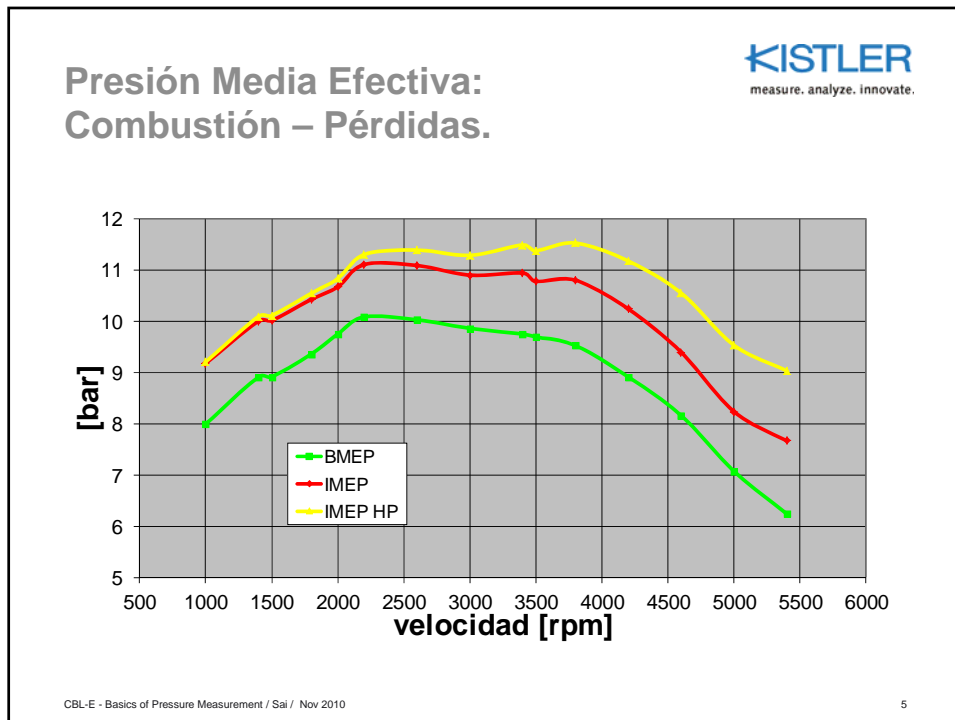
TDC	Top dead center
BDC	Bottom dead center
IO	Inlet opening
IC	Inlet closing
EO	Exhaust opening
EC	Exhaust closing
I	Inlet
E	Exhaust
V_h	Displacement
V_c	Compression space

Información proporcionada por la medida de presión en cámara (1)

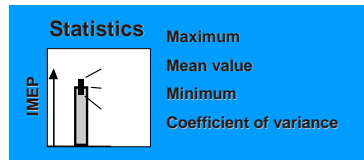
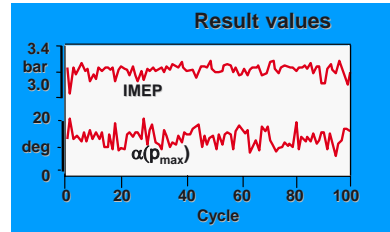
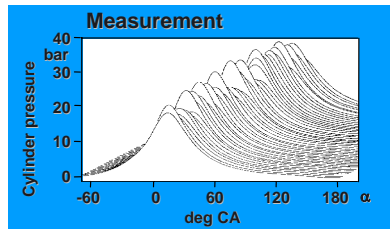
- IMEP: Medida de trabajo

- Determinación de
 - Pérdidas por fricción
 - Pérdidas por int. de gases
 - Variaciones ciclo a Ciclo. Estabilidad.
 - Fallos de encendido.
 - Respuesta.

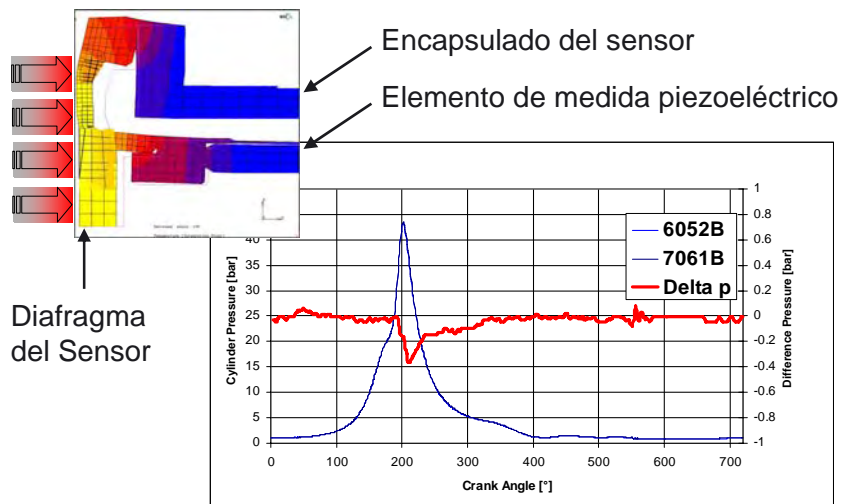




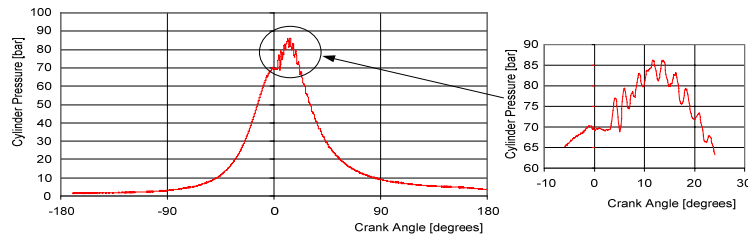
Curvas más habituales: Curvas relativas al TDC / ciclos.



Choque Térmico



Oscilaciones por resonancia.



- El gas en el canal de montaje puede ser excitado en forma de resonancia acústica denominada oscilaciones por resonancia debida a cambios rápidos de presión a la entrada.
- Debido a las restricciones impuestas por el espacio de montaje o por el propio sensor, los sensores no pueden siempre ser montados enrasados con la cámara de combustión.

Diferentes entornos de aplicación.



Aplicación	Calibración	Análisis de combustión.
Análisis de intercambio de gases		
Pérdidas de fricción		
Análisis Termodinámico		
Arranque en frío.		
Análisis de detonación.		
Ajuste de Motor		
Monitorización		
Equilibrado de cilindros		
		Monitorización de combustión Instrumentos de campo.

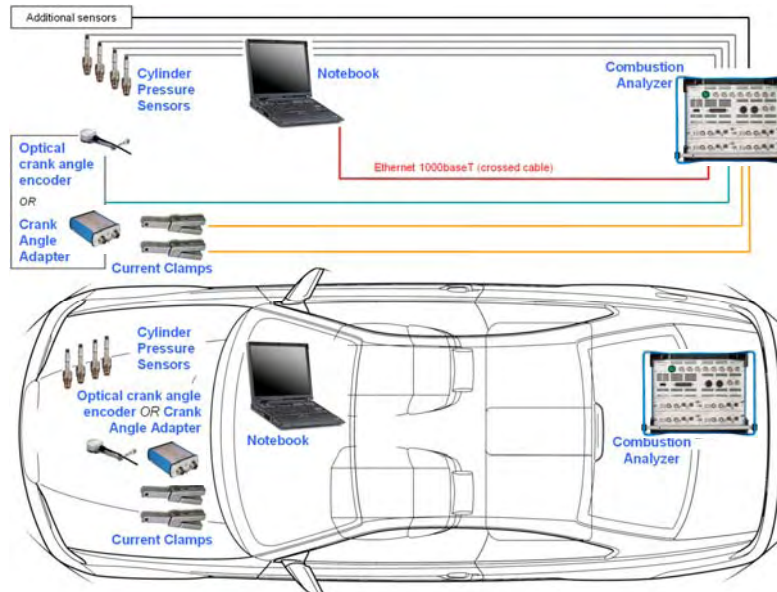
Análisis de Combustión: Medidas en vehículos.

Noel Alonso
Kistler Ibérica SLU.

CAL-E3 - System Configuration / Kle/ Feb 2011

1

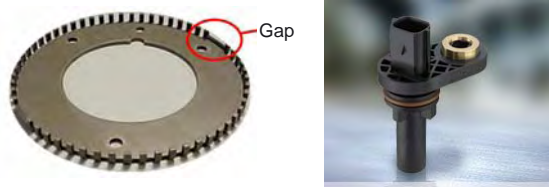
Instrumentación de un vehículo



CAL-E3 - System Configuration / Kle/ Feb 2011

2

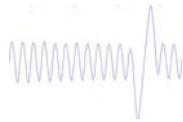
Señal de Ángulo procedente de sensor de vehículo.



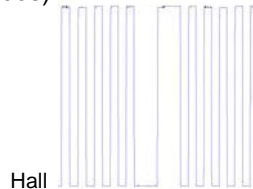
Copyright: Robert Bosch GmbH

Common numbers of pulses and gaps:
 60-2, 60-1
 36-2, 36+1, 36-1
 90-1
 "Special":
 2*(18-1), 36-2-2-2, ...

