

Operating Manual | Bedienungsanleitung | Manuel d'emploi | Istruzioni per l'uso

English

Deutsch

Français

Italiano



CMA



Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
Im Tiefen See 45
D-64239 Darmstadt
Tel. +49 6151 803-0
Fax +49 6151 803-9100
info@hbm.com
www.hbm.com

Mat.: 7-2001.2559
DVS: A02559_04_Y10_01 HBM: public
09.2018

© Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH.

Subject to modifications.
All product descriptions are for general information only.
They are not to be understood as a guarantee of quality or
durability.

Änderungen vorbehalten.
Alle Angaben beschreiben unsere Produkte in allgemeiner
Form. Sie stellen keine Beschaffenheits- oder Haltbarkeits-
garantie dar.

Sous réserve de modifications.
Les caractéristiques indiquées ne décrivent nos produits
que sous une forme générale. Elles n'impliquent aucune
garantie de qualité ou de durabilité.

Con riserva di modifica.
Tutti i dati descrivono i nostri prodotti in forma generica e non
implicano alcuna garanzia di qualità o di durata dei prodotti
stessi.

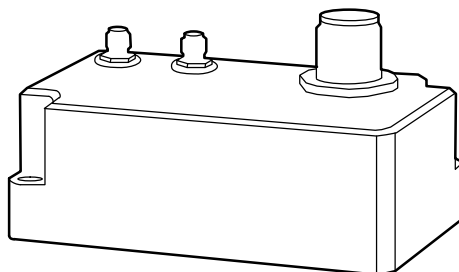
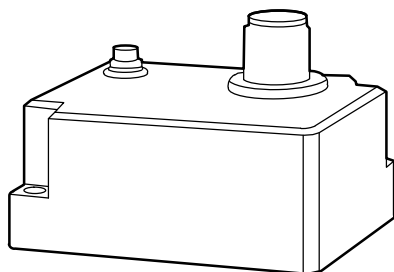
**Operating Manual | Bedienungsanleitung |
Manuel d'emploi | Istruzioni per l'uso**

English

Deutsch

Français

Italiano



CMA

1	Safety instructions	4
2	Markings used	7
2.1	Symbols on the device	7
2.2	The markings used in this document	8
3	Scope of supply and accessories	9
4	Introduction	11
5	Conditions on site	13
5.1	Ambient temperature	13
5.2	Moisture and humidity	14
6	Mounting	15
7	Electrical connection	16
8	Start-up	19
8.1	TEDS transducer identification	21
8.1.1	Hierarchy of rights for TEDS	21
8.1.2	Content of the TEDS module as defined in IEEE 1451.4	22
8.2	Replacing measuring chain components	25
8.3	Parallel connection of sensors	26
9	Tips regarding piezoelectric measurement technology	28
9.1	Functionality of piezoelectric sensors	28
9.2	Available models and information on installation	30
9.2.1	CFT force transducer	30
9.2.2	CFW force washer	30
9.3	Information about the charge amplifier and electrical connection ..	32
9.4	Thermal influences	34
9.5	Mechanical influences	35
9.6	Selection of components	37

10	Maintenance	39
11	Waste disposal and environmental protection	40
12	Specifications (VDI/VDE/DKD 2638)	41
13	Dimensions	43

1 Safety instructions

Appropriate use

The device is to be used exclusively for measurement tasks and directly related control tasks within the application limits detailed in the specifications. Use for any purpose other than the above is deemed to be non-designated use.

Any person instructed to carry out installation, commissioning or operation of the device must have read and understood the Operating Manual and in particular the technical safety instructions.

In the interests of safety, the device should only be operated by qualified personnel and as described in the Operating Manual. It is also essential to comply with the legal and safety requirements for the application concerned during use. The same applies to the use of accessories.

The device is not intended for use as a safety component. Please also refer to the section: "Additional safety precautions". Proper and safe operation requires proper transportation, correct storage, siting and mounting, and careful operation.

Operating conditions

- Protect the device from direct contact with water.
- Protect the device from moisture and weather such as rain or snow. The protection class according to DIN EN 60529 is IP65 when all cables are connected and unused connections are fitted with protective caps.
- Do not expose the device to direct sunlight.
- The device connection cables must only be installed inside buildings, and must not exceed 30 m in length.
- Comply with the maximum permissible ambient temperatures and the data on maximum humidity as stated in the specifications.
- The device must not be modified from the design or safety engineering point of view except with our express agreement. In particular, any repair or soldering work on motherboards (exchanging components) is prohibited. When exchanging complete modules, use only original parts from HBM.

- The device is delivered from the factory with a fixed hardware and software configuration. Changes can only be made within the possibilities documented in the manuals.
- The device is maintenance free.
- Please note the following points when cleaning the housing (*see also Chapter 10, Page 39*):
 - Disconnect the device from all current and voltage supplies before cleaning it.
 - Clean the housing with a soft, slightly damp (not wet!) cloth. *Never* use solvent as this could damage the labeling or the housing.
 - When cleaning, ensure that no liquid gets into the device or connections.
- In accordance with national and local environmental protection and material recovery and recycling regulations, old equipment that can no longer be used must be disposed of separately and not with normal household garbage, *see Chapter 11, Page 40*.

Qualified Personnel

Qualified persons means persons entrusted with the installation, fitting, commissioning and operation of the product who possess the appropriate qualifications for their function.

This includes people who meet at least one of the three following requirements:

- Knowledge of the safety concepts of measurement and automation technology is a requirement and as project personnel, they must be familiar with these concepts.
- As measurement or automation plant operating personnel, they have been instructed how to handle the machinery. They are familiar with the operation of the equipment and technologies described in this documentation.
- As commissioning engineers or service engineers, they have successfully completed the training to qualify them to repair the automation systems. They are also authorized to activate, ground and label circuits and equipment in accordance with safety engineering standards.

Working safely

- The device must not be directly connected to the power supply system. The supply voltage must be between 10 and 30 V_{DC}.
- Error messages should only be acknowledged once the cause of the error is removed and no further danger exists.
- Maintenance and repair work on an open device with the power on may only be carried out by trained personnel who are aware of the dangers involved.
- Automation equipment and devices must be designed in such a way that adequate protection or locking against unintentional actuation is provided (e.g. access checks, password protection, etc.).
- For those devices operating in networks, safety precautions must be taken both in terms of hardware and software, so that a line break or other interruptions to signal transmission do not cause undefined states or loss of data in the automation device.

Additional safety precautions

Additional safety precautions to meet the requirements of the relevant national and local accident prevention regulations must be taken in plants where malfunctions could cause major damage, loss of data or even personal injury.

The scope of supply and performance of the device covers only a small area of measurement technology. Before starting up the device in a system, a project planning and risk analysis must first be implemented, taking into account all the safety aspects of measurement and automation technology so that residual dangers are minimized. This particularly concerns personal and machine protection. In the event of a fault, the relevant precautions must establish safe operating conditions.

General dangers of failing to follow the safety instructions

The device is state of the art and reliable. The device may give rise to residual dangers if it is inappropriately installed and operated.

2 Markings used

All trademarks and brands used in this document are trade names and/or trademarks belonging to the respective product or the manufacturer/owner. HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GMBH does not lay claim to any other than their own trade names/trademarks.

2.1 Symbols on the device

CE mark



The CE mark enables the manufacturer to guarantee that the product complies with the requirements of the relevant EC directives (the Declaration of Conformity can be found at <http://www.hbm.com/HBMdoc>).





Statutory waste disposal mark



The electrical and electronic devices that bear this symbol are subject to the European waste electrical and electronic equipment directive 2002/96/EC. The symbol indicates that, in accordance with national and local environmental protection and material recovery and recycling regulations, old devices that can no longer be used must be disposed of separately and not with normal household garbage, *see also Chapter 11, page 40*.

2.2 The markings used in this document

Important instructions for your safety are specifically identified. It is essential to follow these instructions in order to prevent accidents and damage to property.

Symbol	Significance
	This marking draws your attention to a situation in which failure to comply with safety requirements <i>can</i> lead to damage to property.
 Important	This marking draws your attention to <i>important</i> information about the product or about handling the product.
 Tip	This marking indicates application tips or other information that is useful to you.
 Information	This marking draws your attention to information about the product or about handling the product.
<i>Emphasis</i> <i>See....</i>	Italics are used to emphasize and highlight text and references to other chapters and external documents.

3 Scope of supply and accessories

Scope of supply

Order no.	
1-CMA1	Single-channel charge amplifier for piezoelectric sensors, measuring range 1 000 pC
1-CMA2	Single-channel charge amplifier for piezoelectric sensors, measuring range 2 000 pC
1-CMA5	Single-channel charge amplifier for piezoelectric sensors, measuring range 5 000 pC
1-CMA20	Single-channel charge amplifier for piezoelectric sensors, measuring range 20 000 pC
1-CMA39	Single-channel charge amplifier for piezoelectric sensors, measuring range 39 500 pC
1-CMA158	Single-channel charge amplifier for piezoelectric sensors, measuring range 158 300 pC
1-CMA210	Single-channel charge amplifier for piezoelectric sensors, measuring range 210 500 pC
1-CMA287	Single-channel charge amplifier for piezoelectric sensors, measuring range 287 000 pC
1-CMA482	Single-channel charge amplifier for piezoelectric sensors, measuring range 482 000 pC
1-CMA2000	Single-channel charge amplifier for piezoelectric sensors, measuring range 2 000 000 pC
1-CMA5000/2	Single-channel charge amplifier for up to 2 piezoelectric sensors connected in parallel, measuring range 5 000 000 pC

Accessories

Order no.	
1-KAB168-5	8-wire cable to the voltage supply and processing electronics, M12 x 1 cable plug, 5 m long, free ends
1-KAB168-20	8-wire cable to the voltage supply and processing electronics, M12 x 1 cable plug, 20 m long, free ends
1-KAB143	Sensor connection cable, coaxial, socket 10-32 UNF at both ends, available in 2 m, 3 m and 7 m lengths
1-KAB145	Sensor connection cable, coaxial, socket 10-32 UNF at both ends, available in 0.2 m and 3 m lengths, robust design
1-CSB4/1	Summing box CSB4/1 with protective caps

4 Introduction

Piezoelectric charge amplifiers of the CMA type series are suitable for measuring with piezoelectric sensors. The CMA amplifies the electric charges to a proportional output signal of $-10 \dots +10 V_{DC}$ (see manufacturing certificate for accurate data). You can measure dynamic and quasi-static forces with great accuracy in this way.

- The compact design amplifiers have good immunity from interference.
- You can change the functions of the charge amplifier via the MEASURE / RESET and RANGE 1 / RANGE 2 inputs.
- The charge amplifier is fitted with a TEDS module (Transducer Electronic Data Sheet).
- The CMA5000/2 version allows you to connect two amplifiers in parallel (one channel for both sensors).

In keeping with the choice of measuring range (RANGE 1 / RANGE 2), the valid TEDS information for the particular measuring range is forwarded to the downstream evaluating electronics, if they are TEDS-compliant. The "High Level Voltage" template is used, see *Chapter 8.1, Page 21*.

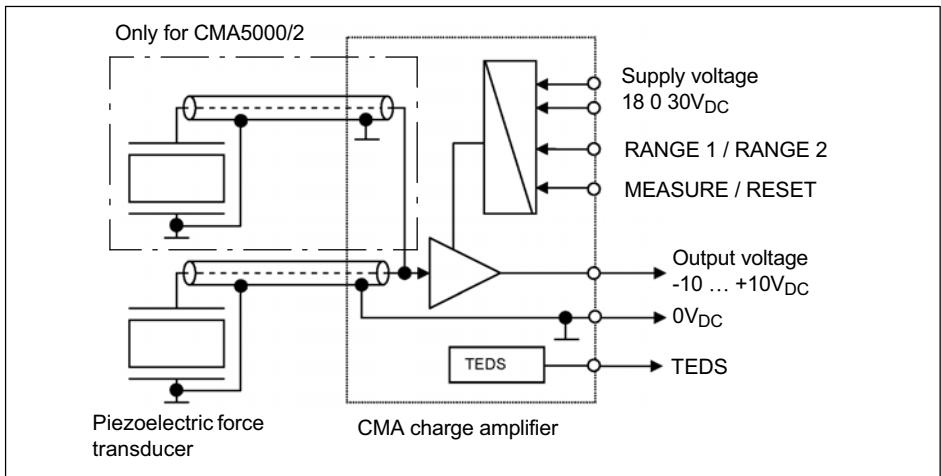


Fig. 4.1 CMA block diagram

The specifications list the permissible limits for mechanical, thermal and electrical stress. It is essential to take these limits into account when planning the measuring set-up, during installation and, ultimately, during operation.

5 Conditions on site



Important

The insulation resistance is crucial for piezoelectric transducers; it should be no greater than 10^{13} ohms.

To obtain this value, all the plug connections have to be kept thoroughly clean. A positive or negative signal drift of the output signal indicates insufficient insulation resistance.

The plug connection contacts should therefore be cleaned with a clean, lint-free cloth (e.g. Non-woven pad, HBM order no. 1-8402.0026) and isopropanol, e.g. with IPA200 from RS Components. The cleaning agents used to clean SG measuring points are not suitable!

See also Chapter 9 regarding piezoelectric measurement technology.

- Protect the device from direct contact with water.
- Protect the device from moisture and weather such as rain or snow. The degree of protection according to DIN EN 60529 is IP65 when all cables are connected and unused connections are fitted with protective caps.
- Do not expose the device to direct sunlight
- The device connection cables must only be installed inside buildings, and must not exceed 30 m in length.
- The temperature has little effect on the output signal, see also Chapter 9.4 "Thermal influences", Page 34.

5.1 Ambient temperature

The temperature has little effect on the output signal. Temperature-related measurement errors can be caused by cooling or heating on one side, e.g. by radiant heat.

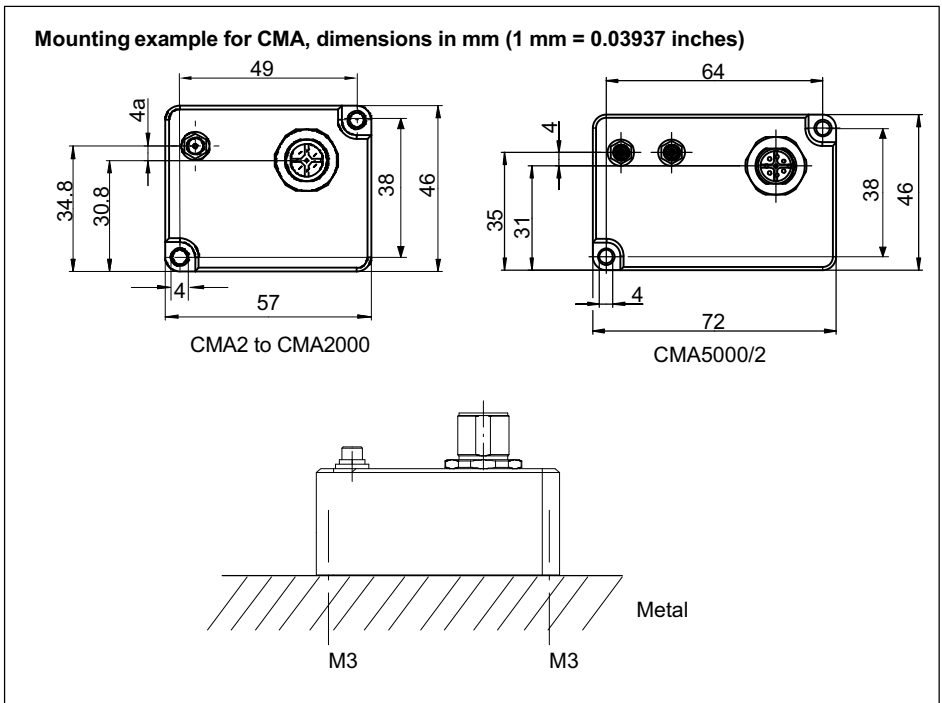
5.2 Moisture and humidity

Avoid moisture or a tropical climate. When the connection cable is properly connected to a transducer and a charge amplifier, the degree of protection for the charge amplifier is IP65 as per EN 60529.

6 Mounting

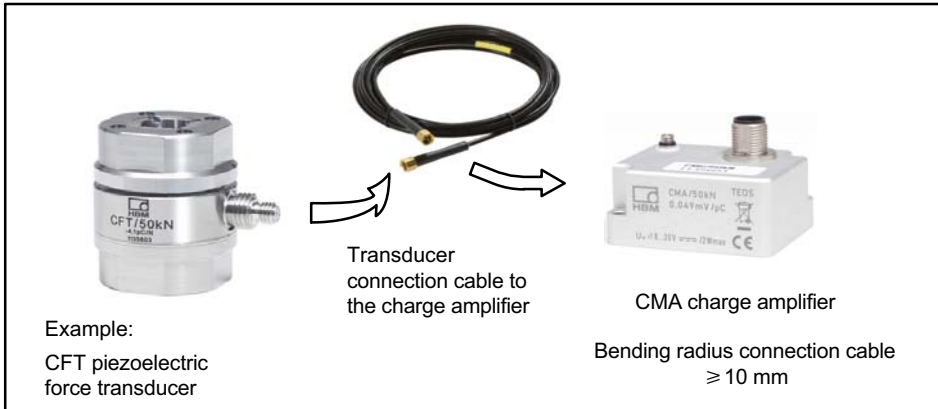
The charge amplifier can be mounted with two M3 bolts. The charge amplifier can be mounted in any position.

The signal inputs and outputs are electrically isolated from the housing and the CMA. So *no* isolating elements are necessary.



7 Electrical connection

Only high-insulation connection cables that generate little friction electricity during movement must be used for piezoelectric sensors. A charge cable in rugged design with metal jacket is available for applications in highly contaminated environments or for increased mechanical stresses.



The supply voltage, measurement signal, inputs and TEDS are connected to the evaluating electronics via the 8-pin M12 device plug.

The CMA1 to CMA2000 versions only have one input. Where necessary, use the CSB4/1 summing box to connect up to four piezoelectric sensors in parallel operation.

Notice

Tighten the swivel nut of the sensor cable with maximum 1.5Nm to prevent damage to the connecting socket.

Two inputs are available on the CMA5000/2 and two sensors can be connected. The sensors are switched in parallel electrically, i.e. the charges are added. The following applies for the measurement result with force sensors: The sum of the forces present at the sensors is measured. Switching

between measurements with sensor 1 and measurements with sensor 2 is not possible as both sensors are always measured together.



Important

Fit the supplied cover if you only use one input on the CMA5000/2.

The CMA charge amplifier is designed for direct voltage operation (18 ... 30 V_{DC}). The circuit is intended for operating with separated extra-low voltage (SELV circuit).

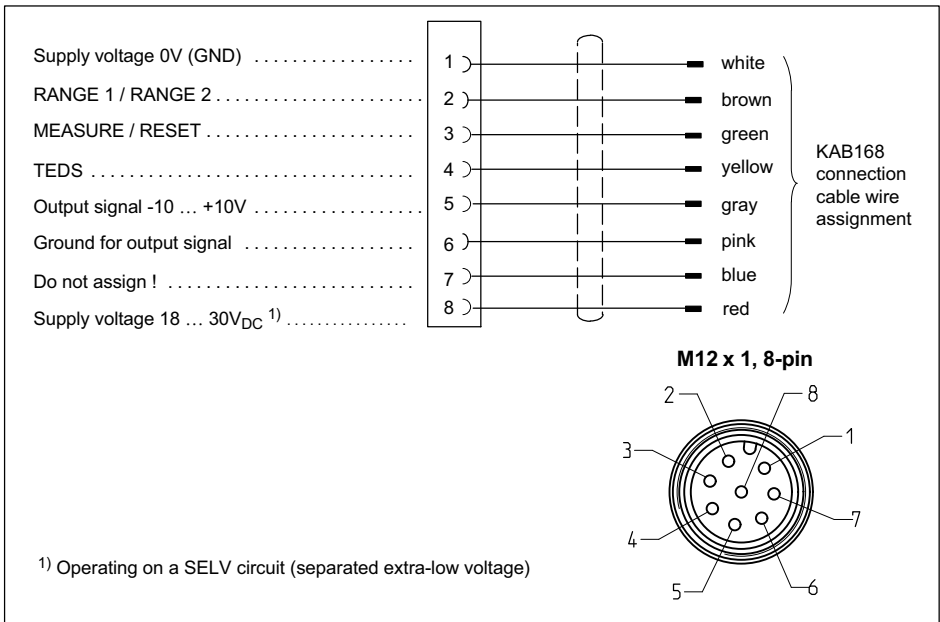


Fig. 7.1 Pin assignment

The output signal is present at pin 5 and pin 6 (ground), and is electrically isolated from the supply voltage and the control inputs. The RANGE 1/2, MEASURE/RESET and TEDS control inputs, as well as the supply voltage, are at the same potential (pin 1, supply voltage 0 V). It is not necessary to ground the housing.



Important

The cable shield must not be connected to the downstream evaluating electronics.

Pin 7 is reserved exclusively for internal HBM use, and must not be assigned.

8 Start-up

Connect a piezoelectric sensor to the CMA charge amplifier.

MEASURE / RESET

With an input voltage of 0 V at the MEASURE/RESET pin (see Fig. 4.1 and Fig. 7.1 on Page 17), the charge amplifier is in measurement mode (MEASURE). If a voltage of 24V is present at the pin, the charge amplifier switches to RESET.

Activating RESET will set the amplifier output signal to zero. This can be done with any force. The advantage of the reset function is that drift factors have no effect.

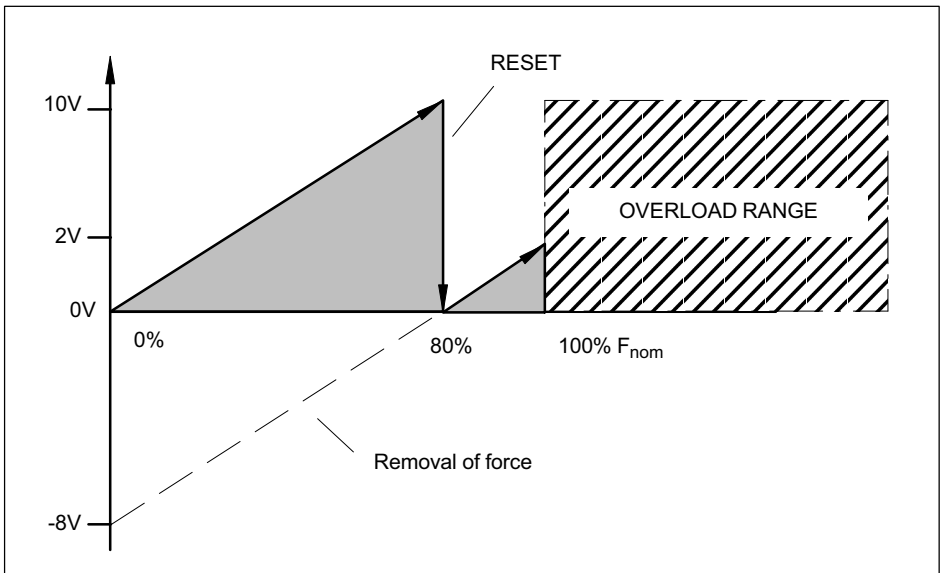


Fig. 8.1 Reset function



Important

After RESET, although the charge amplifier output is set to zero, this does not mean that the machine generating the force is force-free. Make sure that the transducer is not overloaded, even though the output signal is still in the -10 ... +10 V range.

RANGE1 / RANGE 2

With an input voltage of 0 V at the RANGE 1 / RANGE 2 pin (see Fig. 4.1 on Page 11 and Fig. 7.1 on Page 17), measuring range 1 (100% F_{nom}) is active at the charge amplifier. The charge amplifier gives you the option of switching to a second measuring range, with only 20% of the nominal (rated) force and output span (zoom function). Apply a voltage of 24 V_{DC} to the pin.

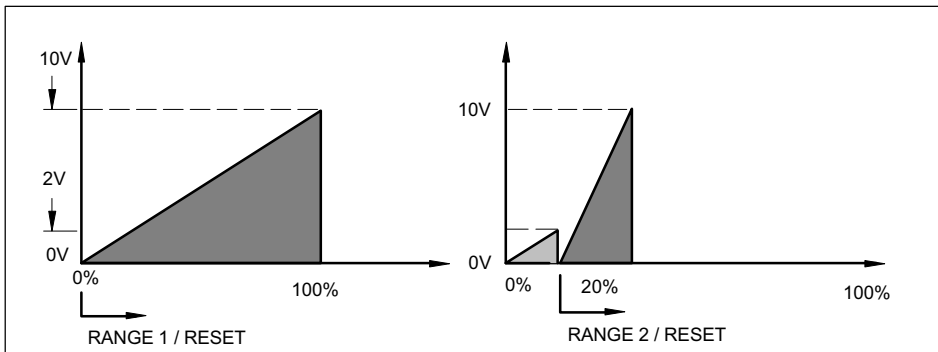


Fig. 8.2 "Zooming" into the second measuring range

Changing the measuring range to 20 % can also be used to operate the force transducer with high safety reserves for measurement tasks where overload is critical. In this case, the charge amplifier overloads above 20 %.

The supply voltage and the RANGE 1 / RANGE 2 and MEASURE / RESET control inputs are electrically isolated from the measuring circuit.



Important

If either the transducer or the charge amplifier is replaced, the measuring chain calibration is invalid. Incorrect measured values could be displayed and/or forwarded to downstream evaluating electronics.

8.1 TEDS transducer identification

TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) allows you to store the transducer data (characteristic values) as per IEEE1451.4 in a special chip in the CMA (TEDS module, 1-wire EEPROM). Suitably equipped evaluating electronics can read the data from this electronic data sheet or calibration certificate and set themselves accordingly.

The TEDS signal is available at plug connection pin 4, to ground at pin 6 (see *Fig. 7.1 on Page 17*).

When you switch from Range 1 to Range 2 or vice versa, the valid TEDS information is automatically made available, but the downstream evaluating electronics must read the TEDS once again.



Important

The data stored in TEDS are only valid for the adjusted (sensor and CMA) measuring chain (see Chapter 6.3). As soon as you replace one of the components, you must re-calculate the data and change them in the TEDS module.

8.1.1 Hierarchy of rights for TEDS

The TEDS Editor uses a hierarchy of rights:

1. Standard rights (USR level)

This level concerns entries that can be modified by any user and which are changed subject to their application, for example: Measuring point name, zero value, filters, etc.

2. Calibration rights (CAL level)

This level concerns entries that a calibration laboratory must be able to change, if, for example, the sensitivity in a TEDS module has to be updated after recalibration.

3. Administrator rights (ID level)

Administrator rights in relation to TEDS are needed by the sensor manufacturer. In the case of a self-built sensor or subsequent upgrading with TEDS, HBM customers can of course also make use of these rights.

Different user rights are needed in order to amend the entries in the so-called "templates", and these rights may differ from one entry to the next within a template. However, the software must also support rights management, otherwise all the entries would be accessible during later use (the hierarchy of rights specified in the TEDS standard is not monitored by the TEDS module, and not every software package supports rights management).

8.1.2 Content of the TEDS module as defined in IEEE 1451.4

The information in the TEDS module is organized into areas which are prestructured to store defined groups of data in table form. Only the entered values are stored in the TEDS memory itself. The evaluating electronics firmware assigns the interpretation of the respective numerical values. This places a very low demand on the TEDS memory. The memory content is divided into 3 areas:

Area 1:

An internationally unique TEDS identification number (cannot be changed).

Area 2:

The base area (basic TEDS) with a configuration defined in standard IEEE 1451.4. The transducer type, the manufacturer and the transducer serial number are contained here.

Area 3:

Data specified by the manufacturer and the user are contained in this area. The physical measurand and the physical unit are also defined when the

template is created. The available unit for the particular measurand is specified in the IEEE Standard. For the measurand of force, this is the unit N.

The resolution of the characteristic values mapped in TEDS (characteristic curve of the transducer) must also be selected when the template is created. HBM always opts for "Full Precision" here in order to be able to use maximum digital resolution. This choice is also recommended to users who program the TEDS module themselves.

HBM has already written the "High Level Voltage" template for the CMA charge amplifier with the following values:

- Measurand (force in N)
- Electrical output signal (-10 ... +10 V)
- Required supply voltage (18 ... 24 V_{DC})

Example

Charge amplifier and 20 kN force transducer.

Content written by HBM on the basis of the individual test certificate: Area 3 of the CMA158 charge amplifier with identification no. 123456, made by HBM on 27.6.2007.

Template: High Level Voltage				
Parameters	Value ¹⁾	Unit	Rights level	Explanation
Transducer electrical signal type	Sensor voltage		ID	
Minimum force/weight	0.000	N	CAL	The physical measurand and unit are defined when the template is created, after which they cannot be changed.
Maximum force/weight	20.000k	N	CAL	

Template: High Level Voltage				
Parameters	Value ¹⁾	Unit	Rights level	Explanation
Minimum electrical value	0.00000	V/V	CAL	The difference between these values is the sensitivity according to the HBM manufacturing certificate, or from calibration ¹⁾ .
Maximum electrical value	+9.5700	V/V	CAL	
Mapping method	Linear			This entry cannot be changed.
AC or DC coupling	DC		ID	
Output impedance of the sensor	10.0	ohm	ID	Output resistance according to the HBM data sheet.
Response time	1.0000000 u	sec	ID	Not relevant to HBM transducers.
Excitation level (nominal)	24.0	V	ID	Nominal (rated) supply voltage according to the HBM data sheet.
Excitation level (minimum)	18.0	V	ID	Lower limit for the operating range of the supply voltage according to the HBM data sheet.
Excitation voltage type	DC		ID	Type of supply voltage
Max. current draw at nominal excitation level	50.12m	A	ID	Maximum supply current.
Calibration date	27-Jun-2007		CAL	Date the manufacturing certificate was created at HBM (or date of last calibration or entry of TEDS data). Format: day-month-year.
Calibration initials	HBM		CAL	Initials of the calibrator or calibration laboratory concerned (max. three characters).

Template: High Level Voltage				
Parameters	Value ¹⁾	Unit	Rights level	Explanation
Calibration period (days)	0	days	CAL	Time before recalibration, calculated from the date specified under Calibration Date.
Measurement location ID	0		USR	Identification number for the measuring point (assigned by the user). Possible values: 0 to 2047 (numbers only). The HBM Channel Comment template is also available as a supplement.

¹⁾ Typical values for the CFT/20kN force transducer

Other templates, such as the HBM “Signal Conditioning” template, can also be created.



Tip

More information can be found on the HBM Internet site www.hbm.com/HBMdoc, under TEDS.

8.2 Replacing measuring chain components

When replacement is necessary, in principle, the piezoelectric transducer and the charge amplifier or connecting cable can be replaced. But the following always applies: components must only ever be replaced with components of the same type, e.g. a CFT/5kN force transducer only ever for a CFT/5kN, and a CMA39 charge amplifier for a CMA39. This ensures that the transducer and charge amplifier have the same nominal (rated) force and sensitivity. Replacement of the connecting cable is non-critical.

Charge amplifiers are adjusted individually. This ensures that when the amplifier is replaced, the series variation is less than $\pm 0.5\%$.



Important

The data stored in TEDS are only valid for the adjusted (sensor and CMA) measuring chain (see Chapter 6.3). As soon as you replace one of the components, you must re-calculate the data and change them in the TEDS module.



Information

If the charge amplifier is not deployed as part of a complete measuring chain, the TEDS module is not written.

Updating TEDS content

To update TEDS data, relevant hardware and software must be available, and if applicable, you must be in possession of the necessary rights (CAL), see *Section 8.1.1 on page 21*.

Use multiplication to calculate the correct output span from the characteristic values of the charge amplifier and force transducer components (see additional information in the manufacturing certificate):

Output span U_a (in V) = force measuring range (in N) x sensitivity of force transducer (in pC/N) x sensitivity of charge amplifier (in mV/pC) /1000

Example:

CFT/20kN force transducer	sensitivity -7.779 pC/N
CMA158 charge amplifier	sensitivity -0.064 mV/pC

$U_a = 20000 \text{ N} \times (-7.779 \text{ pC/N}) \times (-0.064 \text{ mV/pC}) /1000 = 9.957 \text{ V}$

8.3 Parallel connection of sensors

You can connect several sensors in parallel, e.g. to measure larger forces, with the CMA5000/2 or by using the summing box CSB4/1. The charges of all sensors are added here.

The following applies for the measurement result: The sum of the forces present at the sensors is measured.

Calculation of charge at output

Output charge = Force_1 * Sensitivity_Sensor_1 + Force_2 * Sensitivity_Sensor_2



Tip

With sensors that have the same sensitivity, i.e. the same type, calculate the force by dividing the measured charge by the sensor sensitivity.

Example

Two CFT/5kN are connected with the CMA5000/2. The sensor sensitivities are each 7.8 pC/N.

The sensitivity of the parallel connection is also 7.8 pC/N. The maximum output charge is 78,000 pC at 10 kN. Please note that the force distribution is not always uniform.

9 Tips regarding piezoelectric measurement technology

Piezoelectric force sensors offer a series of advantages: They are extraordinarily compact, offer extremely high overload capacity when the measurement chain is correctly laid out and evidence negligible displacement. This results in high rigidity and therefore excellent dynamic properties.

In order to ensure maximum measurement accuracy with high operating safety, some information should be taken into account.

9.1 Functionality of piezoelectric sensors

A piezoelectric force sensor consists of a single crystal sensor element and components used for force application.

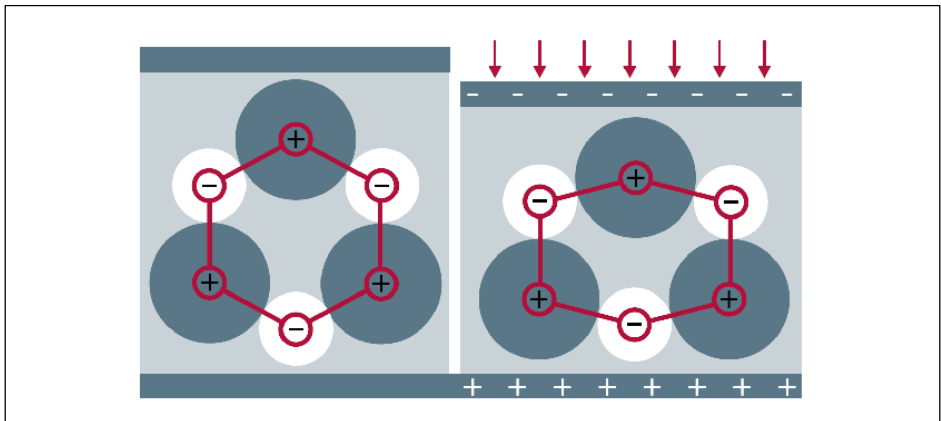


Fig. 9.1 Working principle of a piezoelectric transducer

Forces acting on the crystal make the positive and negative atoms in the crystal grid move. This results in charges on the upper and lower sides as shown in Fig. 9.1. The shifting of the atoms is proportional to the applied force and therefore the charges formed on the crystal surfaces.

In Fig. 9.2, two piezoelectric quartz rings are surrounded by an enclosure of 2 metal half shells. The coaxial plug on the left has external contact with the

enclosure and internal contact with the charge discharge between the two washers.

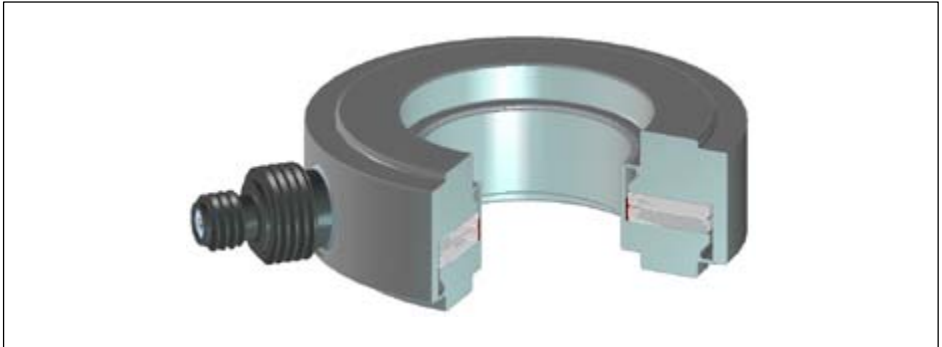


Fig. 9.2 Cross-section through a force washer

The charge present on the outer surfaces of the crystal is picked up by electrodes and can be processed by a so-called charge amplifier into a voltage or current signal.

The *sensitivity* of piezoelectric force sensors is given in pC/N. The output signal can be calculated by

$$Q = d * F * n$$

F is the applied force in N, d the sensitivity of the sensor material used in pC/N, Q the electric charge in pC and n the number of crystal discs ($1 \text{ pC} = 10^{-12} \text{ C}$).



Important

Piezoelectric sensors always need to work with an initial stress.

The sensitivity of the force sensor is determined by the piezo material used and independent of the measuring range. Sensors in the same series (e.g. CFT/50 kN ... CFT/120 kN) output the same charge amount for a specific force. Differences are explained by the type and construction of the initial stress which represents a force shunt. This is necessary to achieve good linearity and hysteresis properties.

9.2 Available models and information on installation

HBM has two different piezoelectric force sensor designs available: The force washer CFW and the force transducer CFT.



Fig. 9.3 CFW and CFT force transducers

9.2.1 CFT force transducer

The CFT force transducers are calibrated and are delivered with calibration certificates. As these force transducers are already pre-stressed internally, they are suitable for immediate application. Renewed calibration of the measurement chain is not necessary.

9.2.2 CFW force washer

Force washers must always be mounted with an initial stress. This also applies for the piezoelectric CFW force washers. After mounting, the force washers lie

in a force shunt, i.e. a part of the force no longer flows through the sensor, but through the pre-stressing device, e.g. the CPS pre-stressing set.

The pre-stressing of the force washers is necessary to ensure the linearity and structural durability of the sensor.

We recommend that the force washer is pre-stressed to at least 10% of its nominal (rated) force. The force washer itself can be used to determine the initial stress.

The sensitivity of the measurement chain changes dependent on the construction that generates the initial stress. When using HBM CPS pre-stressing sets, the sensitivity of the piezoelectric CFW force washers decreases by 7 to 12%. The force washers must therefore be calibrated after mounting to reliably determine the sensitivity.

Calibration using calibrated force transducers.

One way of calibrating the sensors is to use calibrated force transducers. An amplifier is required here in addition to the force transducer. Reference force transducers based on strain gages are particularly suitable, e.g. the series C18 or Z30a. Force transducers for industrial applications, e.g. S9M from HBM can also be used. If no suitable amplifiers for sensors based on strain gages are available, you can also use the CFT series sensors.

When selecting the reference transducer, note that the subsequently achieved accuracy cannot be better than the precision of the calibration process which is dependent on the accuracy of the reference measurement chain.

Calibration of the measurement chain in three steps

As mentioned above, the calibration of a measurement chain containing piezoelectric force washers (CFW) as sensors must be implemented after the sensor has been mounted. This means that nothing may be changed in the mechanical installation situation after the calibration process is complete. This applies in particular to the initial stress.

1. Determination of sensor sensitivity after mounting.

To do this, the force in N or a mass in kg is measured at the same time as the charge generated by the piezoelectric force washers at this force. The sensitivity can be calculated by dividing the charge by the force (sensitivity = charge/force).

2. Selecting the charge amplifier.

The CMA charge amplifiers are available with various measuring ranges. The measuring range should be selected so as to obtain an optimal resolution.

3. Verification of the set parameters.

To complete the process, the measurement chain should be compared again with the reference measurement chain.

9.3 Information about the charge amplifier and electrical connection

The charge output by a piezoelectric sensor is converted into a directly proportional voltage (Fig. 9.4).