Ejemplos de señales de ángulo (ejemplos esquemáticos):



Inductivo



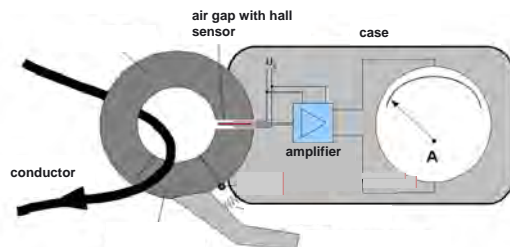
Hall

Primarily 2 sensor types:

- Active sensor (Hall principle)
- Inductive sensor

Pinzas amperimétricas

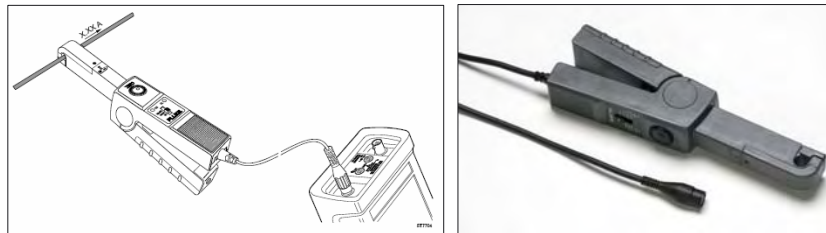
Capacidad de medida de corriente AC y/o DC sin abrir el circuito.



<http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Allstrom-Zangenamperemeter.png>
 (Translation from the German version, sample AC and DC version)

Ejemplo de pinzas amperimétricas.

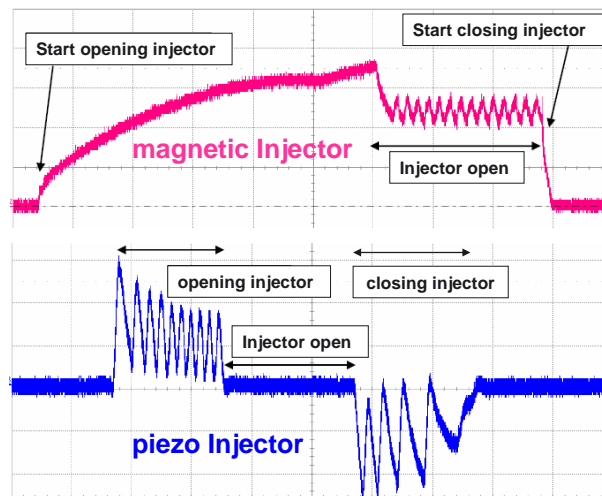
Output Signals: 10A range: 100 mV/A
100A range: 10 mV/A



http://assets.fluke.com/manuals/80i_110sisger0000.pdf
(80i-110s, AC/DC Current Probe, Instruction Sheet)

Medidas con pinza amperimétrica

Señales en motor diesel.:



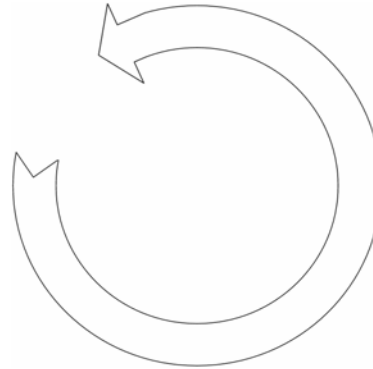
Análisis de Combustión – Metodología en la toma de las medidas.

- **Start in File menu:**
Open Parameter File

- **Finish in File menu:**
Save Parameters

- **Go through Parameter tree:**

Signals
TDC
Diagrams
Memory
Plausibility





Sensores para Análisis de combustión

Noel Alonso
Kistler Ibérica SLU.

CBL-E - Sensors / Pg /

1

Productos, I+D en motores

- Sensores para medida de p en cámara.
- Sensores de presión de inyección.
- Sensores de presión, admis. / escape.
- Punto Muerto Superior.
- Encoder angular.
- Sistemas de refrigeración de sensores.
- Accesorios (Montaje, Cables, Adaptadores, ...)



CBL-E - Sensors / Pg /

2



Sensores para Análisis de Combustión **KISTLER** measure. analyze. innovate.

- Medida de presión en cámara.
- Presión de inyección.
- Presión de admisión / escape.
- Medidas Generales de Presión
- Accesorios
- Electrónica.

CBL-E - Sensors / Pg /

3

Clasificación de sensores:

KISTLER
measure. analyze. innovate.

- Sensores refrigerados
- Sensores no refrigerados
- Bujías instrumentadas
- Adaptadores de bujías
- Baja presión
- Accesorios

CBL-E - Sensors / Pg /

4



Sensores no refrigerados típicos Ajuste frontal.

KISTLER
measure. analyze. innovate.


Type	6052C	6054A	6053CC	6055C	6056A	6058A
Versions	U20, U40, U50	U20, U40	U20, U40	U20, U40	U20	
Length	Sensor	Sensor	30...120	40...140	Sensor	Sensor
Mounting	M5	M5	M5	4,4 mm	4,4 mm	4 mm

CBL-E - Sensors / Pg /

5

Sensores no refrigerados con ajuste en el cuerpo.

KISTLER
measure. analyze. innovate.


6125C

- Rango de presiones: 0...250 bar
- Sensibilidad: **37 pC/bar**
- Para culatas compactas.
- Alta frecuencia natural → para detección de detonación.
- Aislado respecto a tierra → Elevada calidad en la señal.

 \varnothing 6,2 mm

CBL-E - Sensors / Pg /

6



Sensor no refrigerado con ajuste en cuerpo M8.

KISTLER
measure. analyze. innovate.


6045A

- Sensor de presión de alta para temperaturas elevadas.
- Montaje en alojamiento de M8 x 0,75.
- Larga durabilidad.
- Muy bajo error por choque térmico.
- Incluye identificación de sensor (PiezoSmart®)

M8

CBL-E - Sensors / Pg /

7

Sensores refrigerados por líquido

KISTLER
measure. analyze. innovate.


- **Rango presiones:** 0...250 bar
- **Max. temp.:** 350°C
- **Posibles alojamientos:**
M8 / M10

Typ 6041A...

Typ 6043A...

Typ 6061B...

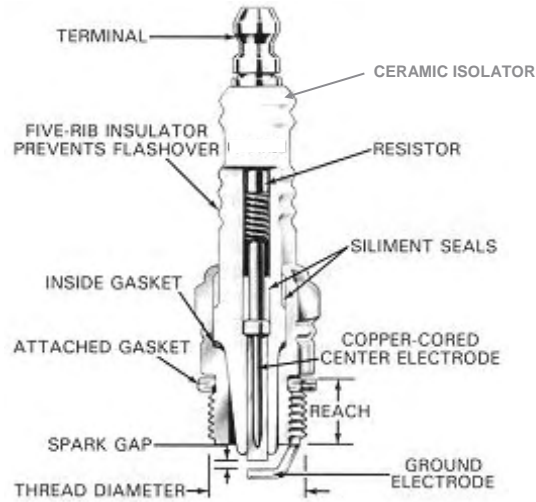
- Análisis termodinámico: Choque térmico extremadamente bajo.
- Alta sensibilidad.
- Línea de cero estable durante cambios de carga en el motor.