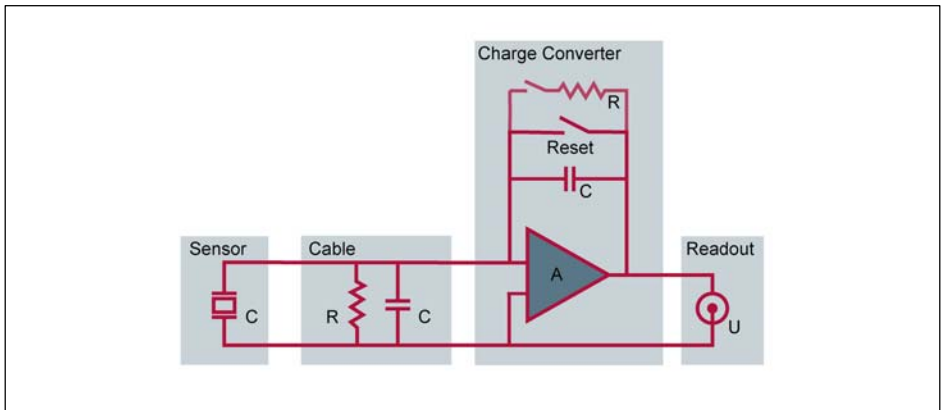


Fig. 9.4 Principle circuit for a measurement chain with sensor, cable and charge amplifier

Piezoelectric sensors are ideally suited for dynamic and non-zero point-related measurements. The drift generated by piezoelectric measurement chains is so low that it does not affect accuracy even with high requirements.

The drift is an effect of the limited insulation resistance of the cables and charge amplifier. The transducers themselves do not display drift if mounting and connection are implemented correctly. The maximum drift of a

measurement chain is 0.1 pC/s or 25 mN/s if quartz is used as sensor material and 13 mN/s if the sensor material is gallium phosphate.

In order to achieve a lower drift, please note the following information:

1. The running-in behavior of the charge amplifier.

The charge amplifier should run in at least a hour before measurements are started.

2. Cleanliness of the connections.

If the insulation resistance of the cable between sensor and charge amplifier is too low, the measurement chain will drift as charge will discharge via the too low insulation resistance. Good insulation resistances are $>10^{12} \Omega$.

In order to keep piezoelectric measurement chain drift low, all plugs and sockets must be kept clean at all times. Under no circumstances touch open contact surfaces with the fingers or allow oil on them as this can reduce the required insulation resistance.

We also recommend that protective caps should be left on the sockets of the sensors and charge amplifiers until the sensor or charge amplifier is connected. When the connections are disconnected, the protective caps should be screwed back on again.

3. Use high quality connection cables.

Piezoelectric sensors must be connected to the charge amplifier via a low-noise and highly insulated coaxial cable. The cable must not be damaged and must be replaced if damaged as repairs are not possible. HBM offers e.g. the cable 1-KAB143-3 for this purpose.

If however, despite all care, sockets are contaminated, they can be cleaned as follows:

- Unscrew the plug.
- Dry wipe the white surfaces of the socket with a cleaning pad (e.g. HBM Order number 1-8402.0026).
- Spray the socket with pure isopropanol, e.g. IPA200 from RS Components.
- Clean again with a new cleaning pad.

The cable connectors cannot be cleaned, i.e. if the cable is contaminated, it must be replaced.

Notice

The cleaning agent RMS1, which is used for cleaning SG installation points, is not suitable for cleaning piezoelectric sensor connections.

9.4 Thermal influences

Influence of sensor temperature on the characteristic curve

The influence of temperature on the sensitivity of the sensors is very low with 0.2% per 10K and is negligible for most applications.

Temperature influences on signal stability

All piezoelectric sensors change their charge state when the temperature changes as the pre-stress changes (the E modulus of construction elements depends on the temperature). In addition, temperature fluctuations during measurement lead to thermally induced stresses that generate an output signal.



Information

The output signal only changes in the case of a change in temperature, a charge is not generated under stationary conditions.

The temperature effects can be minimized if it is ensured that:

1. The transducer is stored for sufficient time at the application temperature
2. The transducer is not touched shortly before measurement as hand heat can warm up the sensors unevenly
3. A reset is implemented after every measurement cycle

Both the drift and the disturbance variable temperature are important in the case of long measurement times and small forces - the information must be specifically taken into account.

9.5 Mechanical influences

In piezoelectric force sensors, the crystal lies in the direct force flow. The measuring elements (quartz or gallium phosphate) are designed for each sensor at the maximum occurring normal force. Applied bending moments can lead to a overload of the transducer as the crystal is more strongly loaded on one side and, in contrast, the load is relieved on the other side.

The maximum mechanical stress is calculated from the addition of the stresses caused by the bending moment in the crystal and the load stresses of the axial forces to be measured. The maximum permitted surface pressure must not be exceeded under any circumstances.

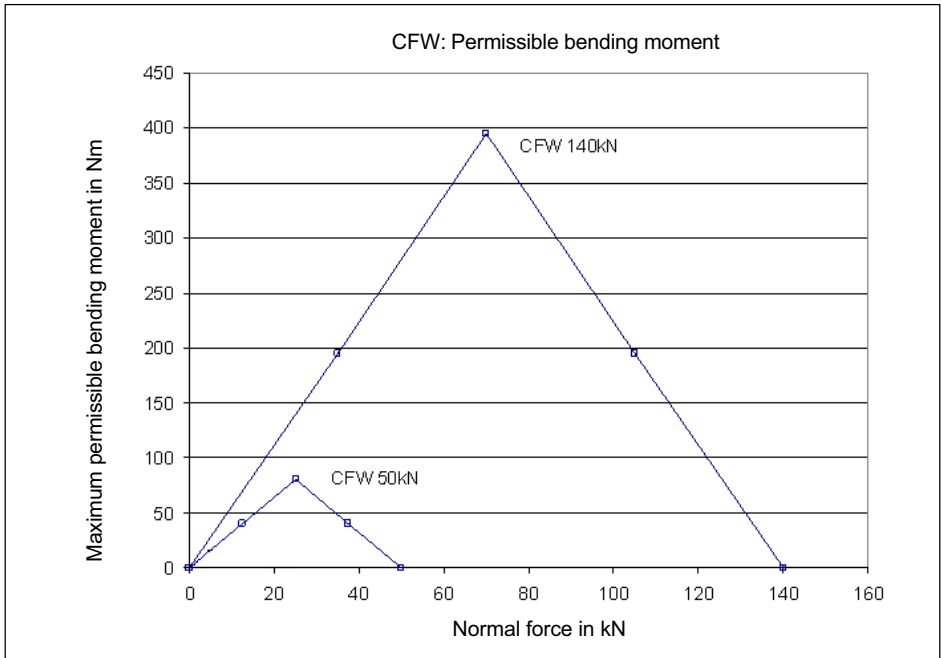


Fig. 9.5 Permissible bending moment via the force in the measurement direction (normal force) for the transducer type CFW.

As the output signal is not dependent on the nominal (rated) force of the sensor in piezoelectric sensors, it is possible to select sensors with a higher nominal force in order to avoid an overload in such cases. The following diagram shows the maximum permissible bending moment dependent on the process force. The highest permissible bending moment can be accepted by the force washer with 50% initial stress.

If the bending moment is generated by a force from the side, a lateral force is also produced, reducing the maximum values.

The measurement error caused by the bending moment is low, as the higher material stresses on the one side of the crystal are compensated for by the lower stress on the other side. If a piezoelectric force washer (1-CFW/50kN) is loaded with a bending moment of 100 Nm, this produces an output signal of -2.3N. The main problem is the possible overloading of the measuring element.

Please note, therefore, the maximum lateral force as per data sheet.

9.6 Selection of components

A piezoelectric measurement chain consists of the actual transducer, charge amplifier and the connection cable between the components.

If the maximum force to be measured is known, a suitable charge amplifier can be selected.

The transducer can be designed according to the maximum overload and geometric requirements as the output signal is not dependent on the nominal load.

Example 1: Force transducer

- A maximum force of 100 kN must be measured.
- Selection of a force sensor with full scale value 120 kN (e.g. CFT/120 kN).
- Transducer sensitivity: -4.0 pC/N .
- Required input range = 400000 pC.

Example 2: Force washer

- A maximum force of 100 kN must be measured.
- Selection of a force washer with full scale value 140 kN (e.g. CFW/140 kN).
- For technical reasons, the force washer must be pre-stressed with approx. 20% of the nominal (rated) force. The pre-stressing screw results in a force shunt, the sensitivity is then approx. 7 to 9% lower. A useful range remains of approx. $0.8 \times 140 \text{ kN} = 112 \text{ kN}$. This results in 430000 pC with -4.3 pC/N and a measuring range of 100 kN.
- Required input range = 430000 pC.



Important

The force resulting from pre-stress must be measured with the sensor itself. The sensitivity specified in the specifications should be used. Since the pre-stressing screw forms a force shunt, the sensor must be recalibrated after it is installed to be able to determine the sensitivity of the measuring device when it is ready to use.

10 Maintenance

The CMA charge amplifier is maintenance-free. Please note the following points when cleaning the housing:

- Disconnect the device from all current and voltage supplies before cleaning it.
- Clean the housing with a soft, slightly damp (not wet!) cloth. *Never* use solvent as this could damage the labeling or the housing.
- When cleaning, ensure that no liquid gets into the device or connections.
- The *plug connection contacts* should therefore be cleaned with a clean, lint-free cloth (e.g. Non-woven pad, HBM order no. 1-8402.0026) and isopropanol, e.g. IPA200 from RS Components. The cleaning agents used to clean SG measuring points are not suitable!

11 Waste disposal and environmental protection

All electrical and electronic products must be disposed of as hazardous waste. The correct disposal of old equipment prevents ecological damage and health hazards.

Statutory waste disposal mark



The electrical and electronic devices that bear this symbol are subject to the European waste electrical and electronic equipment directive 2002/96/EC. The symbol indicates that, in accordance with national and local environmental protection and material recovery and recycling regulations, old devices that can no longer be used must be disposed of separately and not with normal household garbage.

As waste disposal regulations may differ from country to country, we ask that you contact your supplier to determine what type of disposal or recycling is legally applicable in your country.

Packaging

The original packaging of HBM devices is made from recyclable material and can be sent for recycling. Store the packaging for at least the duration of the warranty.

For ecological reasons, empty packaging should not be returned to us.

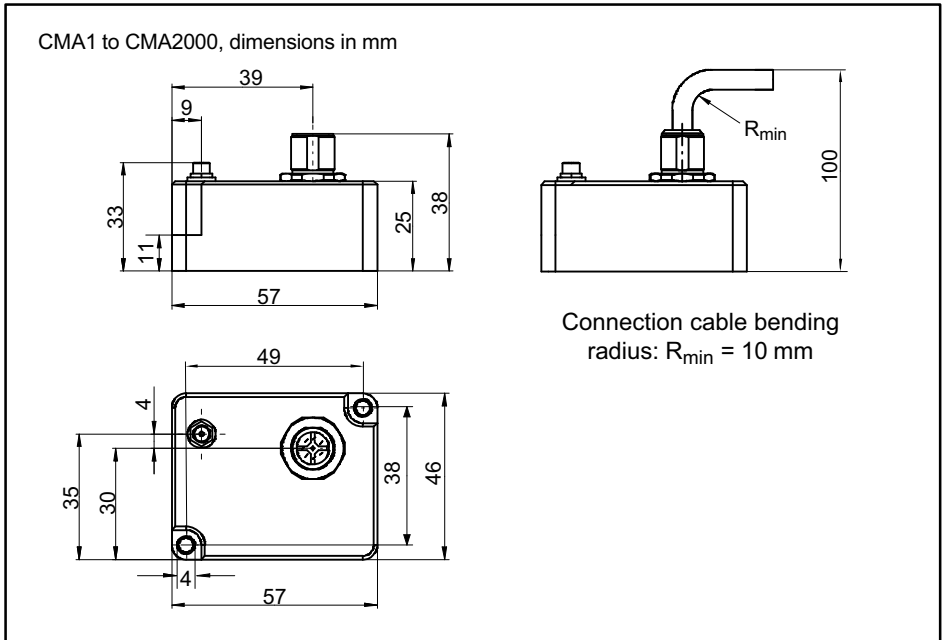
12 Specifications (VDI/VDE/DKD 2638)

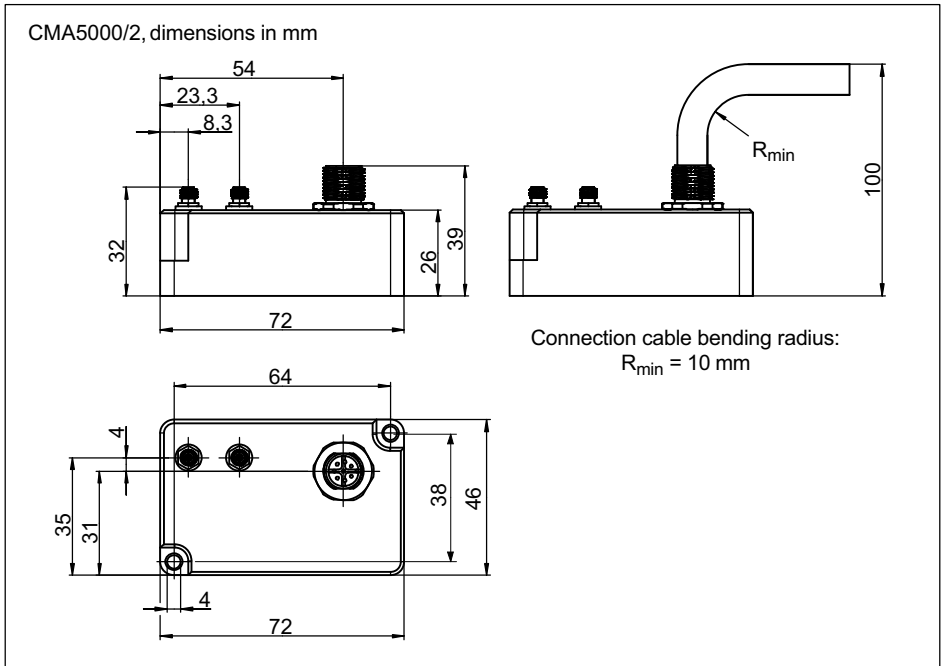
Charge amplifier		CMA1 to CMA2000		CMA 5000/2
Transducers that can be connected		Piezoelectric sensors (passive)		
Max. charge input	nC	1; 2; 5; 20; 39.5; 158.3; 210.5; 287; 482	2000	5000
Calibrated measuring ranges ¹⁾	% F _{nom}	100; 20		
Time for measuring range conversion	μs	250		
Output voltage	V	± 10		
On time for secure output signal	ms	4		
Accuracy class (at 25°C)	%	± 0.5		± 1
Hysteresis error, 0.5 x F_{nom}	%	< 0.05		
Linearity error	%	< ± 0.05		
Effect of temperature on output span / 10K	%	< 0.5		
Drift, at 20 °C	pC/s	< 0.1	< 1	< 5
TEDS, as per IEEE1451.4		1-wire		
Measurement frequency range (-3 dB)	kHz	10 (-3 dB) 5 (-1 dB)	7 (-3 dB) 3.5 (-1 dB)	10 (-3 dB) 5 (-1 dB)
Supply voltage Overvoltage and one-way fitting	V	24 (18 ... 30)		
Voltage supply buffer capacitor	μF	22		
Galvanic isolation	V	Galvanic isolation of signal inputs (charge input) to voltage supply, the CMA housing does not need to be grounded		
Power consumption	W	< 1.2		
Output resistance	Ω	< 10		
Permissible load resistance	kΩ	> 5		

Charge amplifier		CMA1 to CMA2000	CMA 5000/2
Control inputs			
Reset/Measure step	pC	< ±2	
Switching time for Reset/Measure	µs	< 100	
Total time for Reset	ms	75	
Measurement mode			
MEASURE	V	0 ... +5 or open	
RESET	V	12 ... 30	
Measurement range			
RANGE 1	V	0 ... +5 or open	
RANGE 2	V	12 ... 30	
Device signals			
Sensor		10-32UNF, Socket; Tightening torque ≤ 1.5 Nm	
Electrical connection		M12 x 1, 8-pin, for signal output, supply, digital input (shielded cable recommended)	
Vibration resistance			
20 ... 2000 Hz, duration 16 min, cycle 2 min.	m/s ²	100	
Impact (duration 1 ms)	m/s ²	2000	
Nominal temperature range	°C	0 ... 70	
Dimensions (L x W x H)	mm	57 x 46 x 38	72 x 46 x 39
Weight	g	130	
Housing material		Aluminum	
Degree of protection (with connected cables)		IP65	
EMC conformity			
as per EN 61326-1:2013, EN 61326-2-3:2013		in an industrial environment	

1) Customized measuring ranges are available on request.

13 Dimensions





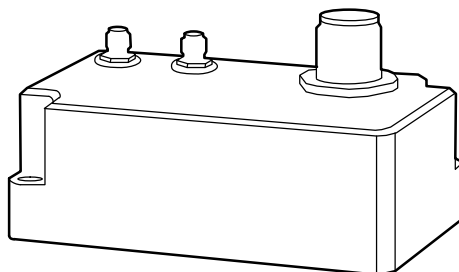
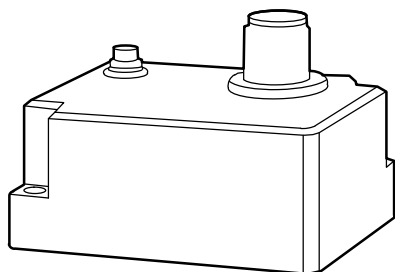
Operating Manual | **Bedienungsanleitung** |
Manuel d'emploi | Istruzioni per l'uso

English

Deutsch

Français

Italiano



CMA

1	Sicherheitshinweise	4
2	Verwendete Kennzeichnungen	8
2.1	Auf dem Gerät angebrachte Symbole	8
2.2	In dieser Anleitung verwendete Kennzeichnungen	9
3	Lieferumfang und Zubehör	10
4	Einleitung	12
5	Bedingungen am Einsatzort	14
5.1	Umgebungstemperatur	14
5.2	Feuchtigkeit	15
6	Montage	16
7	Elektrischer Anschluss	17
8	Inbetriebnahme	20
8.1	Aufnehmer-Identifikation TEDS	22
8.1.1	Rechte-Hierarchie bei TEDS	22
8.1.2	Inhalt des TEDS-Moduls nach IEEE 1451.4	23
8.2	Austausch von Komponenten der Messkette	26
8.3	Parallelschaltung von Sensoren	27
9	Tipps zur piezoelektrischen Messtechnik	29
9.1	Funktionsweise von piezoelektrischen Sensoren	29
9.2	Verfügbare Bauformen und Hinweise zum Einbau	31
9.2.1	Kraftaufnehmer CFT	31
9.2.2	Messring CFW	32
9.3	Hinweise zum Ladungsverstärker und zum elektrischen Anschluss	33
9.4	Thermische Einflüsse	35
9.5	Mechanische Einflüsse	36
9.6	Auswahl der Komponenten	38

10	Wartung	40
11	Entsorgung und Umweltschutz	41
12	Technische Daten (VDI/VDE/DKD 2638)	42
13	Abmessungen	45

1 Sicherheitshinweise

Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Gerät darf ausschließlich für Messaufgaben und direkt damit verbundene Steuerungsaufgaben im Rahmen der durch die technischen Daten spezifizierten Einsatzgrenzen verwendet werden. Jeder darüber hinausgehende Gebrauch gilt als nicht bestimmungsgemäß.

Jede Person, die mit Aufstellung, Inbetriebnahme oder Betrieb des Gerätes beauftragt ist, muss die Bedienungsanleitung und insbesondere die sicherheitstechnischen Hinweise gelesen und verstanden haben.

Zur Gewährleistung eines sicheren Betriebes darf das Gerät nur von qualifiziertem Personal und nach den Angaben in der Bedienungsanleitung betrieben werden. Bei der Verwendung sind zusätzlich die für den jeweiligen Anwendungsfall erforderlichen Rechts- und Sicherheitsvorschriften zu beachten. Sinngemäß gilt dies auch bei der Verwendung von Zubehör.

Das Gerät ist nicht zum Einsatz als Sicherheitskomponente bestimmt. Bitte beachten Sie hierzu den Abschnitt „Zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen“. Der einwandfreie und sichere Betrieb setzt sachgemäßen Transport, fachgerechte Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung voraus.

Betriebsbedingungen

- Schützen Sie das Gerät vor direktem Kontakt mit Wasser.
- Schützen Sie das Gerät vor Feuchtigkeit und Witterungseinflüssen wie beispielsweise Regen oder Schnee. Die Schutzart laut DIN EN 60529 beträgt IP65, wenn alle Kabel angeschlossen sind und nicht belegte Anschlüsse mit Schutzkappen versehen sind.
- Schützen Sie das Gerät vor direkter Sonneneinstrahlung
- Die Anschlussleitungen des Gerätes dürfen nur innerhalb von Gebäuden verlegt werden und die Leitungslänge von 30 m nicht überschreiten.
- Beachten Sie die in den technischen Daten angegebenen maximal zulässigen Umgebungstemperaturen und die Angaben zur maximalen Luftfeuchte.

- Das Gerät darf ohne unsere ausdrückliche Zustimmung weder konstruktiv noch sicherheitstechnisch verändert werden. Insbesondere sind jegliche Reparaturen, Lötarbeiten an den Platinen (Austausch von Bauteilen) untersagt. Bei Austausch gesamter Baugruppen sind nur Originalteile von HBM zu verwenden.
- Das Gerät wird ab Werk mit fester Hard- und Softwarekonfiguration ausgeliefert. Änderungen sind nur im Rahmen der in den Handbüchern dokumentierten Möglichkeiten zulässig.
- Das Gerät ist wartungsfrei.
- Beachten Sie bei der Reinigung des Gehäuses (*siehe auch Kapitel 10, Seite 40*):
 - Trennen Sie das Gerät von allen Strom- bzw. Spannungsversorgungen.
 - Reinigen Sie das Gehäuse mit einem weichen und leicht angefeuchteten (nicht nassen!) Tuch. Verwenden Sie auf *keinen Fall* Lösungsmittel, da diese die Beschriftung oder das Gehäuse angreifen könnten.
 - Achten Sie beim Reinigen darauf, dass keine Flüssigkeit in das Gerät oder an die Anschlüsse gelangt.
- Nicht mehr gebrauchsfähige Geräte sind gemäß den nationalen und örtlichen Vorschriften für Umweltschutz und Rohstoffrückgewinnung getrennt von regulärem Hausmüll zu entsorgen, *siehe Kapitel 11, Seite 41*.

Qualifiziertes Personal

Qualifizierte Personen sind Personen, die mit Aufstellung, Montage, Inbetriebsetzung und Betrieb des Produktes vertraut sind und über die ihrer Tätigkeit entsprechende Qualifikationen verfügen.

Dazu zählen Personen, die mindestens eine der drei folgenden Voraussetzungen erfüllen:

- Ihnen sind die Sicherheitskonzepte der Mess- und Automatisierungstechnik bekannt und sie sind als Projektpersonal damit vertraut.
- Sie sind Bedienpersonal der Mess- oder Automatisierungsanlagen und sind im Umgang mit den Anlagen unterwiesen. Sie sind mit der Bedienung der in dieser Dokumentation beschriebenen Geräte und Technologien vertraut.

- Sie sind Inbetriebnehmer oder für den Service eingesetzt und haben eine Ausbildung absolviert, die sie zur Reparatur der Automatisierungsanlagen befähigt. Außerdem haben sie die Berechtigung, Stromkreise und Geräte gemäß den Normen der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Sicherheitsbewußtes Arbeiten

- Das Gerät darf nicht unmittelbar an das Stromversorgungsnetz angeschlossen werden. Die Versorgungsspannung darf 10 bis 30 V_{DC} betragen.
- Fehlermeldungen dürfen nur quittiert werden, wenn die Ursache des Fehlers beseitigt ist und keine Gefahr mehr existiert.
- Wartungs- und Reparaturarbeiten am geöffneten Gerät unter Spannung dürfen nur von einer ausgebildeten Person durchgeführt werden, die sich der vorliegenden Gefahr bewusst ist.
- Geräte und Einrichtungen der Automatisierungstechnik müssen so verbaut werden, dass sie gegen unbeabsichtigte Betätigung ausreichend geschützt bzw. verriegelt sind (z. B. Zugangskontrolle, Passwortschutz o. Ä.).
- Bei Geräten, die in Netzwerken arbeiten, müssen hard- und softwareseitig Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, damit ein Leitungsbruch oder andere Unterbrechungen der Signalübertragung nicht zu undefinierten Zuständen oder Datenverlust in der Automatisierungseinrichtung führen.

Zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen

Bei Anlagen, die aufgrund einer Fehlfunktion größere Schäden, Datenverlust oder sogar Personenschäden verursachen können, müssen zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, die den Anforderungen der entsprechenden nationalen und örtlichen Unfallverhütungsvorschriften genügen.

Der Leistungs- und Lieferumfang des Gerätes deckt nur einen Teilbereich der Messtechnik ab. Vor der Inbetriebnahme des Gerätes in einer Anlage ist daher eine Projektierung und Risikoanalyse vorzunehmen, die alle Sicherheitsaspekte der Mess- und Automatisierungstechnik berücksichtigt, so dass Restgefahren minimiert werden. Insbesondere betrifft dies den Personen- und Anlagenschutz. Im Fehlerfall müssen entsprechende Vorkehrungen einen sicheren Betriebszustand herstellen.

Allgemeine Gefahren bei Nichtbeachten der Sicherheitshinweise

Das Gerät entspricht dem Stand der Technik und ist betriebssicher. Von dem Gerät können Restgefahren ausgehen, wenn es von unsachgemäß eingesetzt oder bedient wird.

2 Verwendete Kennzeichnungen

Alle in diesem Dokument verwendeten Warenzeichen oder Marken weisen nur auf das jeweilige Produkt oder den Inhaber des Warenzeichens oder der Marke hin. HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GMBH erhebt damit keinen Anspruch auf andere als die eigenen Warenzeichen oder Marken.

2.1 Auf dem Gerät angebrachte Symbole

CE-Kennzeichnung



Mit der CE-Kennzeichnung garantiert der Hersteller, dass sein Produkt den Anforderungen der relevanten EG-Richtlinien entspricht (die Konformitätserklärung finden Sie unter <http://www.hbm.com/HBMdoc>).




Gesetzlich vorgeschriebene Kennzeichnung zur Entsorgung



Elektrische und elektronische Geräte, die dieses Symbol tragen, unterliegen der europäischen Richtlinie 2002/96/EG über elektrische und elektronische Altgeräte. Das Symbol weist darauf hin, dass nicht mehr gebrauchsfähige Altgeräte gemäß den europäischen Vorschriften für Umweltschutz und Rohstoffrückgewinnung getrennt von regulärem Hausmüll zu entsorgen sind, *siehe auch Kapitel 11, Seite 41.*

2.2 In dieser Anleitung verwendete Kennzeichnungen

Wichtige Hinweise für Ihre Sicherheit sind besonders gekennzeichnet. Beachten Sie diese Hinweise unbedingt, um Unfälle und Sachschäden zu vermeiden.

Symbol	Bedeutung
Hinweis	Diese Kennzeichnung weist auf eine Situation hin, die – wenn die Sicherheitsbestimmungen nicht beachtet werden – Sachschäden zur Folge <i>haben kann</i> .
 Wichtig	Diese Kennzeichnung weist auf <i>wichtige</i> Informationen zum Produkt oder zur Handhabung des Produktes hin.
 Tipp	Diese Kennzeichnung weist auf Anwendungstipps oder andere für Sie nützliche Informationen hin.
 Information	Diese Kennzeichnung weist auf Informationen zum Produkt oder zur Handhabung des Produktes hin.
<i>Hervorhebung</i> <i>Siehe ...</i>	Kursive Schrift kennzeichnet Hervorhebungen im Text und kennzeichnet Verweise auf Kapitel, Bilder oder externe Dokumente und Dateien.

3 Lieferumfang und Zubehör

Lieferumfang

Bestellnummer	
1-CMA1	Einkanaliger Ladungsverstärker für piezoelektrische Sensoren, Messbereich 1 000 pC
1-CMA2	Einkanaliger Ladungsverstärker für piezoelektrische Sensoren, Messbereich 2 000 pC
1-CMA5	Einkanaliger Ladungsverstärker für piezoelektrische Sensoren, Messbereich 5 000 pC
1-CMA20	Einkanaliger Ladungsverstärker für piezoelektrische Sensoren, Messbereich 20 000 pC
1-CMA39	Einkanaliger Ladungsverstärker für piezoelektrische Sensoren, Messbereich 39 500 pC
1-CMA158	Einkanaliger Ladungsverstärker für piezoelektrische Sensoren, Messbereich 158 300 pC
1-CMA210	Einkanaliger Ladungsverstärker für piezoelektrische Sensoren, Messbereich 210 500 pC
1-CMA287	Einkanaliger Ladungsverstärker für piezoelektrische Sensoren, Messbereich 287 000 pC
1-CMA482	Einkanaliger Ladungsverstärker für piezoelektrische Sensoren, Messbereich 482 000 pC
1-CMA2000	Einkanaliger Ladungsverstärker für piezoelektrische Sensoren, Messbereich 2 000 000 pC
1-CMA5000/2	Einkanaliger Ladungsverstärker für bis zu zwei piezoelektrische Sensoren in Parallelschaltung, Messbereich 5 000 000 pC

Zubehör

Bestellnummer	
1-KAB168-5	8-adriges Kabel zur Spannungsversorgung und zur weiterverarbeitenden Elektronik; Kabelstecker M12x1, 5 m lang, freie Enden
1-KAB168-20	8-adriges Kabel zur Spannungsversorgung und zur weiterverarbeitenden Elektronik; Kabelstecker M12x1, 20 m lang, freie Enden
1-KAB143	Sensor-Anschlusskabel, koaxial, Stecker 10-32 UNF beidseitig, erhältlich in Längen von 2 m, 3 m und 7 m
1-KAB145	Sensor-Anschlusskabel, koaxial, Stecker 10-32 UNF beidseitig, erhältlich in Längen von 0,2 m und 3 m, robuste Ausführung
1-CSB4/1	Summierbox CSB4/1 mit Schutzkappen

4 Einleitung

Die piezoelektrischen Ladungsverstärker der Typenreihe CMA sind für Messungen mit piezoelektrischen Sensoren geeignet. Der CMA verstärkt die elektrischen Ladungen zu einem proportionalen Ausgangssignal von $-10 \dots +10 \text{ V}_{\text{DC}}$ (genaue Angabe siehe Prüfprotokoll). Dadurch können Sie dynamische und quasistatische Kräfte mit hoher Genauigkeit messen.

- Die Verstärker zeichnen sich durch hohe Störfestigkeit und kompakte Bauweise aus.
- Über die Eingänge MEASURE / RESET und RANGE 1 / RANGE 2 können Sie die Funktionen des Ladungsverstärkers ändern.
- Der Ladungsverstärker ist mit einem TEDS-Modul (Transducer Electronic Data Sheet) ausgerüstet.
- Bei der Ausführung CMA5000/2 können Sie zwei Aufnehmer parallel anschließen (ein Kanal für beide Sensoren).

Je nach Wahl des Messbereiches RANGE 1 / RANGE 2 werden die für den jeweiligen Messbereich gültigen TEDS-Informationen an die nachgeschaltete Auswertelektronik weitergegeben, wenn diese TEDS-fähig ist. Es wird das Template „High Level Voltage“ verwendet, *siehe Kapitel 8.1, Seite 22.*

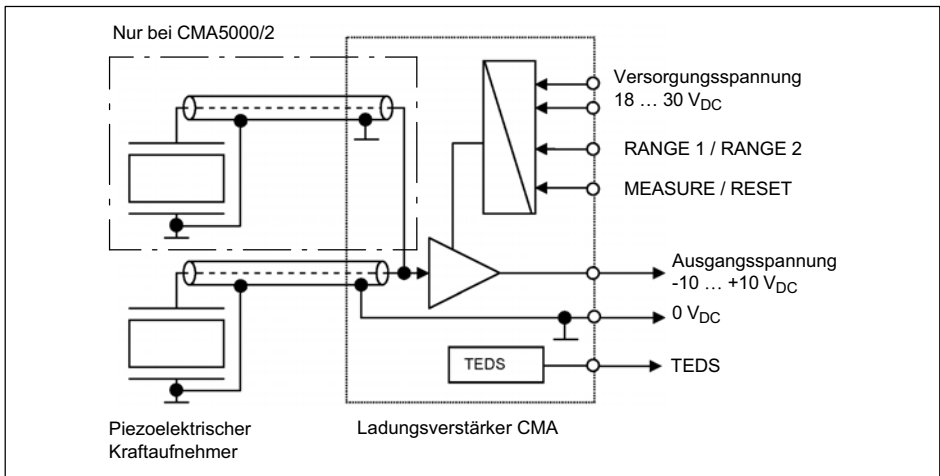


Abb. 4.1 Blockschaltbild CMA

Die Grenzen für die zulässigen mechanischen, thermischen und elektrischen Beanspruchungen sind in den technischen Daten aufgeführt. Bitte berücksichtigen Sie diese unbedingt bei der Planung der Messanordnung, beim Einbau und letztendlich im Betrieb.

5 Bedingungen am Einsatzort



Wichtig

Der Isolationswiderstand ist bei piezoelektrischen Aufnehmern von entscheidender Bedeutung; er sollte größer 10^{13} Ohm sein.

Um diesen Wert zu erhalten, müssen alle Steckeranschlüsse gründlich sauber gehalten werden. Indikator für einen nicht ausreichenden Isolationswiderstand ist eine positive oder negative Signaldrift der Ausgangsspannung.

Reinigen Sie dann die Kontakte der Steckverbindungen mit einem sauberen, fusselreien Tuch (z. B. Vliesstoffpad, HBM-Bestellnummer 1-8402.0026) und Isopropanol, z. B. mit IPA200 von RS Components. Die zum Reinigen von DMS-Messstellen verwendeten Reinigungsmittel sind nicht geeignet! Siehe auch Kapitel 9 zur piezoelektrischen Messtechnik.

- Schützen Sie das Gerät vor direktem Kontakt mit Wasser.
- Schützen Sie das Gerät vor Feuchtigkeit und Witterungseinflüssen wie beispielsweise Regen oder Schnee. Die Schutzart laut DIN EN 60529 beträgt IP65, wenn alle Kabel angeschlossen sind und nicht belegte Anschlüsse mit Schutzkappen versehen sind.
- Schützen Sie das Gerät vor direkter Sonneneinstrahlung
- Die Anschlussleitungen des Gerätes dürfen nur innerhalb von Gebäuden verlegt werden und die Leitungslänge von 30m nicht überschreiten.
- Die Temperatureinflüsse auf das Ausgangssignal sind gering, *siehe auch Kapitel 9.4, „Thermische Einflüsse“, Seite 35.*

5.1 Umgebungstemperatur

Die Temperatureinflüsse auf das Ausgangssignal sind gering. Temperaturbedingte Messfehler können durch einseitige Abkühlung oder Erwärmung entstehen, z. B. durch Strahlungswärme.

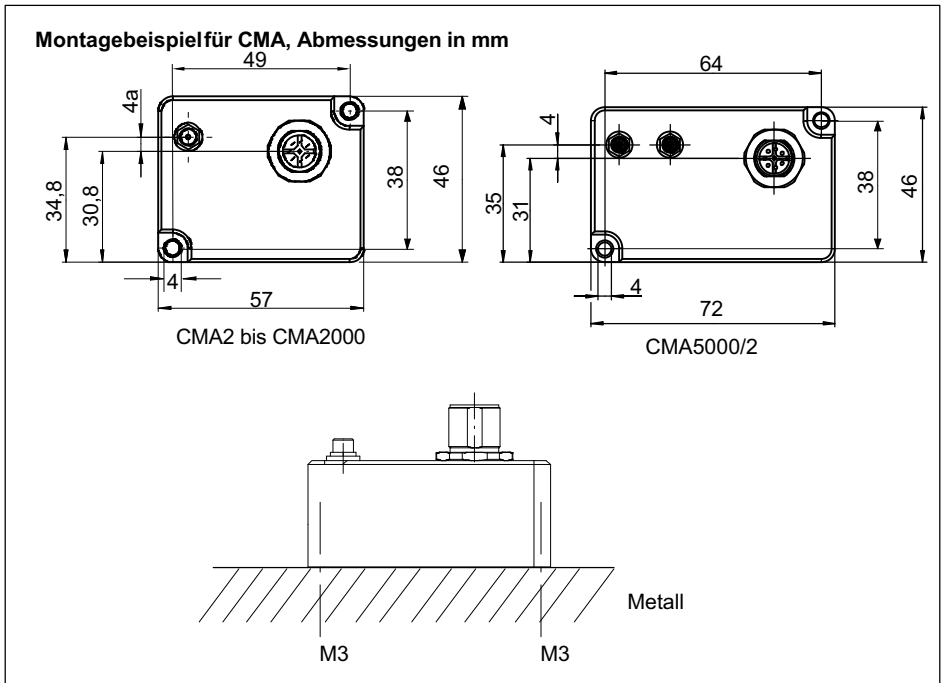
5.2 Feuchtigkeit

Vermeiden Sie Feuchtigkeit oder tropisches Klima. Der Ladungsverstärker besitzt die Schutzart IP65 nach DIN EN 60529, wenn die Anschlusskabel ordnungsgemäß mit Aufnehmer und Ladungsverstärker verbunden sind.

6 Montage

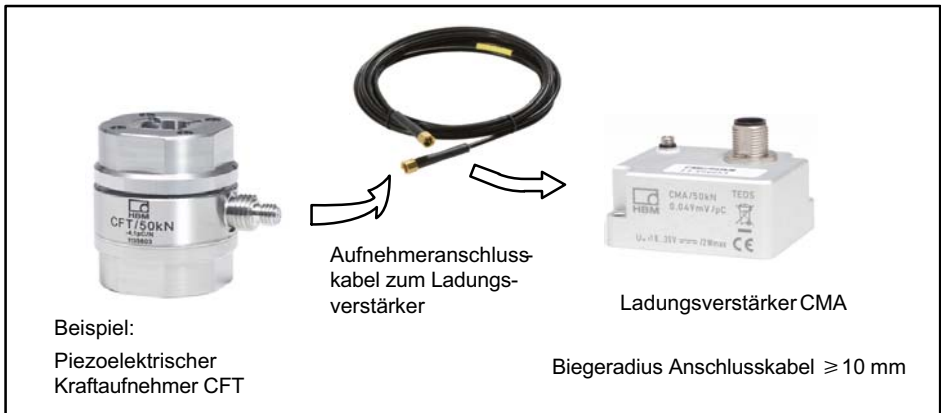
Der Ladungsverstärker kann mit 2 Schrauben M3 befestigt werden. Die Einbaulage des Ladungsverstärkers ist beliebig.

Signaleingänge und -ausgänge sind elektrisch gegen das Gehäuse und den CMA isoliert. Es sind daher *keine* Isolationselemente nötig.



7 Elektrischer Anschluss

Für piezoelektrische Sensoren dürfen nur hochisolierende Anschlusskabel verwendet werden, die wenig Reibungselektrizität bei Bewegung erzeugen. Für den Einsatz in stark verschmutzten Umgebungen oder für erhöhte mechanische Beanspruchungen steht ein Ladungskabel in robuster Ausführung mit metallischer Ummantelung zur Verfügung.



Über den 8-poligen M12-Gerätestecker werden Versorgungsspannung, Messsignal, Eingänge und TEDS mit der Auswerteelektronik verbunden.

Die Ausführungen CMA1 bis CMA2000 besitzen nur einen Eingang. Verwenden Sie bei Bedarf die Summierbox CSB4/1, um bis zu vier Sensoren im Parallelbetrieb anschließen zu können.

Hinweis

Ziehen Sie die Überwurfmutter des Sensorkabels mit maximal 1,5 Nm an, um die Anschlussbuchse nicht zu beschädigen.

Beim CMA5000/2 sind zwei Eingänge vorhanden, über die Sie zwei Sensoren anschließen können. Die Sensoren werden elektrisch parallel geschaltet, d. h., die Ladungen werden addiert. Für das Messergebnis gilt bei Kraftsensoren: Es wird die Summe der an den Sensoren vorhandenen Kräfte gemessen. Eine

Umschaltung zwischen einer Messung mit Sensor 1 und einer Messung mit Sensor 2 ist nicht möglich, beide Sensoren werden immer zusammen gemessen.