CBL-E - Sensors / Pg /

8



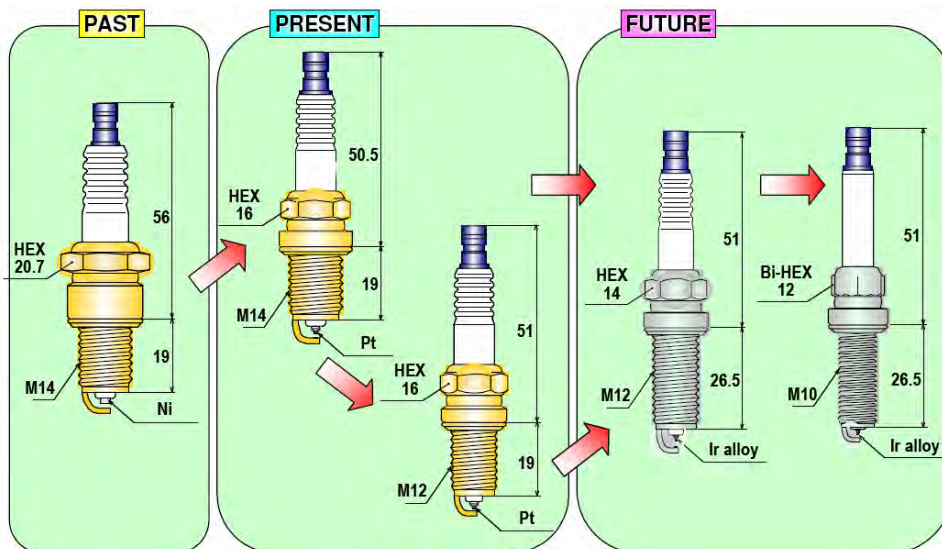
Bujías Instrumentadas



CBL-E - Sensors / Pg /

9

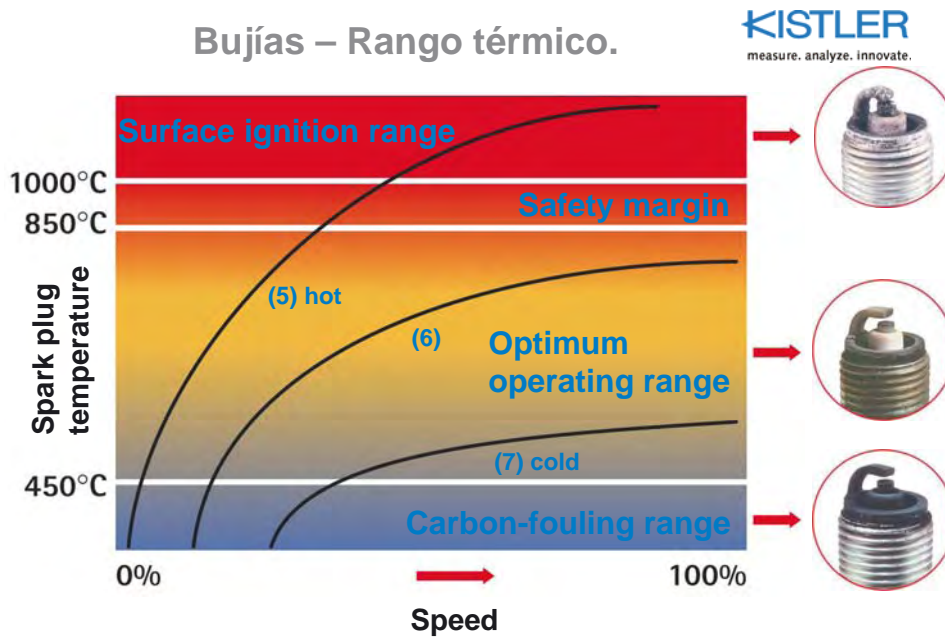
Bujías Instrumentadas



CBL-E - Sensors / Pg /

10

Bujías – Rango térmico.



CBL-E - Sensors / Pg /

11

Selección de bujía instrumentada

Vehicle *ForOne* Brand *Smart* Engine Type *0,7 L*

Original Spark Plug

Manufacturer *Spark Experts*

Type *ABC9A-11*

Needed for cross reference

Thread *M 12 x 1,25* mm

Thread length L *26,5* mm

Heat range Original *9* BOSCH / BERU *4*

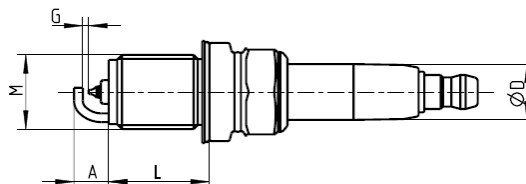
Spark position A *4,8* mm

Spark gap G *1,1* mm

Ceramic D *10,6* mm

From reference list

Not visible
In reference list



CBL-E - Sensors / Pg /

12



Modelos de bujía instrumentada



Type	6113B...	6115B...	6117B...	6118B...
Thread	M10x1	M12x1,25	M14x1,25	M14x1,25

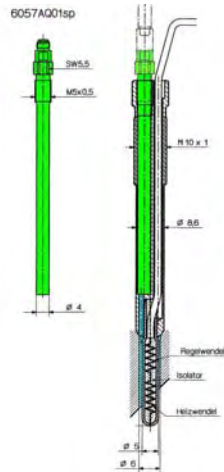
Configuración de bujías instrumentadas.

1:1 Isolator Extension Cartridge Cable





Adaptador de bujía de precalentamiento

KISTLER
measure. analyze. innovate.


- Posibilidad de bujía con total operabilidad o sin calentamiento.
- Sensor de presión con 15 pC/bar
- Alojamiento de montaje M10
- Sin oscilaciones de resonancia hasta 5 kHz
- Aplicación típica de optimización de arranque en frío.

CBL-E - Sensors / Pg /

15

Adaptador de bujía de precalentamiento.

KISTLER
measure. analyze. innovate.

Instalación rápida y sencilla en motores diesel, sin alojamiento adicional



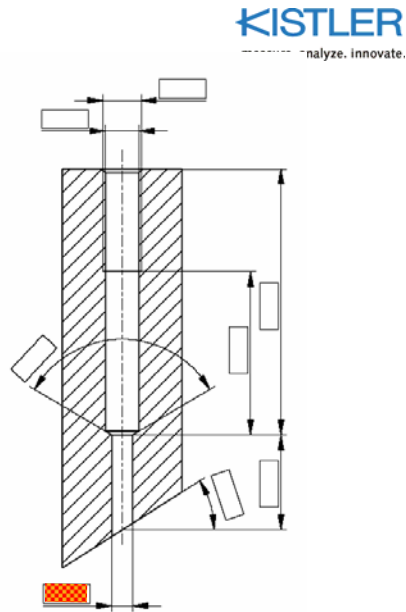
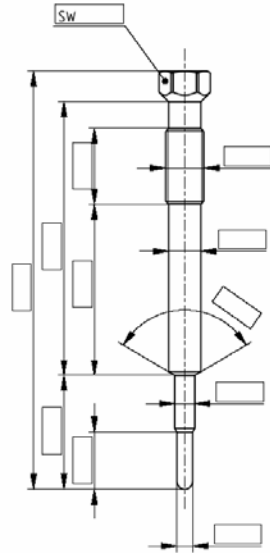
Diseños básicos:

- Type 6542Q... with sensor 6056A... mounted in a tip with $d > 5,1$ mm
- Type 6544Q... with sensor 6058A... mounted in a tip with $d > 4,6$ mm
- Type 6542Q... with sensor 6056A... retracted for diameter $d < 4,6$ mm

CBL-E - Sensors / Pg /

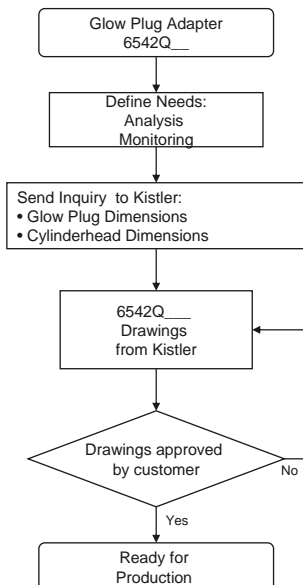
16

Diseño de adaptador.



CBL-E - Sensors / Pg /

17



Ejemplo: 6542Q__



Motivo de la medida:

- Análisis termodinámico.
- Monitorización.

Optimización en el diseño:

- Evitar resonancia o
- Protección térmica del sensor.
- Dimensiones de:
- Bujía original
- Culata

Planos del adaptador con versión: 6542Q123X1

donde 123 es el número de versión y X1 en la revisión del plano.

Plano revisado: 6542Q123X2

Plano aprobado por el cliente

Plano 6542Q123Xx
Puede ordenarse como 6542Q123

CBL-E - Sensors / Pg /

18



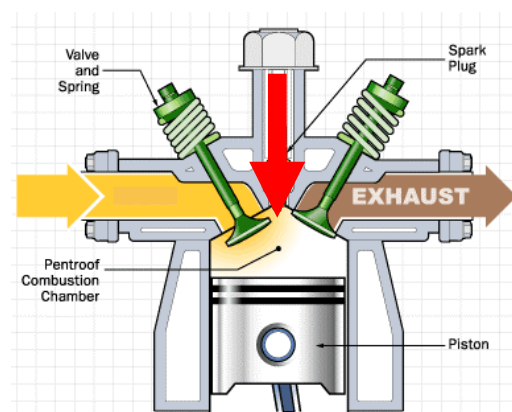
Sensores para Análisis de Combustión **KISTLER** measure. analyze. innovate.

- Medida de presión en cámara.
- Presión de inyección.
- Presión de admisión / escape.
- Medidas Generales de Presión
- Accesorios
- Electrónica.

CBL-E - Sensors / Pg /

19

Presión de inyección

KISTLER
measure. analyze. innovate.

CBL-E - Sensors / Pg /

20



Sensor piezorresistivo tipo 4065

KISTLER
measure. analyze. innovate.


4065A

- Rangos de presión: 200 /500 /1000 bar
- Max. Temp.: 20...120°C
- Alojamiento: M7
- Con cable integrado.

Sensor piezorresistivo 4067

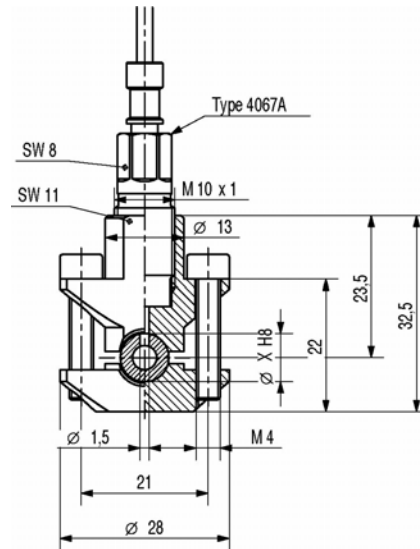
KISTLER
measure. analyze. innovate.