Wichtig

Setzen Sie die mitgelieferte Abdeckung auf, falls Sie beim CMA5000/2 nur einen Eingang belegen.

Der Ladungsverstärker CMA ist für den Betrieb an einer Gleichspannung (18 ... 30 V_{DC}) ausgelegt. Die Schaltung ist für den Betrieb mit Schutzkleinspannung (SELV-Kreis) vorgesehen.

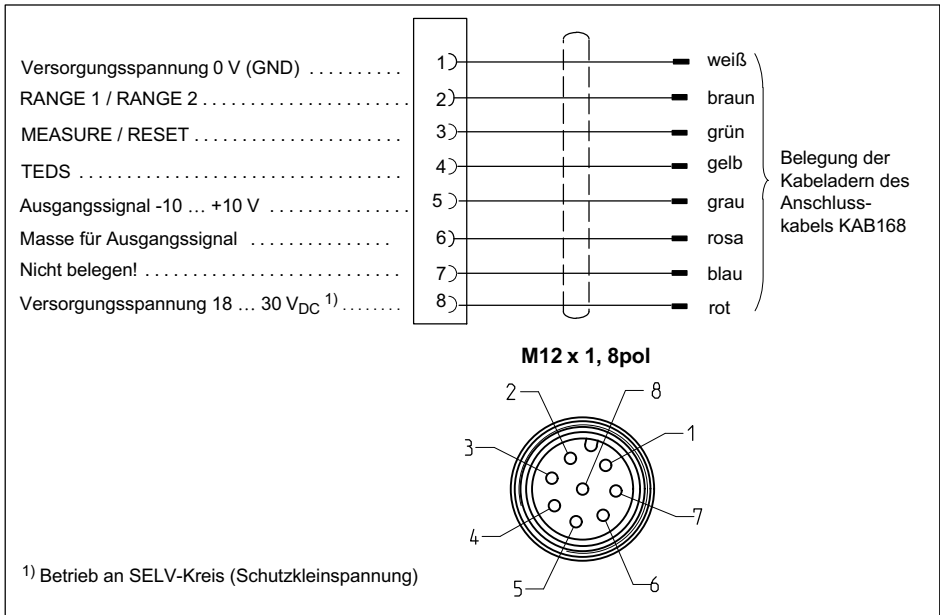


Abb. 7.1 Pin-Belegung

Das Ausgangssignal liegt an Pin 5 und Pin 6 (Masse) an und ist elektrisch von der Versorgungsspannung und den Steuereingängen getrennt. Die Steuereingänge RANGE1/2, MEASURE/RESET und TEDS sowie die Versor-

gungsspannung liegen auf dem gleichen Potenzial (Pin 1, Versorgungsspannung 0 V). Eine Erdung des Gehäuses ist nicht notwendig.

**Wichtig**

Der Kabelschirm darf nicht mit der nachgeschalteten Auswerteelektronik verbunden werden.

Pin 7 dient ausschließlich dem HBM-internen Gebrauch und darf nicht belegt werden.

8 Inbetriebnahme

Schließen Sie einen piezoelektrischen Sensor an den Ladungsverstärker CMA an.

MEASURE / RESET

Bei einer Eingangsspannung von 0 V an Pin MEASURE/RESET (siehe Abb. 4.1 und Abb. 7.1 auf Seite 18), befindet sich der Ladungsverstärker im Messmodus (MEASURE). Liegt eine Spannung von 24 V am Pin an, schaltet der Ladungsverstärker auf RESET.

Mit dem Aktivieren von RESET wird das Verstärkerausgangssignal auf Null gesetzt. Dies kann bei einer beliebigen Kraft erfolgen. Die Resetfunktion bietet den Vorteil, dass Drifterscheinungen keine Auswirkungen haben.

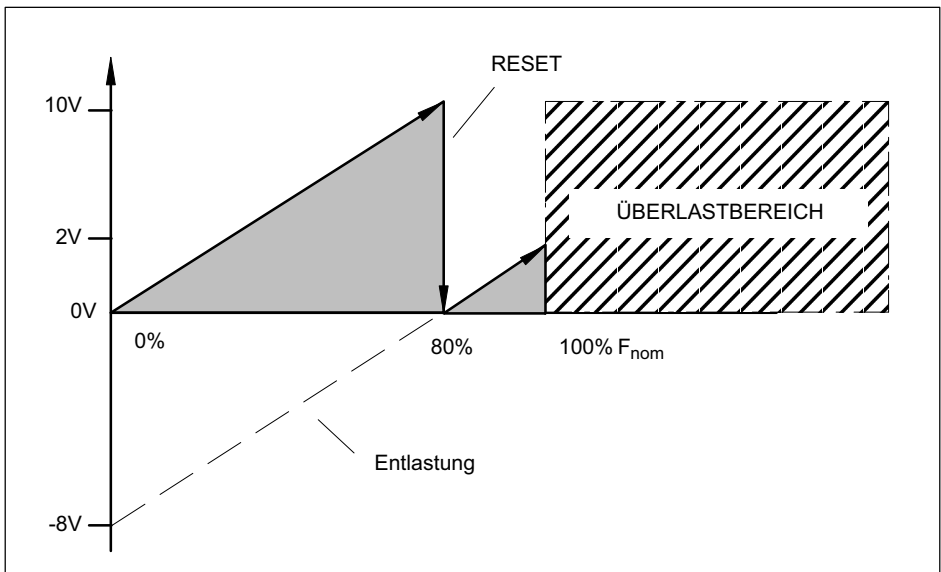


Abb. 8.1 Resetfunktion



Wichtig

Nach dem RESET ist der Ausgang des Ladungsverstärkers zwar auf Null gesetzt, das bedeutet aber nicht, dass die krafterzeugende Maschine kraftfrei ist. Achten Sie darauf, dass der Aufnehmer nicht überlastet wird, obwohl das Ausgangssignal noch im Bereich zwischen -10 ... +10 V liegt.

RANGE1 / RANGE 2

Bei einer Eingangsspannung von 0 V an Pin RANGE 1 / RANGE 2 (siehe Abb. 4.1 auf Seite 12 und Abb. 7.1 auf Seite 18), ist der Messbereich 1 (100 % F_{nom}) am Ladungsverstärker aktiv. Der Ladungsverstärker bietet die Möglichkeit, in einen zweiten Messbereich mit nur 20 % der Nennkraft bzw. Ausgangsspanne umzuschalten (Zoomfunktion). Legen Sie dazu eine Spannung von 24 V_{DC} an den Pin an.

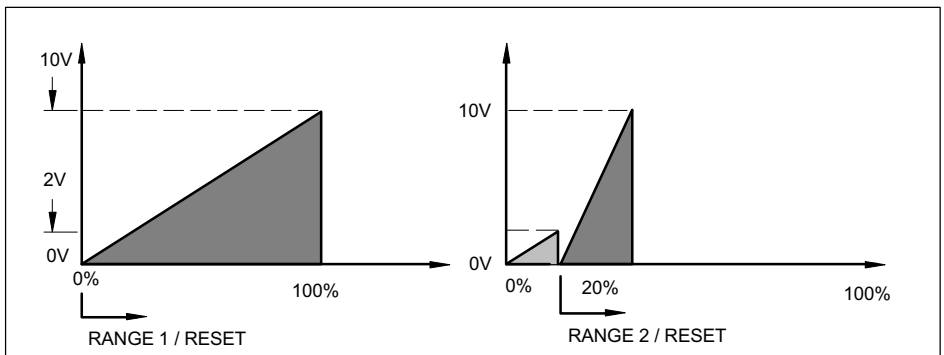


Abb. 8.2 „Einzoomen“ in den zweiten Messbereich

Die Messbereichsumschaltung auf 20 % kann auch genutzt werden, um bei überlastkritischen Messaufgaben den Kraftaufnehmer mit hohen Sicherheitsreserven einzusetzen. In diesem Fall übersteuert der Ladungsverstärker oberhalb von 20 %.

Die Versorgungsspannung und die Steuereingänge RANGE 1 / RANGE 2 bzw. MEASURE / RESET sind galvanisch vom Messkreis getrennt.

**Wichtig**

Durch Austauschen des Aufnehmers oder des Ladungsverstärkers wird die Kalibrierung der Messkette ungültig. Dadurch können falsche Messwerte angezeigt beziehungsweise an eine nachgeschaltete Auswerteelektronik weitergegeben werden.

8.1 Aufnehmer-Identifikation TEDS

TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) ermöglicht Ihnen, die Aufnehmerdaten (Kennwerte) nach der Norm IEEE 1451.4 in einem speziellen Chip im CMA zu hinterlegen (TEDS-Modul, 1-Wire EEPROM). Eine entsprechend ausgestattete Auswerteelektronik kann die Daten dieses elektronischen Datenblattes bzw. Kalibrierprotokolls auslesen und sich entsprechend einstellen.

Das TEDS-Signal steht am Steckeranschluss Pin 4 gegen Masse an Pin 6 (siehe Abb. 7.1 auf Seite 18) zur Verfügung.

Nach Umschalten von Range1 auf Range 2 oder umgekehrt wird automatisch auch die dann gültige TEDS-Information zur Verfügung gestellt, die nachgeschaltete Auswerteelektronik muss den TEDS jedoch erneut auslesen.

**Wichtig**

Die im TEDS hinterlegten Daten sind nur für die abgeglichene Messkette (Sensor und CMA) gültig (siehe Kapitel 6.3). Sobald Sie eine der Komponenten tauschen, müssen Sie die Daten neu ermitteln und im TEDS-Modul ändern.

8.1.1 Rechte-Hierarchie bei TEDS

Der TEDS-Editor verfügt über eine Rechte-Hierarchie:

1. Standardrechte (Stufe USR)

Diese Stufe betrifft Einträge, die von jedem Anwender geändert werden dürfen und z. B. abhängig vom Einsatz geändert werden sollen: Name der Messstelle, Nullwert, Filter, etc.

2. Kalibrierrechte (Stufe CAL)

Diese Stufe betrifft Einträge, die ein Kalibrierlabor ändern können soll, wenn z. B. der Kennwert im TEDS-Modul nach einer Rekalibrierung aktualisiert werden muss.

3. Administratorrechte (Stufe ID)

Administratorrechte in Bezug auf TEDS sind für den Sensorhersteller nötig. Im Fall eines Eigenbausensors oder des nachträglichen Ausstattens mit TEDS können diese Rechte natürlich auch HBM-Kunden wahrnehmen.

Zum Ändern der Einträge in den sogenannten „Templates“ sind unterschiedliche Nutzerrechte erforderlich, die sich auch von Eintrag zu Eintrag innerhalb eines Templates unterscheiden können. Beim späteren Einsatz muss allerdings die Rechteverwaltung von der Software ebenfalls unterstützt werden, ansonsten sind alle Einträge zugänglich (die in der TEDS-Norm festgelegte Rechte-Hierarchie wird nicht vom TEDS-Modul kontrolliert und nicht jede Software unterstützt eine Rechteverwaltung).

8.1.2 Inhalt des TEDS-Moduls nach IEEE 1451.4

Die Informationen im TEDS-Modul sind in Bereiche organisiert, in denen die Ablage bestimmter Gruppen von Daten in Tabellenform vorstrukturiert ist. Im TEDS-Speicher selbst sind nur die eingetragenen Werte gespeichert. Die Zuordnung, wie der jeweilige Zahlenwert zu interpretieren ist, erfolgt durch die Firmware der Auswerteelektronik. Dadurch ist der Speicherbedarf im TEDS-Speicher sehr gering. Der Speicherinhalt ist in 3 Bereiche unterteilt:

Bereich 1:

Eine weltweit eindeutige TEDS-Identifikationsnummer (nicht änderbar).

Bereich 2:

Der Basisbereich (Basic TEDS), dessen Aufbau durch die Norm IEEE 1451.4 definiert ist. Hier stehen Aufnehmertyp, Hersteller und Seriennummer des Aufnehmers.

Bereich 3:

In diesem Bereich stehen Daten, die der Hersteller bzw. Anwender festlegt. Beim Anlegen des Templates werden auch die physikalische Messgröße und

die physikalische Einheit festgelegt. Die verfügbare Einheit ist in der IEEE-Norm für die jeweilige Messgröße festgelegt. Dies ist für die Messgröße Kraft die Einheit N.

Daneben muss bereits beim Anlegen die Auflösung der im TEDS abgebildeten Kennwerte (Aufnehmerkennlinie) gewählt werden. HBM wählt hier stets „Full Precision“, um die maximale digitale Auflösung nutzen zu können. Diese Wahl empfehlen wir auch Anwendern, die das TEDS-Modul selbst programmieren möchten.

Bei dem Ladungsverstärker CMA hat HBM bereits das Template „High Level Voltage“ mit folgenden Werten beschrieben:

- Messgröße (Kraft in N)
- elektrisches Ausgangssignal (-10 ... +10 V)
- erforderliche Versorgungsspannung (18 ... 24 V_{DC})

Beispiel

Ladungsverstärker und 20 kN Kraftaufnehmer.

Von HBM auf Basis des individuellen Prüfprotokolls beschriebener Inhalt: Bereich 3 der Ladungsverstärker CMA158 mit der Ident-Nr. 123456, hergestellt am 27.6.2007 bei HBM.

Template: High Level Voltage				
Parameter	Wert ¹⁾	Einheit	Rechte-Stufe	Erklärung
Transducer Electrical Signal Type	Voltage Sensor		ID	
Minimum Force/Weight	0.000	N	CAL	Physikalische Messgröße und Einheit werden beim Anlegen des Templates definiert und sind danach nicht mehr änderbar.
Maximum Force/Weight	20.000k	N	CAL	
Minimum Electrical Value	0.00000	V/V	CAL	Die Differenz dieser Werte ist der Kennwert laut HBM-Prüfprotokoll oder aus der Kalibrierung ¹⁾ .
Maximum Electrical Value	+9.5700	V/V	CAL	

Template: High Level Voltage				
Parameter	Wert ¹⁾	Einheit	Rechte-Stufe	Erklärung
Mapping Method	Linear			Dieser Eintrag kann nicht geändert werden.
AC or DC Coupling	DC		ID	
Output Impedance of the sensor	10.0	Ohm	ID	Ausgangswiderstand laut HBM-Datenblatt.
Response Time	1.0000000u	sec	ID	Für HBM-Aufnehmer ohne Bedeutung.
Excitation Level (Nominal)	24.0	V	ID	Nennversorgungsspannung laut HBM-Datenblatt.
Excitation Level (Minimum)	18.0	V	ID	Untergrenze des Gebrauchsbereichs der Versorgungsspannung laut HBM-Datenblatt.
Excitation voltage Type	DC		ID	Art der Versorgungsspannung.
Max. current draw at nominal excitation level	50.12m	A	ID	Maximaler Versorgungsstrom.
Calibration Date	27-Jun-2007		CAL	Datum der Erstellung des Prüfprotokolls bei HBM (oder der letzten Kalibrierung bzw. der Eingabe der TEDS-Daten). Format: Tag-Monat-Jahr.
Calibration Initials	HBM		CAL	Initialen des Kalibrierers bzw. der durchführenden Stelle der Kalibrierung (max. drei Zeichen).

Template: High Level Voltage				
Parameter	Wert ¹⁾	Einheit	Rechte-Stufe	Erklärung
Calibration Peroid (Days)	0	days	CAL	Frist für die Rekalibrierung, zu rechnen ab dem unter Calibration Date angegebenen Datum.
Measurement location ID	0		USR	Identifikationsnummer für die Messstelle (vom Anwender zu vergeben). Mögliche Werte: 0 bis 2047 (nur Zahlen). Zur Ergänzung steht auch das HBM-Template Channel Comment zur Verfügung.

1) Beispielhafte Werte für den Kraftaufnehmer CFT/20kN

Weitere Templates, z. B. das HBM-Template „Signal Conditioning“, können zusätzlich erstellt werden.



Tipp

Weitere Informationen finden Sie auf der Internetseite von HBM www.hbm.com/HBMdoc unter TEDS.

8.2 Austausch von Komponenten der Messkette

Im Austauschfall können prinzipiell sowohl der Piezoaufnehmer als auch der Ladungsverstärker oder das Verbindungskabel ausgetauscht werden. Allerdings gilt: Komponenten dürfen immer nur gegen gleichartige Komponenten ausgetauscht werden, z. B. Kraftaufnehmer CFT/5kN immer nur gegen CFT/5kN bzw. Ladungsverstärker CMA39 gegen CMA39. Dadurch ist sichergestellt, dass Aufnehmer und Ladungsverstärker über die gleiche Nennkraft und Empfindlichkeit verfügen. Der Austausch des Verbindungskabels ist unkritisch.

Die Ladungsverstärker sind individuell justiert. Dadurch ist beim Austausch des Verstärkers sichergestellt, dass die Serienstreuung unter $\pm 0,5\%$ liegt.



Wichtig

Die im TEDS hinterlegten Daten sind nur für die abgeglichene Messkette (Sensor und CMA) gültig (siehe Kapitel 6.3). Sobald Sie eine der Komponenten tauschen, müssen Sie die Daten neu ermitteln und im TEDS-Modul ändern.



Information

Wird der Ladungsverstärker nicht als Teil einer kompletten Messkette bezogen, ist das TEDS-Modul nicht beschrieben.

Aktualisieren des TEDS-Inhalts

Zum Aktualisieren der TEDS-Daten muss entsprechende Hard- bzw. Software zur Verfügung stehen und Sie müssen ggf. über die notwendigen Rechte (CAL) verfügen, *siehe Kapitel 8.1.1 auf Seite 22.*

Berechnen Sie aus den Kennwerten der Komponenten Ladungsverstärker und Kraftaufnehmer (siehe Zusatzinformationen im Prüfprotokoll) durch Multiplikation die richtige Ausgangsspanne:

Ausgangsspanne U_a (in V) = Kraftmessbereich (in N) x Empfindlichkeit Kraftaufnehmer (in pC/N) x Empfindlichkeit Ladungsverstärker (in mV/pC) /1000

Beispiel:

Kraftaufnehmer CFT/20kN
Empfindlichkeit -7,779 pC/N

Ladungsverstärker CMA158
Empfindlichkeit -0,064 mV/pC

$U_a = 20000 \text{ N} \times (-7,779 \text{ pC/N}) \times (-0,064 \text{ mV/pC}) /1000 = 9,957 \text{ V}$

8.3 Parallelschaltung von Sensoren

Bei CMA5000/2 oder unter Verwendung der Summierbox CSB4/1 können Sie mehrere Sensoren parallel schalten, um z. B. größere Kräfte zu messen. Die Ladungen aller Sensoren werden dabei addiert.

Für das Messergebnis gilt: Es wird die Summe der an den Sensoren vorhandenen Kräfte gemessen.

Berechnung der Ladung am Ausgang

Ausgangsladung = Kraft_1 * Empfindlichkeit_Sensor_1 + Kraft_2 * Empfindlichkeit_Sensor_2



Tipp

Bei Sensoren gleicher Empfindlichkeit, d. h. gleichen Typs, errechnen Sie die Kraft, indem Sie die gemessene Ladung durch die Sensorempfindlichkeit dividieren.

Beispiel

Es sind zwei CFT/5kN mit dem CMA5000/2 verbunden. Die Empfindlichkeit der Sensoren beträgt jeweils 7,8 pC/N.

Die Empfindlichkeit der Parallelschaltung beträgt ebenfalls 7,8 pC/N. Die maximale Ausgangsladung beträgt 78.000 pC bei 10 kN. Beachten Sie jedoch, dass die Kraftverteilung nicht immer gleichmäßig ist.

9 Tipps zur piezoelektrischen Messtechnik

Piezoelektrische Kraftsensoren bieten eine Reihe von Vorzügen: sie sind außerordentlich kompakt, bieten bei richtiger Auslegung der Messkette eine sehr hohe Überlastfähigkeit und weisen einen vernachlässigbaren Messweg auf. Dies führt zu einer hohen Steifheit und somit zu hervorragenden dynamischen Eigenschaften.

Um die maximale Messgenauigkeit bei hoher Betriebssicherheit zu gewährleisten, sollten Sie jedoch einige Hinweise beachten.