4067A

- Rangos de presión: 1000 /2000 /3000 /5000 bar
- Max. temp.: 20...120°C
- Alojamiento: M10
- Con cable integrado.



Presión de inyección

KISTLER
measure. analyze. innovate.


Adaptador para línea de inyección

- Disponible para distintos diámetros de línea: 6...20 mm
- Disponible para distintos modelos de sensor.

CBL-E - Sensors / Pg /

23

Sensores para Análisis de Combustión

KISTLER
measure. analyze. innovate.

- Medida de presión en cámara.
- Presión de inyección.
- Presión de admisión / escape.
- Medidas Generales de Presión
- Accesorios
- Electrónica.

CBL-E - Sensors / Pg /

24



Presión de admisión / escape.



CBL-E - Sensors / Pg /

25

Sensor Piezorresistivo tipo 4005BA...



M5 thread

Ventajas

- M5: Espacio reducido.
- Medidas de presión estáticas posibles.
- Muy alta frecuencia natural.
- Rangos de presión: 5 ... 200 bar

CBL-E - Sensors / Pg /

26

Sensor Piezorresistivo 4007BA...



Ventajas

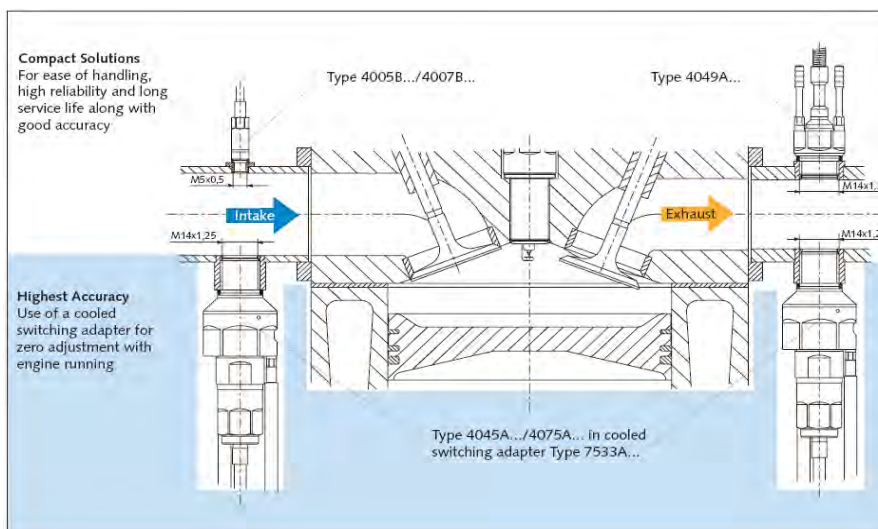
- M5: Tamaño extremadamente reducido.
- Medidas de presión estáticas.
- Rango de T: Hasta **+ 200 ° C**
- Rangos de presión de 5 y 20 bar

4007B A...Absolute Pressure Range F Fine thread M5x0,5

A_ Amplifier 4618

S PiezoSmart

Medidas de presión en admisión y escape.





Medidas de presión en admisión y escape: Adaptadores de refrigeración.

KISTLER
measure. analyze. innovate.


Adaptador con conmutación por presión:
7533A

- Cerrado a presión atmosférica
- En contacto con gases calientes sólo en las medidas
- Alojamiento M14

7533A1_

1	M14x1,25	4045A..V39
2	M12x1	4075A..V39 / 701A / 7001A
3	M5	4005A..R
4	M5x0,5	4005A..F

Admisión y escape: 4049A....

KISTLER
measure. analyze. innovate.


- Temperaturas de escape por encima de 1000°C
- Tamaño compacto.
- Compensación digital de temperaturas.
- Elemento de medida separado.



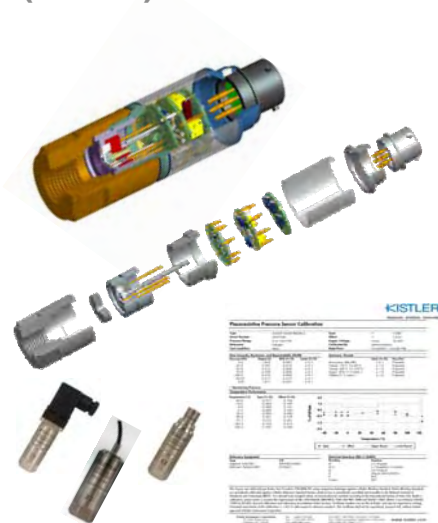
Sensores para Análisis de Combustión **KISTLER** measure. analyze. innovate.

- Medida de presión en cámara.
- Presión de inyección.
- Presión de admisión / escape.
- Medidas Generales de Presión
- Accesorios
- Electrónica.

CBL-E - Sensors / Pg /

31

Medidas generales de presión (Carter)

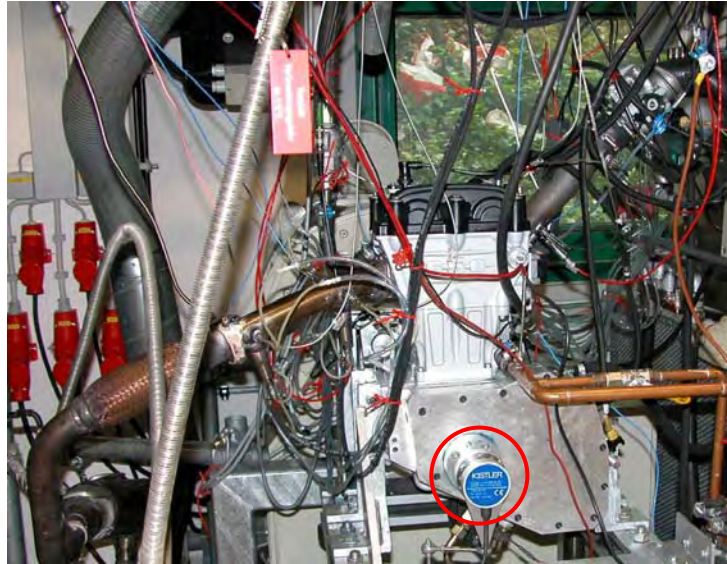
KISTLER
measure. analyze. innovate.


PRT 4260/4262A_

- High Performance
 - Precisiones Hasta 0,05%FS
 - Estabilidad: 0.1% FS
- Rango de temperaturas -40...125°C
- Modularidad
 - Diversas conexiones eléctricas y mecánicas.
 - Señal de salida (2-/3-/4-hilos)



Accesorios



CBL-E - Sensors / Pg /

33

2621E Sistema de Refrigeración



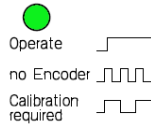
2621E

- En entornos industriales
- Monitorización de presión.
- Monitorización de flujo.

CBL-E - Sensors / Pg /

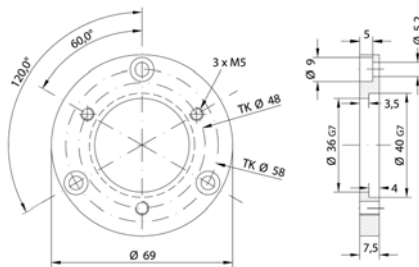
34

Encoder Angular 2614A para medida de posición de cigüeñal



- Rango de velocidades:
0 ... 20 000 rpm
- Válido para arranque en frío
- Diseño robusto
- Alta temperatura de trabajo.
- Compatible con AVL 365
- CE Compliant

Encoder Angular 2614A Compatibilidad mecánica





2629B Sensor de Punto Muerto Superior



- Para **determinación dinámica** de la posición del punto muerto superior (TDC) en motores de combustión.
- **Método existente de mayor precisión.**
- Instalación en el alojamiento de la bujía (o calentador)
- Elimina el ángulo muerto termodinámico producido al fundamentar el cálculo de TDC en la p. max.

CBL-E - Sensors / Pg /

37

Sensores para Análisis de Combustión



- Medida de presión en cámara.
- Presión de inyección.
- Presión de admisión / escape.
- Medidas Generales de Presión
- Accesorios
- Electrónica.

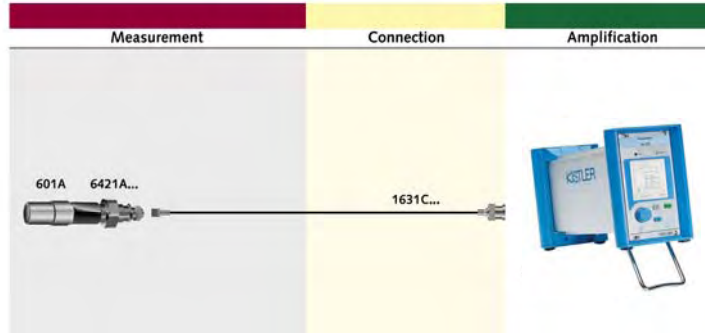
CBL-E - Sensors / Pg /

38

Amplificadores de carga Configuraciones típicas.



Amplificador de carga de un canal



Amplificador de carga 5018A...