9.1 Funktionsweise von piezoelektrischen Sensoren

Ein piezoelektrischer Kraftsensor besteht aus einem einkristallinen Sensorelement und Bauteilen, die zur Krafteinleitung dienen.

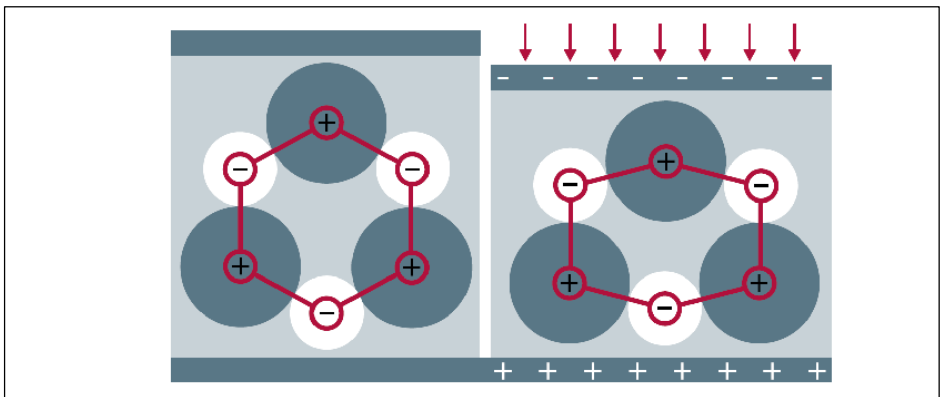


Abb. 9.1 Funktionsweise eines piezoelektrischen Aufnehmers

Durch die auf den Kristall wirkenden Kräfte werden die positiven und die negativen Atome des Kristallgitters verschoben. Dadurch ergeben sich Ladungen an den Ober- und Unterseiten wie in Abb. 9.1 gezeigt. Die Verschiebung der Atome ist proportional zur angelegten Kraft und damit auch die an den Kristallflächen auftretenden Ladungen.

In Abb. 9.2 werden zwei piezoelektrischen Quarzringe von einem Gehäuse aus 2 Metallhalbschalen umgeben. Der Koaxialstecker links hat außen Kontakt zum Gehäuse und innen zu der Ladungsableitung zwischen den beiden Scheiben.

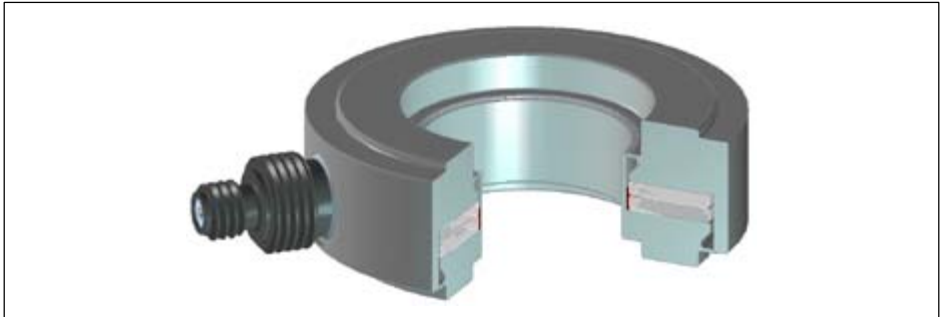


Abb. 9.2 Schnittbild durch einen Kraftmessring

Die an den Außenflächen des Kristalls anliegende Ladung wird von den Elektroden abgegriffen und kann mit einem sogenannten Ladungsverstärker zu einem Spannungs- oder Stromsignal verarbeitet werden.

Die *Empfindlichkeit* piezoelektrischer Kraftsensoren wird in pC/N angegeben. Das Ausgangssignal lässt sich durch

$$Q = d * F * n$$

berechnen. Hierbei ist F die eingeleitete Kraft in N, d die Empfindlichkeit des verwendeten Sensormaterials in pC/N, Q die elektrische Ladung in pC und n die Anzahl der Kristallscheiben ($1 \text{ pC} = 10^{-12} \text{ C}$).



Wichtig

Piezoelektrische Sensoren müssen immer unter Vorspannung arbeiten.

Die Empfindlichkeit des Kraftsensors wird vom verwendeten Piezomaterial bestimmt und ist unabhängig vom Messbereich. Sensoren der gleichen Baureihe (z. B. CFT/50 kN ... CFT/120 kN) geben für eine bestimmte Kraft die gleiche Ladungsmenge ab. Unterschiede erklären sich durch die Art und Konstruktion

der Vorspannung, die einen Kraftnebenschluss darstellt. Diese ist notwendig, um gute Linearitäts- und Hystereseigenschaften zu erreichen.

9.2 Verfügbare Bauformen und Hinweise zum Einbau

HBM hält zwei verschiedene Bauformen piezoelektrischer Kraftsensoren bereit: die Kraftmessringe CFW und die Kraftaufnehmer CFT.



Abb. 9.3 Kraftaufnehmer der Typen CFW und CFT

9.2.1 Kraftaufnehmer CFT

Die Kraftaufnehmer CFT sind kalibriert und werden mit Kalibrierprotokoll ausgeliefert. Da diese Kraftaufnehmer bereits intern vorgespannt sind, eignen sie sich zum sofortigen Einsatz. Ein erneutes Einmessen der Messkette ist nicht notwendig.

9.2.2 Messring CFW

Kraftmessringe müssen immer unter einer Vorspannung montiert werden. Dies gilt auch für die piezoelektrischen Kraftmessringe CFW. Nach der Montage liegen die Messringe im Kraftnebenschluss, d. h., ein Teil der Kraft fließt nicht mehr durch den Sensor, sondern durch die Vorspanneinrichtung, z. B. die Vorspannsätze CPS.

Die Vorspannung der Kraftmessringe ist notwendig, um die Linearität und die Betriebsfestigkeit des Sensors zu gewährleisten.

Wir empfehlen, den Messring auf mindestens 10% seiner Nennkraft vorzuspannen. Zur Bestimmung der Vorspannkraft kann der Messring selbst verwendet werden.

Je nach Konstruktion, die die Vorspannkraft erzeugt, ändert sich die Empfindlichkeit der Messkette. Bei Verwendung der HBM-Vorspannsätze CPS verringert sich die Empfindlichkeit der piezoelektrischen Messringe CFW um 7 bis 12%. Um die Empfindlichkeit zuverlässig zu ermitteln, müssen die Messringe daher nach erfolgter Montage eingemessen werden.

Einmessen unter Verwendung von kalibrierten Kraftaufnehmern

Ein Weg, die Sensoren einzumessen, ist die Nutzung von kalibrierten Kraftaufnehmern. Hierzu wird neben dem Kraftaufnehmer ein Verstärker benötigt. Besonders gut geeignet sind Referenz-Kraftaufnehmer auf Basis von Dehnungsmessstreifen, z. B. die Serien C18 oder Z30a. Auch Kraftaufnehmer für den industriellen Einsatz, z. B. S9M von HBM, können verwendet werden. Wenn kein entsprechender Verstärker für Sensoren auf Basis von Dehnungsmessstreifen zur Verfügung steht, können Sie auch die Sensoren der Serie CFT verwenden.

Beachten Sie bei der Auswahl des Referenzaufnehmers, dass die später erreichbare Genauigkeit nicht besser sein kann als die Präzision des Einmessvorgangs, die von der Genauigkeit der Referenzmesskette bestimmt wird.

Einmessen der Messkette in drei Schritten

Wie oben bereits erwähnt, muss das Einmessen einer Messkette, die piezoelektrische Kraftmessringe (CFW) als Sensoren beinhalten soll, immer dann erfolgen, wenn der Sensor montiert ist. Das bedeutet, dass nach dem Ein-

messvorgang an der mechanischen Einbausituation nichts mehr geändert werden darf. Dies gilt insbesondere für die Vorspannung.

1. Ermitteln der Empfindlichkeit des Sensors nach der Montage.

Hierzu wird z. B. die Kraft in N oder eine Masse in kg gleichzeitig mit der Ladung gemessen, die von den piezoelektrischen Messringen bei dieser Kraft erzeugt wird. Die Empfindlichkeit lässt sich errechnen, indem die Ladung durch die Kraft geteilt wird (Empfindlichkeit = Ladung/Kraft).

2. Auswählen des Ladungsverstärkers.

Die Ladungsverstärker CMA sind mit verschiedenen Messbereichen erhältlich. Der Messbereich sollte so gewählt werden, dass Sie eine optimale Auflösung erreichen.

3. Verifikation der eingestellten Parameter.

Zum Abschluss sollten Sie die Messkette nochmals mit der Referenzmesskette vergleichen.

9.3 Hinweise zum Ladungsverstärker und zum elektrischen Anschluss

Die von einem piezoelektrischen Sensor abgegebene Ladung wird in eine dazu proportionale Spannung umgewandelt (Abb. 9.4).

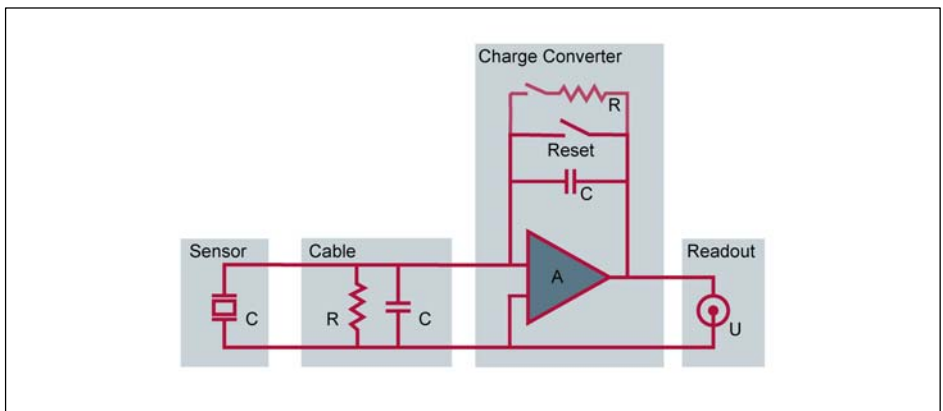


Abb. 9.4 Prinzipschaltung einer Messkette mit Sensor, Kabel und Ladungsverstärker

Piezelektrische Sensoren sind hervorragend geeignet für dynamische und nicht nullpunktbezogene Messungen. Die von piezelektrischen Messketten erzeugte Drift ist dabei so gering, dass sie auch bei hohen Anforderungen an die Genauigkeit nicht ins Gewicht fällt.

Die Drift ist ein Effekt der begrenzten Isolationswiderstände von Kabeln und Ladungsverstärker. Die Aufnehmer selber zeigen keine Drift, wenn die Montage und der Anschluss korrekt erfolgt sind. Die maximale Drift einer Messkette liegt bei 0,1 pC/s oder 25 mN/s, wenn Quarz als Sensormaterial verwendet wird bzw. bei 13 N/s für das Sensormaterial Galliumphosphat.

Um eine geringe Drift zu erreichen, beachten Sie bitte Folgendes:

1. Das Einlaufverhalten des Ladungsverstärkers.

Der Ladungsverstärker sollte mindestens eine Stunde warm laufen, bevor Sie mit den Messungen beginnen.

2. Die Sauberkeit der Anschlüsse.

Ist der Isolationswiderstand des Kabels zwischen Sensor und Ladungsverstärker zu niedrig, so driftet die Messkette, da Ladung über den zu kleinen Isolationswiderstand abfließen kann. Als gut gelten Isolationswiderstände $>10^{12} \Omega$.

Um die Drift einer piezelektrischen Messkette klein zu halten, sollten alle Stecker und Buchsen stets sauber sein. Auf keinen Fall dürfen die offenen Kontaktflächen mit den Fingern berührt werden oder mit Öl in Berührung kommen, da dies den geforderten Isolationswiderstand verkleinert.

Wir empfehlen daher, die Schutzkappen auf den Buchsen der Sensoren und Ladungsverstärker zu belassen, bis der Sensor oder der Ladungsverstärker angeschlossen wird. Beim Trennen der Verbindung sollte die Schutzkappe wieder aufgeschraubt werden.

3. Verwenden Sie hochwertige Anschlusskabel.

Piezelektrische Sensoren müssen über ein rauscharmes und hochisolierendes Koaxialkabel mit dem Ladungsverstärker verbunden werden. Das Kabel darf nicht beschädigt werden, bei Beschädigung muss es getauscht werden, eine Reparatur ist nicht möglich. HBM bietet hierfür z. B. das Kabel 1-KAB143-3 an.

Sollte es trotz aller Vorsicht zu verschmutzten Buchsen kommen, können Sie diese wie folgt reinigen:

- Stecker abschrauben.
- Die weiße Fläche der Buchse mit einem Vliesstoffpad (z. B. HBM-Bestellnummer 1-8402.0026) trocken reinigen.
- Die Buchse mit reinem Isopropanol einsprühen, z. B. IPA200 von RS Components.
- Nochmals mit einem neuen Vliesstoffpad reinigen.

Die Stecker des Kabels können nicht gereinigt werden, d. h. ist das Kabel verschmutzt, muss es ausgetauscht werden.

Hinweis

Das Reinigungsmittel RMS1, das zur Reinigung von DMS-Installationsstellen eingesetzt wird, ist nicht zur Reinigung von Anschlüssen für piezoelektrische Sensoren geeignet.

9.4 Thermische Einflüsse

Einfluss der Sensortemperatur auf die Kennlinie

Der Einfluss der Temperatur auf die Empfindlichkeit der Sensoren ist mit 0,2% pro 10 K sehr gering und für die meisten Anwendungen vernachlässigbar.

Temperatureinflüsse auf die Signalstabilität

Alle piezoelektrischen Sensoren ändern Ihren Ladungszustand, wenn sich die Temperatur ändert, da sich die Vorspannung ändert (der E-Modul der Konstruktionselemente hängt von der Temperatur ab). Hinzu kommt, dass Temperaturänderungen während der Messung zu thermisch induzierten Spannungen führen, die ein Ausgangssignal erzeugen.



Information

Das Ausgangssignal ändert sich nur im Falle einer Temperaturänderung, bei stationären Zuständen wird keine Ladung erzeugt.

Die Temperatureffekte lassen sich minimieren, wenn Sie darauf achten, dass

1. der Aufnehmer ausreichend lange Zeit bei Anwendungstemperatur gelagert wird,
2. die Aufnehmer kurz vor der Messung nicht angefasst werden, da die Handwärme die Sensoren ungleichmäßig erwärmt,
3. nach jedem Messzyklus ein Reset erfolgt.

Sowohl die Drift als auch die Störgröße Temperatur ist vor allem im Falle von langen Messzeiten und kleinen Kräften wichtig - hier müssen die Hinweise besonders beachtet werden.

9.5 Mechanische Einflüsse

Bei den piezoelektrischen Kraftsensoren liegt der Kristall im direkten Kraftfluss. Die Messelemente (aus Quarz oder Galliumphosphat) sind für den jeweiligen Sensor auf die maximal auftretende Normalkraft ausgelegt. Eingeleitete Biegemomente können zu einer Überlastung des Aufnehmers führen, da der Kristall auf der einen Seite stärker beansprucht wird, im Gegenzug erfolgt eine Entlastung auf der gegenüberliegenden Seite.

Die maximale mechanische Spannung errechnet sich aus der Addition der durch das Biegemoment verursachten Spannungen im Kristall und den Lastspannungen der zu messenden axialen Kräfte. Auf keinen Fall darf die maximal erlaubte Flächenpressung überschritten werden.

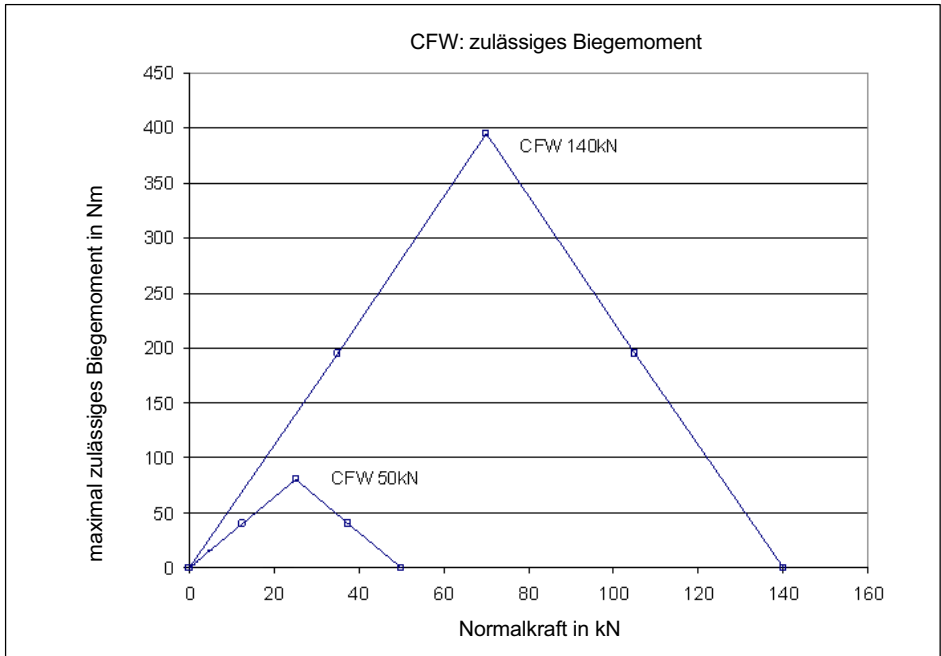


Abb. 9.5 Zulässiges Biegemoment über der Kraft in Messrichtung (Normalkraft) für den Aufnehmertyp CFW.

Da bei piezoelektrischen Sensoren das Ausgangssignal nicht von der Nennkraft des Sensors abhängt, bietet es sich an, einen Sensor mit einer höheren Nennkraft zu wählen, um in solchen Fällen eine Überlastung zu verhindern. Das folgende Diagramm zeigt das maximal zulässige Biegemoment in Abhängigkeit von der Prozesskraft. Das höchste zulässige Biegemoment kann der Kraftmessring bei 50% Vorspannung aufnehmen.

Wird das Biegemoment durch eine seitliche Kraft erzeugt, entsteht hierdurch noch eine Querkraft, die die maximalen Werte verringert.

Der durch das Biegemoment verursachte Messfehler ist gering, da die höheren Materialspannungen auf der einen Seite des Kristalls durch eine geringere Spannung auf der anderen Seite kompensiert werden. Wird ein piezoelektrischer Kraftmessring (1-CFW/50kN) mit einem Biegemoment von 100 Nm belastet, so ergibt sich ein Ausgangssignal von -2,3 N. Problematisch ist vor allem die mögliche Überlastung des Messelements.

Bitte beachten Sie deshalb die maximalen Querkräfte laut Datenblatt.

9.6 Auswahl der Komponenten

Eine piezoelektrische Messkette besteht aus dem eigentlichen Aufnehmer, dem Ladungsverstärker und dem Verbindungskabel zwischen den Komponenten.

Ist die maximal zu messende Kraft bekannt, so lässt sich hieraus der passende Ladungsverstärker wählen.

Der Aufnehmer kann nach der maximalen Überlast und den geometrischen Anforderungen ausgelegt werden, da das Ausgangssignal nicht von der Nennlast abhängt.

Beispiel 1: Kraftaufnehmer

- Es soll eine Maximalkraft von 100 kN gemessen werden.
- Auswahl eines Kraftsensors mit Messbereichsendwert 120 kN (z. B. CFT/120 kN).
- Aufnehmer-Empfindlichkeit: $-4,0 \text{ pC/N}$.
- Benötigter Eingangsbereich = 400000 pC.

Beispiel 2: Kraftmessring

- Es soll eine Maximalkraft von 100 kN gemessen werden.
- Auswahl eines Kraftmessringes mit Messbereichsendwert 140 kN (z. B. CFW/140 kN).
- Technisch bedingt müssen die Kraftmessringe mit ca. 20% der Nennkraft vorgespannt werden. Die Vorspannschraube bewirkt einen Kraftnebenschluss, die Empfindlichkeit ist dann um ca. 7 bis 9% geringer. Es verbleibt ein Nutzbereich von ca. $0,8 \times 140 \text{ kN} = 112 \text{ kN}$. Mit $-4,3 \text{ pC/N}$ und einem Messbereich von 100 kN ergeben sich 430000 pC.
- Benötigter Eingangsbereich = 430000 pC.