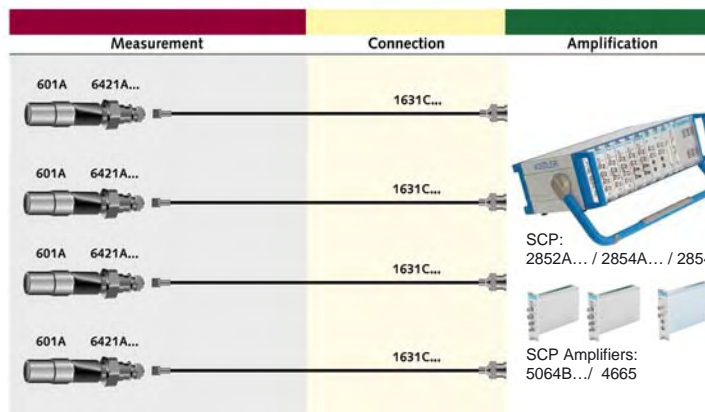
39

CBL-E - Amplifiers / Kle

Amplificadores de carga Configuraciones típicas.



Amplificador de Carga Multicanal



SCP: 2852A... / 2854A... / 2854A...

SCP Amplifiers: 5064B... / 4665

40

CBL-E - Amplifiers / Kle



Amplificadores de carga de un canal

KISTLER
measure. analyze. innovate.

Transforma la carga eléctrica procedente de un sensor piezoeléctrico, en una tensión de salida equivalente.

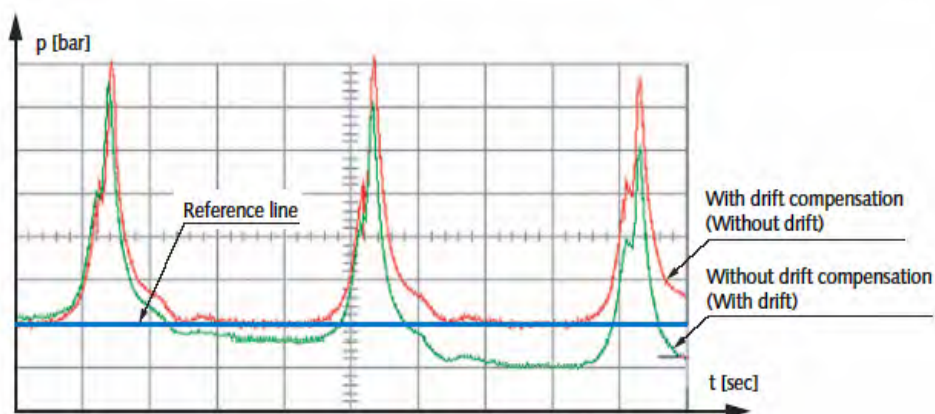


- Rango $\pm 2 \dots \pm 2\,200\,000$ pC
- Compensación de deriva (DrCo)
- Múltiples filtros paso-bajo.
- Interfaces de comunicación: USB y RS-232C
- Opción de identificación de sensores PiezoSmart®
- Almacenamiento automático de ciclos de trabajo.

41

CBL-E -
Amplifiers / Kle

Compensación de deriva

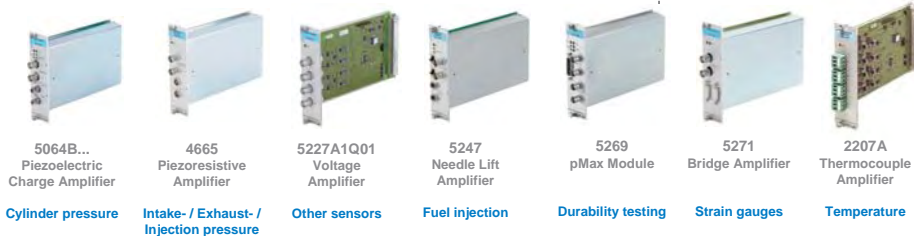
KISTLER
measure. analyze. innovate.


Pressure measurement of the charge amplifier with and without drift compensation

42

CBL-E -
Amplifiers / Kle

SCP: Módulos de acondicionamiento



Flexibility through interchangeable modules



43

SCP (Plataformas d Acondicionamiento de Señales) Sistemas Modulares

- Acondicionamiento de señales
- Bajo ruido y calidad mejorada de señal.
- Diseños hasta 32 canales.
- Alimentación desde 10 VDC a 240 VAC
- Utilización en banco o en vehículo.
- Control remoto posible.
- Compatibles con todos los sistemas de indicación.



SCP 8-slot desk version



SCP Compact 6-slot



SCP Compact 4-slot
(e. g. in-vehicle operation)



SCP Slim 2-slot

CBL-E -
Amplifiers / Kle

44



KiBOX
TO GO

The Mobile Combustion Analyzer from Kistler

KiBoxToGo -Präsentation hoe March 09

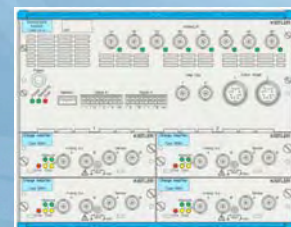
1

On-Board Combustion Analysis System



Objective:

- Combustion Analysis System specifically for on-board operation in vehicles
- Real time calculation of combustion analysis data
- Data analysis in FPGA and 'embedded PC'
- Interface for ECU application tool (ETAS-INCA)



USP's:

- Dedicated design for on-board operation
- Quick set-up and simple operation
- New time-/crankangle-based data acquisition for transient engine operation

KiBoxToGo -Präsentation hoe March 09

2



On-Board Combustion Analysis System-Concept



KISTLER

measure. analyze. innovate.

Digitizer Type 285x, 2/4/6/8-Kanal OCA Software

High temperature cylinder pressure sensors with spark/glow plug adapter



TEDS

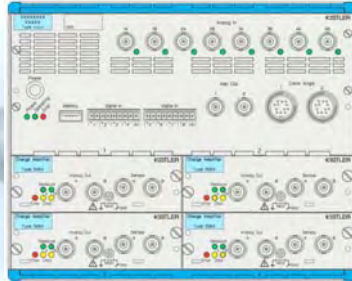
From in-vehicle fuel injectors and/or ignition wires



From in-vehicle crank angle encoder



TEDS



Ethernet 100baseT

Supply voltage



Notebook OCA Software INCA

Supply voltage

From separate board battery pack

On-Board Combustion Analysis System



KISTLER

measure. analyze. innovate.



Digitizer (signal conditioning, data acquisition, data evaluation)

Aux Power-Box (USV, Ethernet-Switch)



On-Board Combustion Analysis KiBox to Go – Housing



Recess

To latch the rubber-feed while stacking

Cable-clip

Fixation and arrange of cables

Bore

For fixation at a ground plate

Crossbar

Fixation of cable

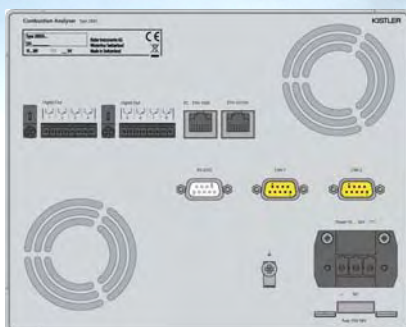
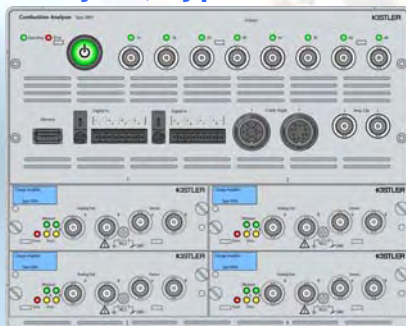
Fitting for safe-belt



On-Board Combustion Analysis Interfaces



Analyzer, Type 2893



- SCP slots: **4** (2-Channel Amplifiers)
- SCP measuring channels: **8** (TEDS)
- Voltage channels: **8** (BNC)
- Crank angle inputs: **2**
 - Active Probe (e.g. 60-2, TEDS)
 - Standard (CDM/TRG)
- Current clamp inputs: **2** (BNC)
- Data communication:
 - 1000 baseT Ethernet
 - 100 baseT Ethernet
 - CAN 1 (Analog Output)
 - CAN 2 (Spare)
 - USB (Memory Stick)
- Digital In: **8** (D-Sub)
- Digital Out: **8** (D-Sub)

On-Board Combustion Analysis

50
Jahre

KISTLER

measu



Features

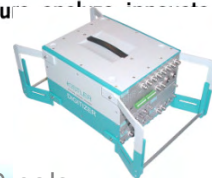
- SCP slots: 4
 - Amplifier types: 5064B1, 4665B1, 5271B1, 5273B1
 - Amplifier bandwidth: 100 kHz
- Measuring channels: 8
 - Sampling rate: 1.25 MS/s
 - ADC Resolution: 16-bit
 - Voltage input range: ± 10 V
- Data acquisition:
 - Angle domain: 0.1/1.0 °KW @ 0..15'625 rpm
 - Time domain: 312.5 kHz
- Digital I/O
 - Connector type: D-Sub
 - Opto coupler in: 8
 - Photo MOS relays out: 8
- Crank angle input 1
 - Connector: Binder, 14-pole
 - Interface standard: LVDS
 - Active Probe interface for engine-integrated crank angle encoders: CDM w/ embedded TRG, TEDS
- Crank angle input 2
 - Connector: Binder, 12-pole
 - Interface standard: LVDS
 - Standard encoders: CDM/TRG, A/B quadrature signals, type 2614 encoders, etc.

On-Board Combustion Analysis

50
Jahre

KISTLER

measu



Technical Data

- Current clamp inputs: 2
 - Connector: BNC
 - Bandwidth: 100 kHz
 - Sampling rate: 2.5 MS/s
 - ADC Resolution: 12-Bit
 - Evaluated output: 2-Bit
- Ethernet PC interface: 1000baseT
- Ethernet interface: 10/100baseT
- CAN Interfaces: 2
 - Connector: D-Sub, 9-pole
 - Baud rate: 1 MBit/s
 - Identifier: 11/29 Bit
 - Protocol: tbd.
- RS-232C
 - Connector: D-Sub, 9-pole
 - Baud rate: 115 kBit/s max.
 - Protocol: tbd.
- Supply
 - Supply voltage:
 - 10..32 VDC
 - 100..250 VAC w/ external adapter
 - Power dissipation:
 - 70 W typical
 - 120 W max.
- Environmental
 - Protection degree: IP40
 - Ambient temperature:
 - Operating: -20..50 °C
 - No operating: -40..70 °C



On-Board Combustion Analysis



Accessories: technical data

■ Crank Angle Adapter

- Pick-up type: Hall/Magnetic
- Polarity: Positive/Negative
- Oscilloscope: ADC, 12-Bit
- Protection degree: IP65
- Ambient temperature: -40..85 °C



■ Current Clamps (3rd Party)

- Type: Fluke 80i-110s
- Supply: Battery-powered
- Bandwidth: 100 kHz
- Protection degree: IP??
- Ambient temperature
 - Operating: 0..50 °C
 - No operating: -30..70 °C



On-Board Combustion Analysis



Software

■ Digital Signal Processing

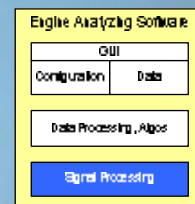
- Robust real-time interpolation of the onboard crank angle encoders (toothed flywheels with Hall or magnetic pick-ups); allows transient operation
 - Coding: 60-1, 60-2, 36+1, ...
 - Resolution: 0.1/1.0 °KW

■ Real-time phase correction

- Group delay: Known for SCP amplifier, digital low-pass filter
- Accuracy: $\pm 1.0 \mu s$

■ Digital FIR decimation filter

- Order: 82
- Cutoff frequency: 100 kHz (-0.002 dB)





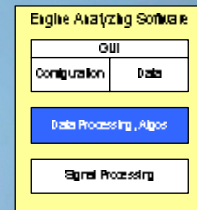
On-Board Combustion Analysis



Software

Base Algos

- Revolutions: RPM
- Digital low-pass filtering per channel
 - Filter type: FIR
 - Cutoff frequency: 5/10/20/30/100 kHz
- Work: p_{miHD} , p_{miGE}
- Burn: $B(\alpha)$, $SUM(B(\alpha))$, $LOC10(\alpha)$, $LOC50(\alpha)$, $LOC90(\alpha)$
- Volume: $V(\alpha)$, $dV/d\alpha$
- Timing events: $x(\alpha)$
- Timing events: $x(t)$
- Signal pegging: $No/TD/p_{inlet}/p_{const}$
- Maximum: p_{max} , $LOC(\alpha) @ p_{max}$
- Maximum: $dp/d\alpha$
- Maximum: dp/dt
- TDC determination: Yes
- Cycle detection: Yes
- Variation coefficient: COV
- Gas exchange: $MEAN(x(\alpha))$
- Statistics: *tbd.*
- Monitoring: *tbd.*



On-Board Combustion Analysis



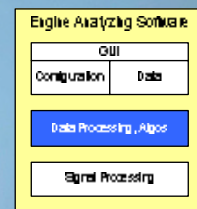
Software

Algos for Diesel Engines

- Noise: Kistler

Algos for Otto Engines

- Knock: VDO, Kistler



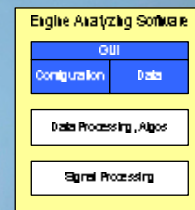
On-Board Combustion Analysis



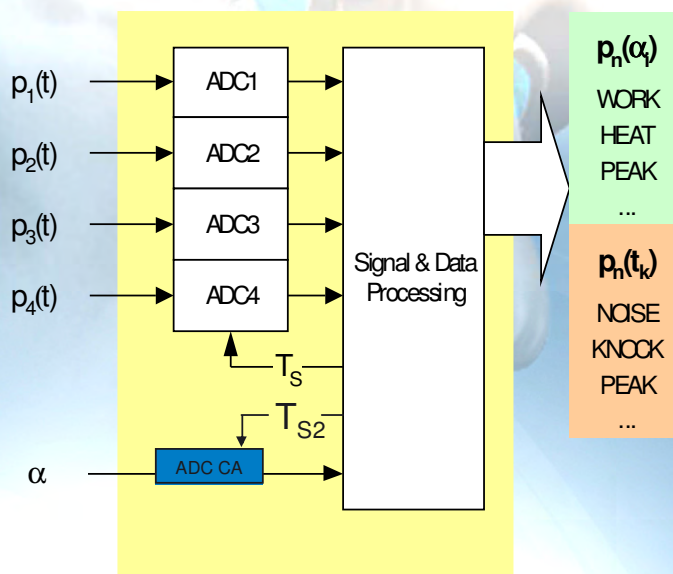
Software

Views

- Configuration setup
 - System
 - Digitizer, algos
 - SCP amplifier
- Raw data x, real-time view
 - $x(\alpha)$ graph
 - $x(V)$ graph
 - $x(t)$ graph
- Cycle-based combustion data z
 - $z(\text{cycle})$ graph
- Offline: Configuration, graphs, analysis
- Table representation, numericals
- Oscilloscope function