**Wichtig**

Beim Vorspannen muss die Kraft mit dem Sensor selbst gemessen werden. Dabei ist die in den technischen Daten angegebene Empfindlichkeit zu verwenden. Da die Vorspannschraube einen Kraftnebenschluss bildet, muss der Sensor nach dem Einbau nochmals kalibriert werden, um die Empfindlichkeit der fertigen Messeinrichtung bestimmen zu können.

10 Wartung

Der Ladungsverstärker CMA ist wartungsfrei. Beachten Sie bei der Reinigung des Gehäuses folgende Punkte:

- Trennen Sie das Gerät von allen Strom- bzw. Spannungsversorgungen.
- Reinigen Sie das Gehäuse mit einem weichen und leicht angefeuchteten (nicht nassen!) Tuch. Verwenden Sie auf *keinen Fall* Lösungsmittel, da diese die Beschriftung oder das Gehäuse angreifen könnten.
- Achten Sie beim Reinigen darauf, dass keine Flüssigkeit in das Gerät oder an die Anschlüsse gelangt.
- Reinigen Sie bei Bedarf die *Kontakte der Steckverbindungen* mit einem sauberen, fusselreien Tuch (z. B. Vliesstoffpad, HBM-Bestellnummer 1-8402.0026) und Isopropanol, z. B. mit IPA200 von RS Components. Die zum Reinigen von DMS-Messstellen verwendeten Reinigungsmittel sind nicht geeignet!

11 Entsorgung und Umweltschutz

Alle elektrischen und elektronischen Produkte müssen als Sondermüll entsorgt werden. Die ordnungsgemäße Entsorgung von Altgeräten beugt Umweltschäden und Gesundheitsgefahren vor.

Gesetzlich vorgeschriebene Kennzeichnung zur Entsorgung



Elektrische und elektronische Geräte, die dieses Symbol tragen, unterliegen der europäischen Richtlinie 2002/96/EG über elektrische und elektronische Altgeräte. Das Symbol weist darauf hin, dass nicht mehr gebrauchsfähige Altgeräte gemäß den europäischen Vorschriften für Umweltschutz und Rohstoffrückgewinnung getrennt von regulärem Hausmüll zu entsorgen sind.

Da die Entsorgungsvorschriften von Land zu Land unterschiedlich sind, bitten wir Sie, im Bedarfsfall Ihren Lieferanten anzusprechen, welche Art von Entsorgung oder Recycling in Ihrem Land vorgeschrieben ist.

Verpackungen

Die Originalverpackung der HBM-Geräte besteht aus recyclebarem Material und kann der Wiederverwertung zugeführt werden. Bewahren Sie die Verpackung jedoch mindestens für den Zeitraum der Gewährleistung auf.

Aus ökologischen Gründen sollte auf den Rücktransport der leeren Verpackungen an uns verzichtet werden.

12 Technische Daten (VDI/VDE/DKD 2638)

Ladungsverstärker		CMA1 bis CMA2000		CMA 5000/2
Anschließbare Messgrößenaufnehmer		Piezoelektrische Sensoren (passiv)		
Max. Ladungseingang	nC	1; 2; 5; 20; 39,5; 158,3; 210,5; 287; 482	2000	5000
Kalibrierte Messbereiche¹⁾	% F _{nom}	100; 20		
Zeit für Messbereichumschaltung	µs	250		
Ausgangsspannung	V	± 10		
Einschaltzeit für sicheres Ausgangssignal	ms	4		
Genauigkeitsklasse (bei 25°C)	%	± 0,5		± 1
Hysterese, 0,5 x F_{nom}	%	< 0,05		
Linearitätsabweichung	%	< ± 0,05		
Temperatureinfluss auf die Ausgangsspanne pro 10K	%	< 0,5		
Drift, bei 20 °C	pC/s	< 0,1	< 1	< 5
TEDS nach IEEE1451.4		1-Wire		
Messfrequenzbereich (-3 dB)	kHz	10 (-3 dB) 5 (-1 dB)	7 (-3dB) 3,5 (-1dB)	10 (-3 dB) 5 (-1 dB)
Versorgungsspannung Überspannungs- und Verpolungsschutz	V _{DC}	24 (18 ... 30)		
Pufferkondensator der Spannungsversorgung	µF	22		
Galvanische Trennung		Galvanische Trennung der Signaleingänge (Ladungseingang) zur Spannungsversorgung, das Gehäuse des CMA muss nicht geerdet werden		

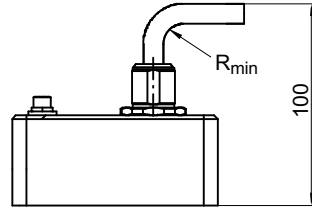
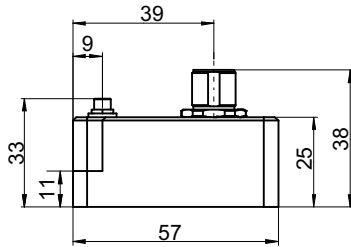
Ladungsverstärker			CMA1 bis CMA2000	CMA 5000/2
Leistungsaufnahme		W	< 1,2	
Ausgangswiderstand		Ω	< 10	
Zulässiger Lastwiderstand		$k\Omega$	> 5	
Steuereingänge				
Reset/Measure Sprung		pC	< ± 2	
Schaltzeit für Reset/Measure		μs	< 100	
Gesamtzeit für Reset-Vorgang		ms	75	
Messmodus	MEASURE	V	0 ... +5 oder offener Eingang	
	RESET	V	12 ... 30	
Messbereich	RANGE1	V	0 ... +5 oder offener Eingang	
	RANGE2	V	12 ... 30	
Geräteanschlüsse				
	Sensor		10-32UNF, Buchse; Anzugsmoment $\leq 1,5$ Nm	
	Elektrischer Anschluss		M12 x 1, 8-pol., für Signalausgang, Versorgung, Digital-Eingang (abgeschirmtes Kabel empfohlen)	
Vibrationsfestigkeit				
	20 ... 2000 Hz, Dauer 16 min., Zyklus 2 min.	m/s^2	100	
Schock (Dauer 1 ms)		m/s^2	2000	
Nenntemperaturbereich		$^{\circ}C$	0 ... 70	
Abmessungen (L x B x H)		mm	57 x 46 x 38	72 x 46 x 39
Gewicht		g	130	
Gehäusematerial			Aluminium	

Ladungsverstärker		CMA1 bis CMA2000	CMA 5000/2
Schutzart (mit angeschlossenen Kabeln)		IP65	
EMV-Konformität gemäß EN 61326-1:2013, EN 61326-2-3:2013		im industriellen Bereich	

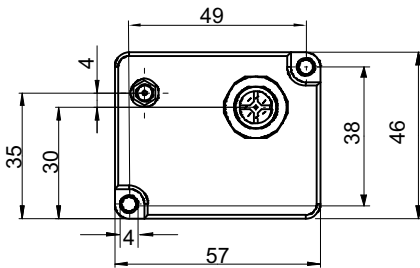
1) Kundenspezifische Messbereiche sind auf Anfrage erhältlich.

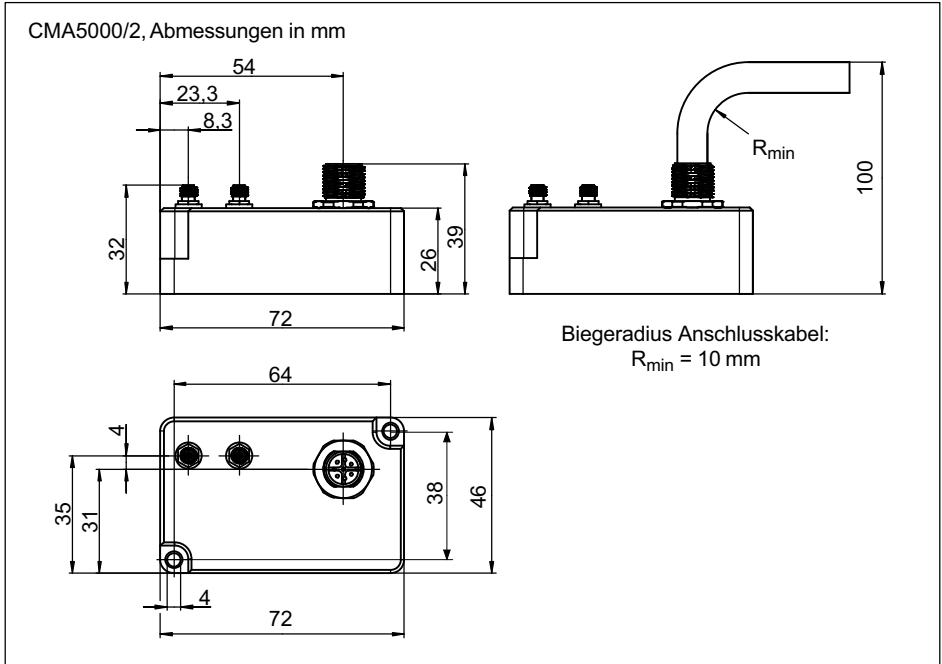
13 Abmessungen

CMA1 bis CMA2000, Abmessungen in mm



Biegeradius Anschlusskabel:
 $R_{min} = 10 \text{ mm}$





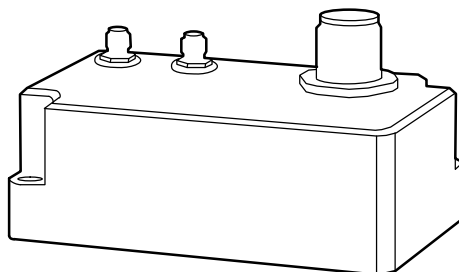
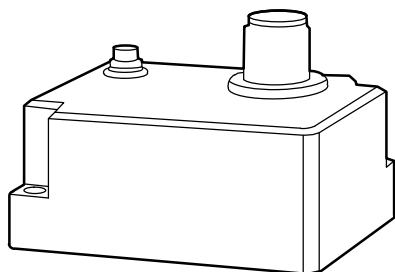
Operating Manual | Bedienungsanleitung |
Manuel d'emploi | Istruzioni per l'uso

English

Deutsch

Français

Italiano



CMA

1	Consignes de sécurité	4
2	Marquages utilisés	8
2.1	Symboles apposés sur l'appareil	8
2.2	Marquages utilisés dans le présent document	9
3	Étendue de la livraison et accessoires	10
4	Introduction	12
5	Conditions sur site	14
5.1	Température ambiante	14
5.2	Humidité	15
6	Montage	16
7	Raccordement électrique	17
8	Mise en service	20
8.1	Identification des capteurs TEDS	22
8.1.1	Hiérarchie des droits avec la technologie TEDS	22
8.1.2	Contenu du module TEDS selon IEEE 1451.4	23
8.2	Remplacement de composants de la chaîne de mesure	27
8.3	Branchement de capteurs en parallèle	28
9	Conseils en matière de tech. de mesure piézoélectrique	30
9.1	Fonctionnement des capteurs piézoélectriques	30
9.2	Modèles disponibles et consignes de montage	32
9.2.1	Capteurs de force CFT	32
9.2.2	Rondelles de charge CFW	33
9.3	Remarques sur l'amplificateur de charge et le raccordement électrique 34	
9.4	Effets thermiques	36
9.5	Effets mécaniques	37
9.6	Sélection des composants	39

10	Entretien	41
11	Élimination des déchets et protection de l'environnement ...	42
12	Caractéristiques techniques (VDI/VDE/DKD 2638)	43
13	Dimensions	46

1 Consignes de sécurité

Utilisation conforme

L'appareil ne doit être utilisé que pour des tâches de mesure et pour les opérations de commande qui y sont directement liées dans le cadre des limites d'utilisation spécifiées dans les caractéristiques techniques. Toute autre utilisation est considérée comme non conforme.

Toute personne chargée de l'installation, de la mise en service ou de l'exploitation de l'appareil doit préalablement avoir lu et compris le manuel d'emploi et notamment les consignes de sécurité.

Pour garantir un fonctionnement de cet appareil en toute sécurité, celui-ci doit uniquement être utilisé par du personnel qualifié conformément aux instructions du manuel d'emploi. De plus, il convient, pour chaque cas particulier, de respecter les règlements et consignes de sécurité correspondants. Ceci s'applique également à l'utilisation des accessoires.

L'appareil n'est pas destiné à être mis en œuvre comme élément de sécurité. Reportez-vous à ce sujet au paragraphe "Mesures de sécurité supplémentaires". Afin de garantir un fonctionnement parfait et en toute sécurité, il convient de veiller à un transport, un stockage, une installation et un montage appropriés et d'assurer un maniement scrupuleux.

Conditions de fonctionnement

- Protégez l'appareil contre tout contact direct avec de l'eau.
- Protégez l'appareil de l'humidité et des intempéries, telles que la pluie ou la neige. Le degré de protection selon EN 60529 est IP65 lorsque tous les câbles sont raccordés et que les connexions non occupées sont obturées par des capuchons de protection.
- Protégez l'appareil contre les rayons directs du soleil.
- Les câbles de raccordement de l'appareil ne doivent être posés qu'à l'intérieur de bâtiments et leur longueur ne doit pas dépasser 30 m.
- Respectez les températures ambiantes maximales admissibles indiquées dans les caractéristiques techniques ainsi que les indications concernant l'humidité de l'air maximale.

- Il est interdit de modifier l'appareil sur le plan conceptuel ou celui de la sécurité sans accord explicite de notre part. Il est notamment interdit de procéder soi-même à toute réparation ou soudure sur les circuits imprimés (remplacement de composants). En cas de remplacement de modules entiers, n'utiliser que des pièces d'origine HBM.
- L'appareil a été livré à la sortie d'usine avec une configuration matérielle et logicielle fixe. L'apport de modifications n'est autorisé que dans les limites des possibilités décrites dans les manuels.
- L'appareil est sans entretien.
- Tenez compte de ce qui suit lors du nettoyage du boîtier (*voir aussi chapitre 10, page 41*) :
 - Débranchez l'appareil de toutes les sources de tension ou de courant.
 - Nettoyez le boîtier à l'aide d'un chiffon doux et légèrement humide (pas trempé !). N'utilisez *en aucun cas* des solvants, car ils risqueraient d'altérer les inscriptions ou le boîtier.
 - Lors du nettoyage, veillez à ce qu'aucun liquide ne pénètre dans l'appareil ni dans les connecteurs.
- Les appareils devenus inutilisables ne doivent pas être mis au rebut avec les déchets ménagers usuels conformément aux directives nationales et locales pour la protection de l'environnement et la valorisation des matières premières, voir chapitre 11, page 42.

Personnel qualifié

Sont considérées comme personnel qualifié les personnes familiarisées avec l'installation, le montage, la mise en service et l'exploitation du produit, et disposant des qualifications correspondantes.

En font partie les personnes remplissant au moins une des trois conditions suivantes :

- Vous connaissez les concepts de sécurité de la technique de mesure et d'automatisation et vous les maîtrisez en tant que chargé de projet.
- Vous êtes opérateur des installations de mesure ou d'automatisation et avez été formé pour pouvoir utiliser les installations. Vous savez comment utiliser les appareils et technologies décrits dans le présent document.

- En tant que personne chargée de la mise en service ou de la maintenance, vous disposez d'une formation vous autorisant à réparer les installations d'automatisation. Vous êtes en outre autorisé à mettre en service, mettre à la terre et marquer des circuits électriques et appareils conformément aux normes de la technique de sécurité.

Travail en toute sécurité

- L'appareil ne doit pas être raccordé directement au réseau électrique. La tension d'alimentation peut être comprise entre 10 et 30 V_{C.C.}
- Les messages d'erreur ne doivent être acquittés qu'une fois l'origine de l'erreur éliminée et lorsqu'il n'y a plus de danger.
- Les travaux d'entretien et de réparation sur l'appareil ouvert sous tension sont réservés à une personne qualifiée ayant connaissance du risque existant.
- Les appareils et dispositifs d'automatisation doivent être montés de manière à être soit suffisamment protégés contre toute activation involontaire, soit verrouillés (contrôle d'accès, protection par mot de passe ou autres, par exemple).
- Pour les appareils fonctionnant dans des réseaux, des mesures de sécurité doivent être prises côté matériel et côté logiciel, afin d'éviter qu'une rupture de câble ou d'autres interruptions de la transmission des signaux n'entraînent des états indéfinis ou la perte de données sur les dispositifs d'automatisation.

Mesures de sécurité supplémentaires

Des mesures de sécurité supplémentaires satisfaisant aux exigences des directives nationales et locales pour la prévention des accidents du travail doivent être prises pour les installations risquant de causer des dommages plus importants, une perte de données ou même des préjudices corporels, en cas de dysfonctionnement.

Les performances de l'appareil et l'étendue de la livraison ne couvrent qu'une partie des techniques de mesure. Avant la mise en service de l'appareil dans une installation, une configuration et une analyse de risque tenant compte de tous les aspects de sécurité de la technique de mesure et d'automatisation doivent être réalisées de façon à minimiser les dangers résiduels. Cela

concerne notamment la protection des personnes et des installations. En cas d'erreur, des mesures appropriées doivent permettre d'obtenir un état de fonctionnement sûr.

Risques généraux en cas de non-respect des consignes de sécurité

L'appareil est conforme au niveau de développement technologique actuel et présente une parfaite sécurité de fonctionnement. L'appareil peut présenter des dangers résiduels s'il est utilisé de manière non conforme.

2 Marquages utilisés

Toutes les marques déposées ou les marques commerciales mentionnées dans le présent document font uniquement référence au produit concerné ou au titulaire de la marque déposée ou de la marque commerciale. HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GMBH ne revendique aucun droit sur d'autres marques déposées ou marques commerciales que les siennes.

2.1 Symboles apposés sur l'appareil

Marquage CE



Le marquage CE permet au constructeur de garantir que son produit est conforme aux exigences des directives européennes correspondantes (la déclaration de conformité est disponible à l'adresse suivante : <http://www.hbm.com/HBMdoc>).




Marquage d'élimination des déchets prescrit par la loi



Les appareils électriques et électroniques portant ce symbole sont soumis à la directive européenne 2002/96/CE concernant les appareils électriques et électroniques usagés. Ce symbole indique que les équipements usagés ne doivent pas, conformément aux directives européennes en matière de protection de l'environnement et de recyclage des matières premières, être éliminés avec les déchets ménagers normaux. Voir également le chapitre 11, page 42.

2.2 Marquages utilisés dans le présent document

Les remarques importantes pour votre sécurité sont repérées d'une manière particulière. Respectez impérativement ces consignes pour éviter tout accident et/ou dommage matériel.

Symbole	Signification
Note	Ce marquage signale une situation qui - si les dispositions relatives à la sécurité ne sont pas respectées - <i>peut avoir</i> pour conséquence des dégâts matériels.
 Important	Ce marquage signale que des informations <i>importantes</i> concernant le produit ou sa manipulation sont fournies.
 Conseil	Ce marquage est associé à des conseils d'utilisation ou autres informations utiles.
 Information	Ce marquage signale que des informations concernant le produit ou sa manipulation sont fournies.
<i>Mise en valeur</i> <i>Voir ...</i>	Pour mettre en valeur certains mots du texte, ces derniers sont écrits en italique.