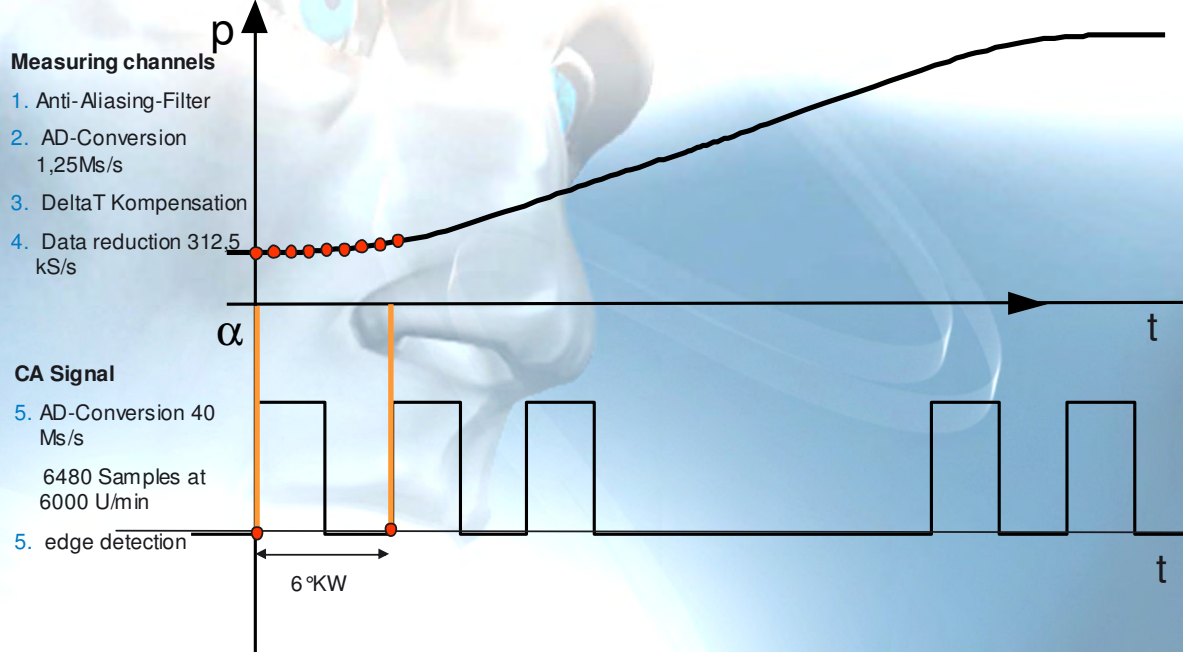
KiBox to Go Innovation - CrankSmart



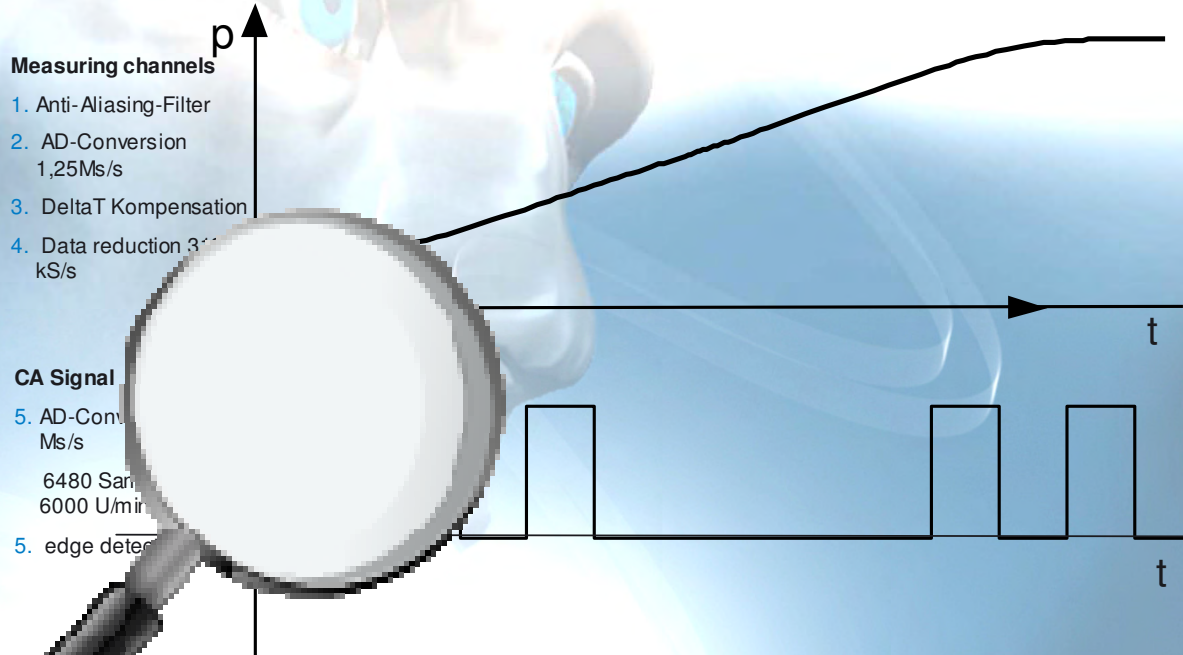
- time base data-acquisition for pressure and crank-angle
- Interpolation for high CA resolution
- Transformation into CA domain
- cycle separation, scaling, zero-line algo
- calculation or combustion values
- display and storage



KiBox to Go Innovation - CrankSmart



KiBox to Go Innovation - CrankSmart

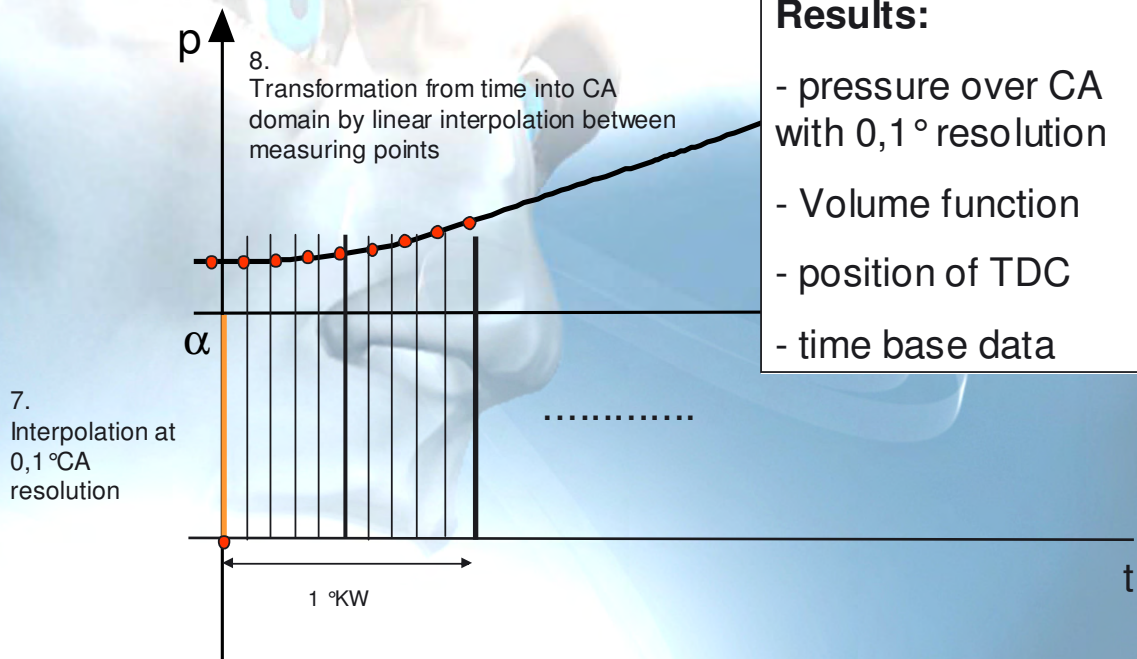


KiBox to Go Innovation - CrankSmart



KISTLER

measure. analyze. innovate.



KiBox to Go Data format – Data export



KISTLER

measure. analyze. innovate.

Data storage in:

- Kistler .open – Format, contains selectable CA-based data, time-based data and/ or combustion values
- Kistler .open – Format is open and described, high-level access function are within a DLL available
- Data export in I-File and CSV format
- Concerto Plug-in available



KiBox to Go Capture – Trigger

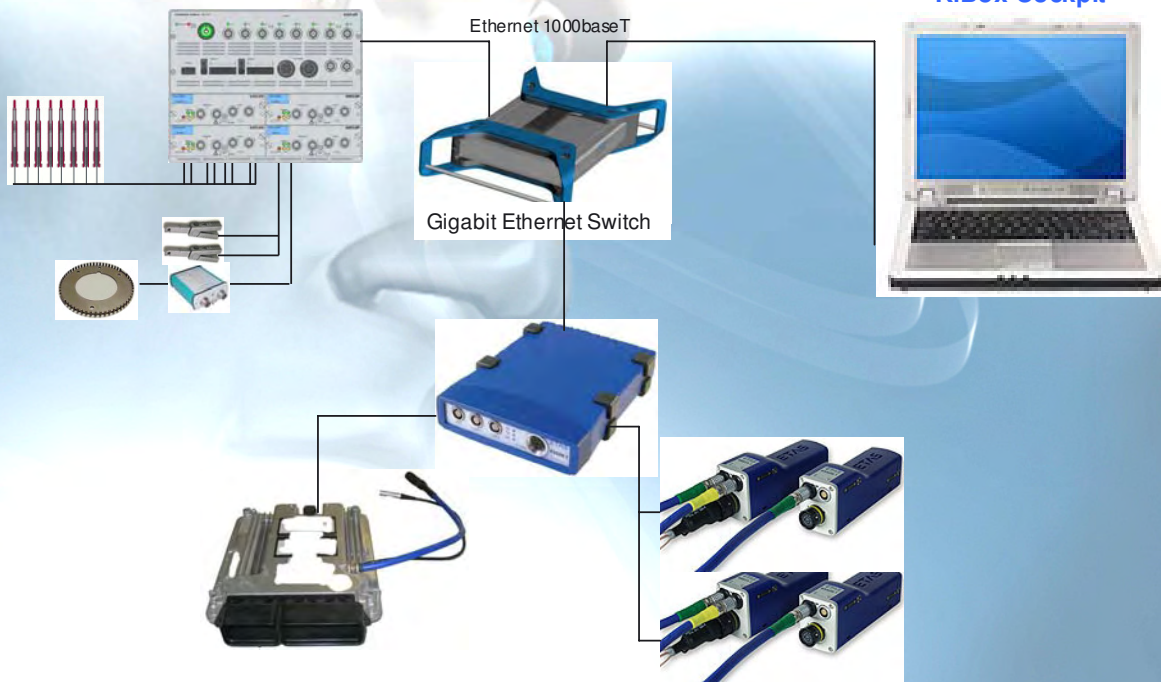
Capture/ Trigger events for storage data :

- Manuel Trigger
- Trigger Event: Engine start/ Engine Stop
- Multiple Trigger events are possible
- Trigger on levels on combustion values e.g. $P_{max} > \text{Level1}$
- Trigger on events in calibration software INCA

KiBox to Go Combustion analysis and ECU calibration System



INCA KiBox Cockpit



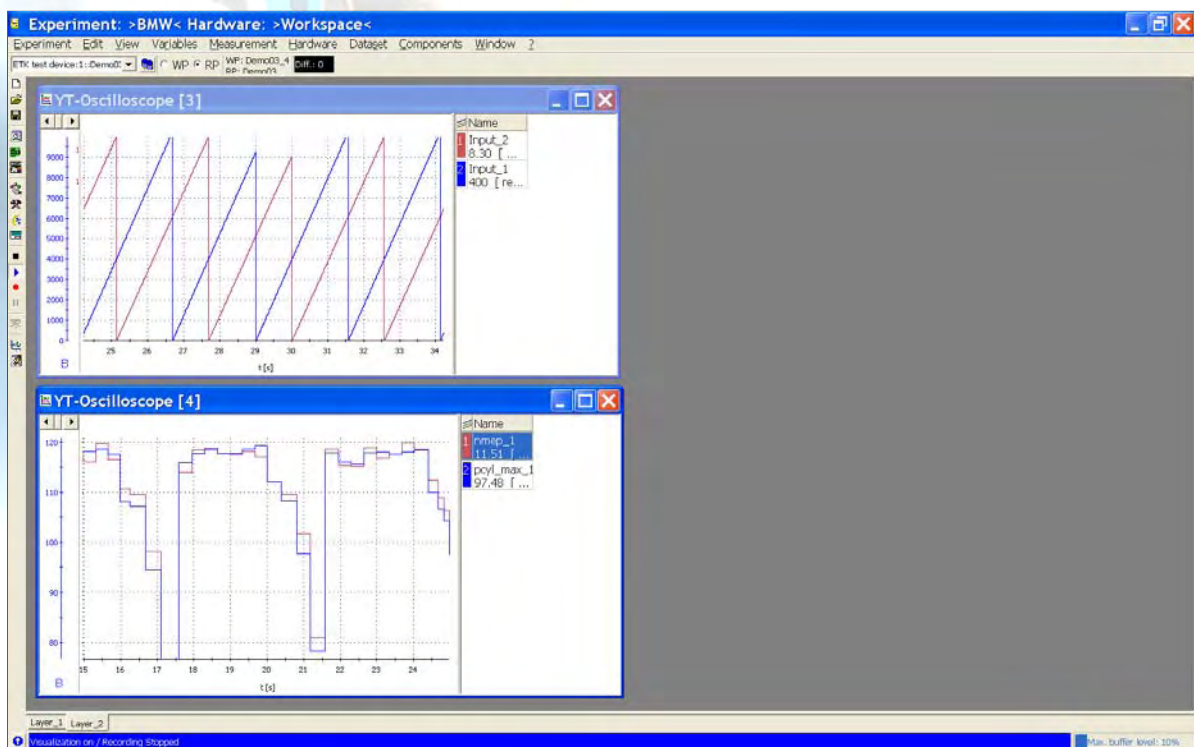


KiBox to Go Interface to INCA

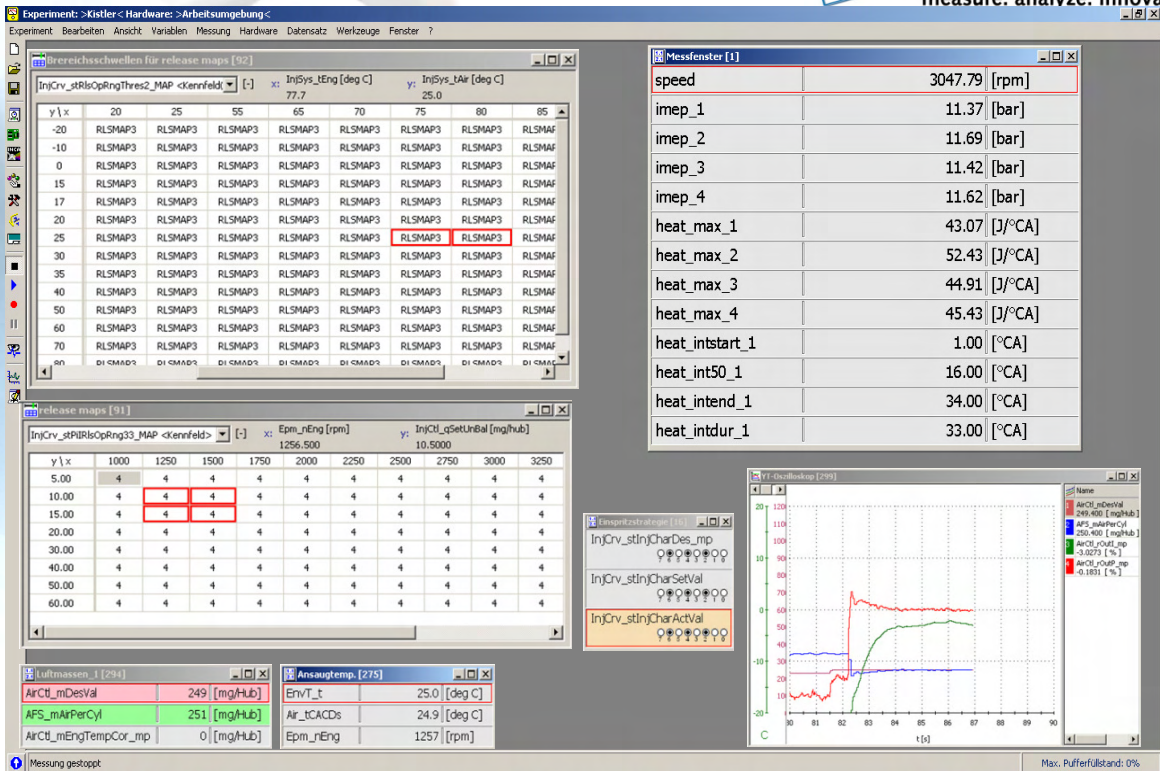
Features:

- With INCA the KiBox is in remote modus
- Combustion values calculated by the KiBox, could be used in INCA like common ECU values
- Combustion values and ECU values are displayed and stored together on the same timeline in INCA
- INCA time-stamp is allocated by the KiBox
- Synchronization of individual Clocks is better then 10ms , better one engine-cycle

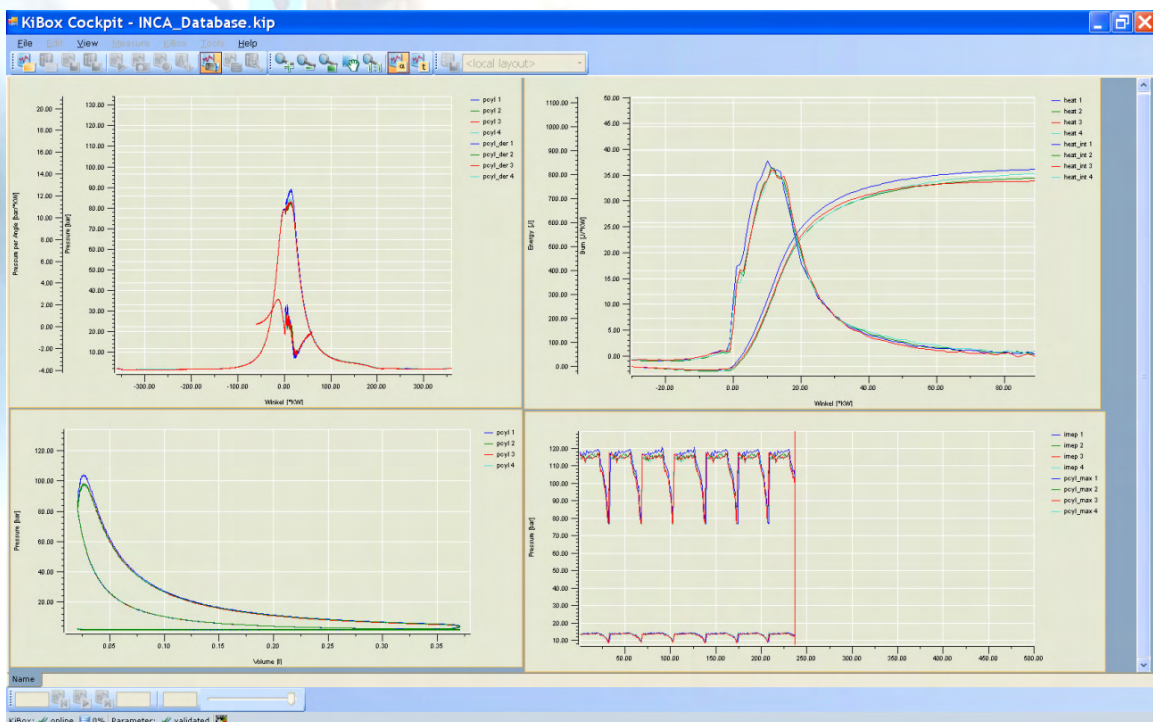
In vehicle indication use cases



In vehicle indication use cases



KiBox to Go ECU Calibration





KiBox to Go ECU Calibration



KISTLER

measure. analyze. innovate.

Use cases for combustion analysis in ECU calibration:

- Combustion Analysis is the only possibility to get information about combustion as a result of the ECU control-functions
- Fast and efficient ECU calibration
 - optimization of idle, detection of misfiring
 - exhaust after treatment concepts need to switch between combustion concepts
 - nitrogen catalyst converter
 - catalyst heating
- cold-start, general engine start and stop
- Diagnose and troubleshooting
- evaluations under realistic environmental conditions, like altitude, temperature, humidity and fuel quality
- Injection-, ignition – timing evaluation

KiBox to Go Conclusion



KISTLER

measure. analyze. innovate.

First combustion analyzer dedicated to the in-vehicle use:

- compact housing, integrated amplifier, fast installation
- safe and robust operation with the in-vehicle CA Sensor e.g. 60-2 Sensor with CrankSmart
- Interpolation instead of critical Extrapolation in transient conditions with CrankSmart
- reliable and entire measurement of engine-start/ stop, thanks combined time- and CA based data acquisition
- time-right/ time-synchrony interface to calibration software INCA