3 Étendue de la livraison et accessoires

Étendue de la livraison

N° de commande	
1-CMA1	Amplificateur de charge monovoie pour capteurs piézoélectriques, étendue de mesure 1 000 pC
1-CMA2	Amplificateur de charge monovoie pour capteurs piézoélectriques, étendue de mesure 2 000 pC
1-CMA5	Amplificateur de charge monovoie pour capteurs piézoélectriques, étendue de mesure 5 000 pC
1-CMA20	Amplificateur de charge monovoie pour capteurs piézoélectriques, étendue de mesure 20 000 pC
1-CMA39	Amplificateur de charge monovoie pour capteurs piézoélectriques, étendue de mesure 39 500 pC
1-CMA158	Amplificateur de charge monovoie pour capteurs piézoélectriques, étendue de mesure 158 300 pC
1-CMA210	Amplificateur de charge monovoie pour capteurs piézoélectriques, étendue de mesure 210 500 pC
1-CMA287	Amplificateur de charge monovoie pour capteurs piézoélectriques, étendue de mesure 287 000 pC
1-CMA482	Amplificateur de charge monovoie pour capteurs piézoélectriques, étendue de mesure 482 000 pC
1-CMA2000	Amplificateur de charge monovoie pour capteurs piézoélectriques, étendue de mesure 2 000 000 pC
1-CMA5000/2	Amplificateur de charge monovoie pour jusqu'à deux capteurs piézoélectriques branchés en parallèle, étendue de mesure 5 000 000 pC

Accessoires

N° de commande	
1-KAB168-5	Câble 8 fils vers la tension d'alimentation et l'électronique chargée de la poursuite du traitement ; connecteur mâle pour câble M12x1, 5 m de long, extrémités libres
1-KAB168-20	Câble 8 fils vers la tension d'alimentation et l'électronique chargée de la poursuite du traitement ; connecteur mâle pour câble M12x1, 20 m de long, extrémités libres
1-KAB143	Câble de liaison du capteur, coaxial ; connecteur 10-32 UNF des deux côtés, disponible dans les longueurs 2 m, 3 m et 7 m
1-KAB145	Câble de liaison du capteur, coaxial ; connecteur 10-32 UNF des deux côtés, disponible dans les longueurs 0,2 m et 3 m, modèle robuste
1-CSB4/1	Boîtier sommateur CSB4/1 avec capuchons de protection

4 Introduction

Les amplificateurs de charge piézoélectriques de type CMA sont conçus pour des mesures avec capteurs piézoélectriques. Le CMA amplifie les charges électriques en un signal de sortie proportionnel de $-10 \dots +10 V_{C.C.}$ (valeur exacte, voir protocole d'essai). Vous pouvez ainsi mesurer des forces dynamiques et quasi-statiques avec une grande précision.

- Ces amplificateurs se caractérisent par une immunité aux parasites élevée et une forme compacte.
- Les entrées MEASURE / RESET et RANGE 1 / RANGE 2 permettent de modifier les fonctions de l'amplificateur de charge.
- L'amplificateur de charge est équipé d'un module TEDS (Transducer Electronic Data Sheet).
- Avec le modèle CMA5000/2, il est possible de raccorder deux capteurs en parallèle (une voie pour les deux capteurs).

Suivant l'étendue de mesure choisie RANGE 1 / RANGE 2, les informations TEDS valables pour l'étendue de mesure correspondante sont communiquées à l'électronique d'analyse en aval, lorsque cette électronique est compatible avec la technologie TEDS. On utilise le modèle ("template") "High Level Voltage", voir chapitre 8.1, page 22.

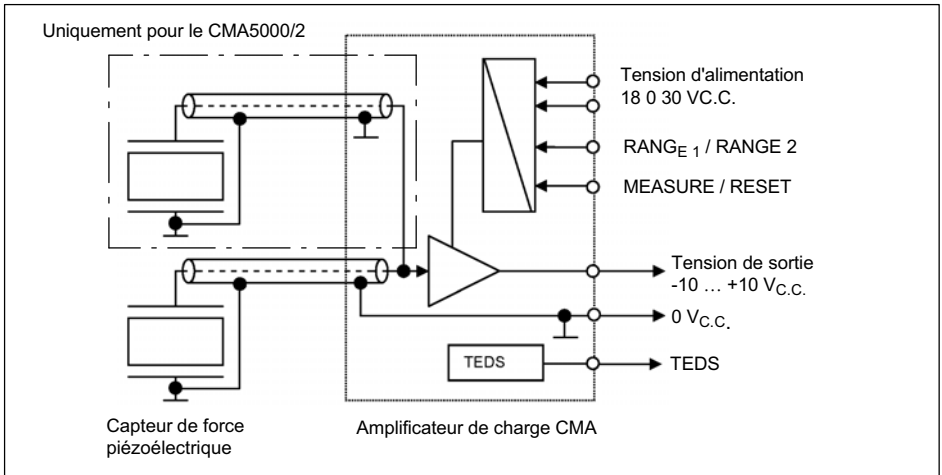


Fig. 4.1 Synoptique CMA

Les limites des sollicitations mécaniques, thermiques et électriques autorisées sont indiquées dans les caractéristiques techniques. Veuillez impérativement en tenir compte lors de la conception de l'agencement de mesure, lors du montage et en fonctionnement.

5 Conditions sur site



Important

La résistance d'isolement a une très grande importance pour les capteurs piézoélectriques ; elle doit être supérieure à 10^{13} ohms.

Pour maintenir cette valeur, tous les connecteurs doivent rester parfaitement propres. Une dérive positive ou négative du signal de la tension de sortie est le signe d'une résistance d'isolement insuffisante.

Nettoyez alors les contacts des connecteurs enfichables avec un chiffon propre non pelucheux (par ex. coton non tissé, n° de commande HBM 1-8402.0026) et de l'isopropanol, par ex. IPA200 de RS Components. Les produits de nettoyage utilisés pour nettoyer les points de mesure de jauges ne sont pas adaptés !

Voir également le chapitre 9 relatif à la technique de mesure piézoélectrique.

- Protégez l'appareil contre tout contact direct avec de l'eau.
- Protégez l'appareil de l'humidité et des intempéries, telles que la pluie ou la neige. Le degré de protection selon EN 60529 est IP65 lorsque tous les câbles sont raccordés et que les connexions non occupées sont obturées par des capuchons de protection.
- Protégez l'appareil contre les rayons directs du soleil.
- Les câbles de raccordement de l'appareil ne doivent être posés qu'à l'intérieur de bâtiments et leur longueur ne doit pas dépasser 30 m.
- L'influence de la température sur le signal de sortie est faible, voir également le chapitre 9.4 "Effets thermiques", page 36.

5.1 Température ambiante

L'influence de la température sur le signal de sortie est faible. Les erreurs de mesure liées à la température sont causées par un échauffement, tel qu'une chaleur rayonnante, ou un refroidissement unilatéral.

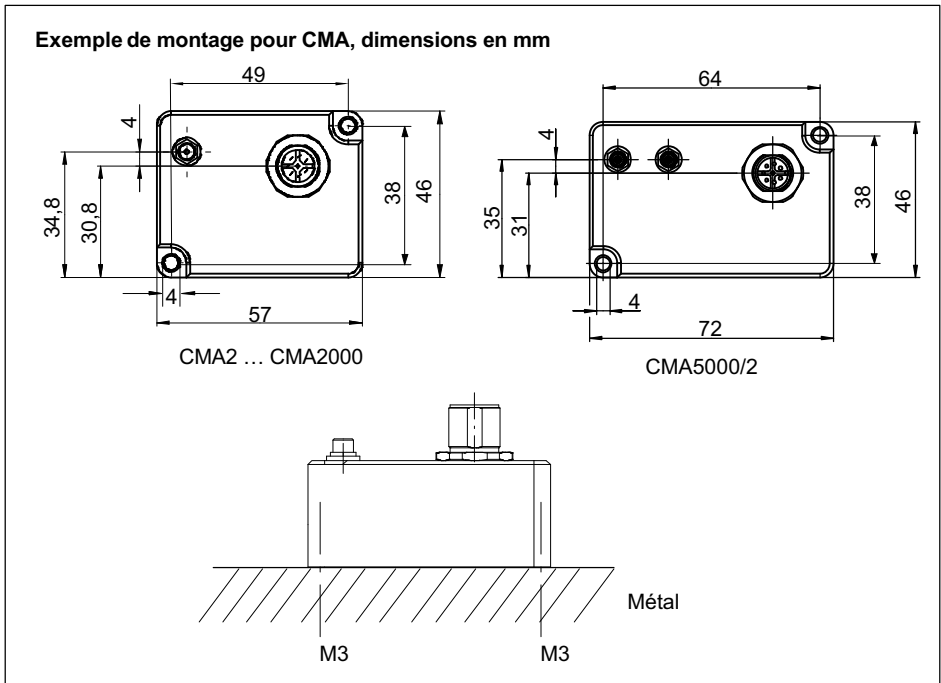
5.2 Humidité

Il convient d'éviter l'humidité ou un climat tropical. L'amplificateur de charge a un degré de protection IP65 selon EN 60529, lorsque le câble de liaison est raccordé correctement au capteur et à l'amplificateur de charge.

6 Montage

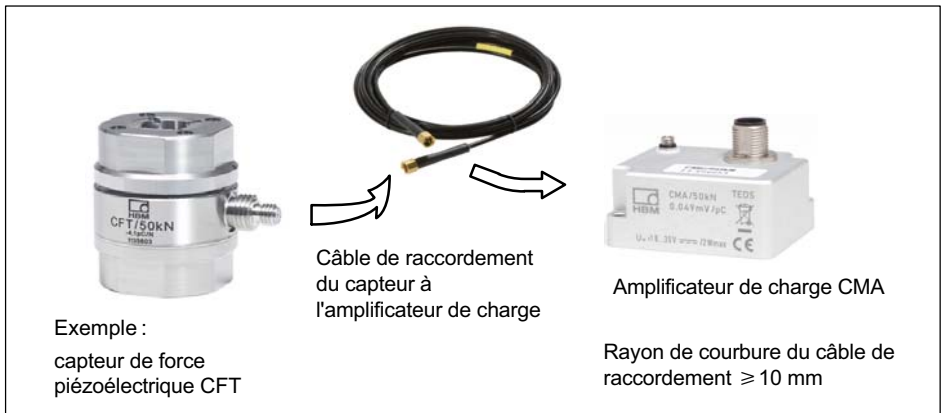
L'amplificateur de charge peut être fixé par 2 vis M3. Sa position de montage n'a aucune importance.

Les entrées et sorties de signaux sont isolées électriquement par rapport au boîtier et au CMA. *Aucun* élément isolant n'est donc nécessaire.



7 Raccordement électrique

Seuls des câbles de liaison extrêmement isolants générant en cas de mouvement peu d'électricité par frottement doivent être utilisés pour les capteurs piézoélectriques. Pour une utilisation dans des environnements très sales ou en cas de sollicitations mécaniques importantes, un câble de charge est proposé en version robuste avec une gaine métallique.



Le connecteur mâle à 8 pôles M12 permet de relier la tension d'alimentation, le signal de mesure, les entrées et la TEDS à l'électronique d'analyse.

Les modèles CMA1 à CMA2000 ne possèdent qu'une entrée. Le cas échéant, utilisez le boîtier sommateur CSB4/1 afin de pouvoir raccorder jusqu'à quatre capteurs en parallèle.

Note

Serrez les écrous raccords du câble du capteur à 1,5 Nm maxi. afin de ne pas endommager l'embase.

Le CMA5000/2 comporte deux entrées permettant de raccorder deux capteurs. Les capteurs sont branchés en parallèle c'est-à-dire que les charges s'additionnent. Avec des capteurs de force, le résultat de mesure correspond donc à la somme des forces mesurées au niveau des capteurs. Il est

impossible de passer d'une mesure du capteur 1 à une mesure du capteur 2 ; la mesure est toujours effectuée sur l'ensemble des deux capteurs.



Important

Installez le cache fourni si seule une entrée du CMA5000/2 est occupée.

L'amplificateur de charge CMA a été conçu pour un fonctionnement avec une tension continue (18 ... 30 V_{C.C.}). Le circuit a été prévu pour un fonctionnement à basse tension de protection (circuit SELV).

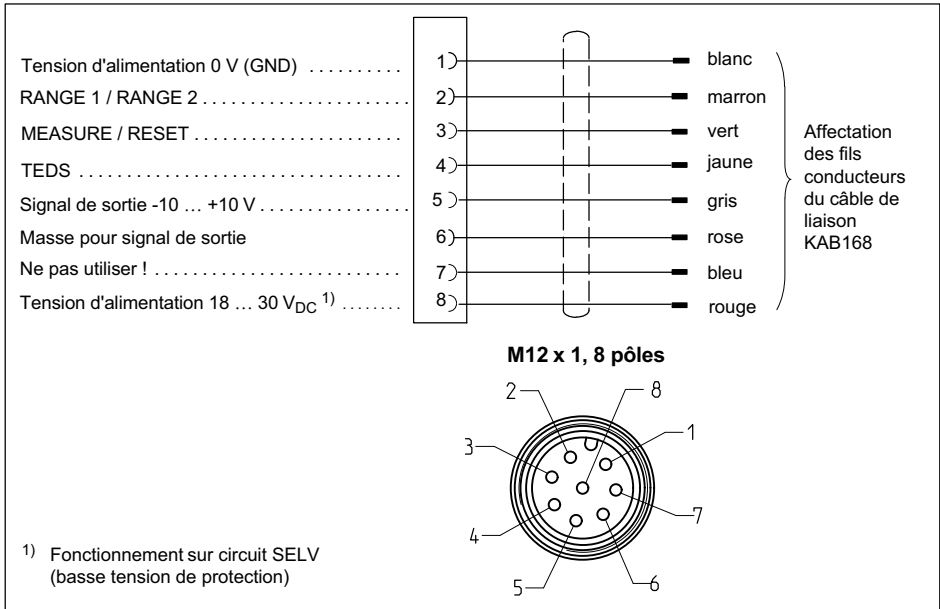


Fig. 7.1 Affectation des broches

Le signal de sortie se trouve sur la broche 5 et la broche 6 (masse) et est isolé électriquement de la tension d'alimentation et des entrées de contrôle. Les entrées de contrôle RANGE 1/2, MEASURE / RESET et TEDS ainsi que la tension d'alimentation se trouvent sur le même potentiel (broche 1, tension d'alimentation 0 V). Il n'est pas nécessaire de mettre le boîtier à la terre.

**Important**

*Le blindage du câble ne doit pas être relié à l'électronique d'analyse en aval.
La broche 7 est uniquement destinée à un usage interne HBM et doit rester libre.*

8 Mise en service

Raccordez un capteur piézoélectrique à l'amplificateur de charge CMA.

MEASURE / RESET

Lorsque la tension d'entrée au niveau de la broche MEASURE / RESET est de 0 V (voir Fig. 4.1 et Fig. 7.1 page 18), l'amplificateur de charge se trouve en mode mesure (MEASURE). Si la tension sur la broche est de 24 V, l'amplificateur de charge passe à RESET.

Le passage à RESET entraîne la mise à zéro du signal de sortie amplificateur. Ceci peut avoir lieu quelle que soit la force. Grâce à la fonction RESET, les dérives n'ont aucun effet.

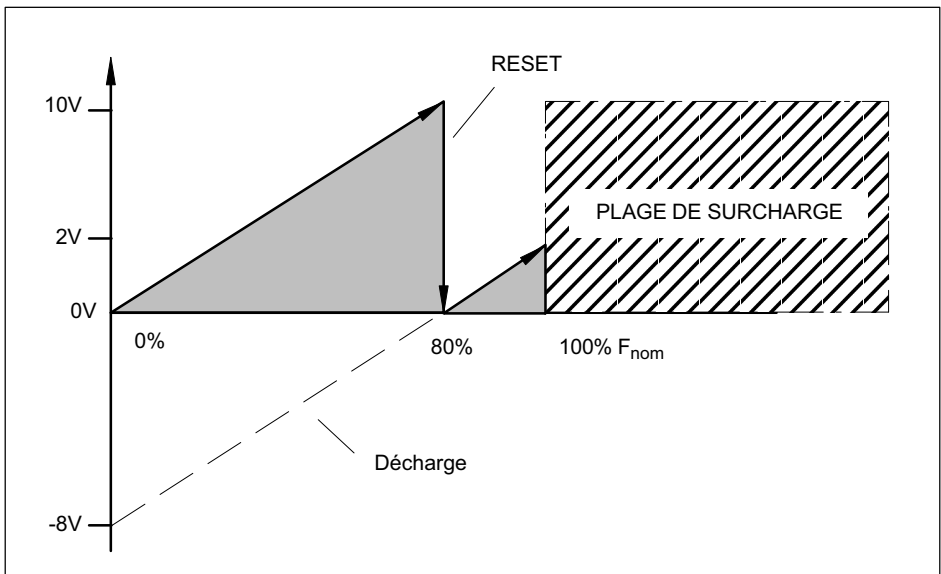


Fig. 8.1 Fonction RESET



Important

Après la réinitialisation, la sortie de l'amplificateur de charge est certes réglée sur zéro, mais cela ne signifie pas que la machine génératrice de force est sans force. Veillez à ne pas surcharger le capteur, même si le signal de sortie se trouve encore dans la plage comprise entre $-10 \dots +10 \text{ V}$.

RANGE 1 / RANGE 2

Si une tension d'entrée de 0 V est appliquée sur la broche RANGE 1 / RANGE 2 (voir Fig. 4.1 page 13 et Fig. 7.1 page 18), l'étendue de mesure 1 ($100\% F_{\text{nom}}$) est activée sur l'amplificateur de charge. L'amplificateur de charge offre la possibilité de passer dans une seconde étendue de mesure avec seulement 20% de la force nominale / de la marge de sortie (fonction zoom). Pour cela, appliquez une tension de $24 \text{ V}_{\text{C.C.}}$ sur la broche.

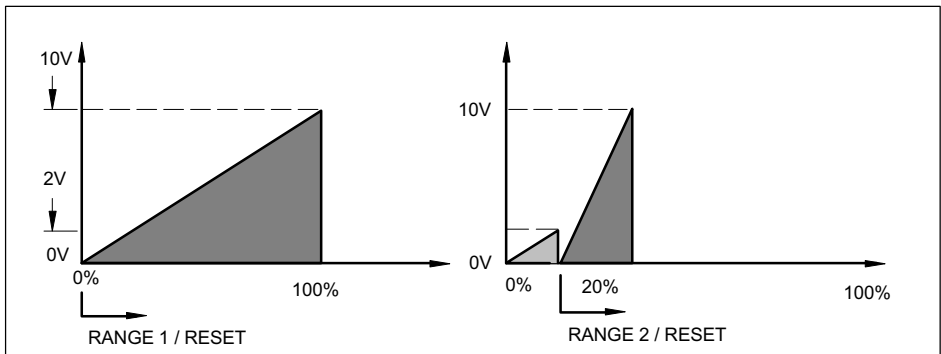


Fig. 8.2 Réduction dans la seconde étendue de mesure

Le passage de l'étendue de mesure à 20% peut être aussi utilisé pour exploiter le capteur de force, qui a des réserves de sécurité importantes, en cas de tâches de mesure pour lesquelles les surcharges sont critiques. Dans ce cas, l'amplificateur de charge sature au-delà de 20% .

La tension d'alimentation et les entrées de contrôle RANGE 1 / RANGE 2 ou MEASURE / RESET sont séparées galvaniquement du circuit de mesure.



Important

Le remplacement du capteur ou de l'amplificateur de charge entraîne la perte de validité du calibrage de la chaîne de mesure. Ceci risque de provoquer l'affichage de valeurs de mesure incorrectes ou leur communication à l'électronique d'analyse en aval.

8.1 Identification des capteurs TEDS

La technologie TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) vous permet d'inscrire les données capteur (valeurs caractéristiques) selon IEEE 1451.4 sur une puce spéciale dans le CMA (module TEDS, EEPROM 1-Wire). Une électronique d'analyse équipée en conséquence peut lire cette fiche technique électronique ou le protocole d'étalonnage puis se régler en conséquence.

Le signal TEDS se trouve au niveau de la connexion du connecteur sur la broche 4 par rapport à la masse sur la broche 6 (voir Fig. 7.1 page 18).

Après le passage de Range 1 à Range 2, ou inversement, l'information TEDS correspondante est automatiquement mise à disposition. L'électronique d'analyse en aval doit cependant lire une nouvelle fois la fiche TEDS.



Important

Les données enregistrées dans la TEDS ne sont valables que pour la chaîne de mesure ajustée (capteur et CMA) (voir chapitre 6.3). Dès que vous remplacez l'un des composants, vous devez redéterminer les données et les modifier dans le module TEDS.

8.1.1 Hiérarchie des droits avec la technologie TEDS

L'éditeur TEDS présente une hiérarchie des droits :

1. Droits standard (niveau USR)

Ce niveau concerne les entrées qui peuvent être modifiées par tout utilisateur et doivent par ex. être modifiées en fonction de l'utilisation : nom du point de mesure, valeur de remise à zéro, filtre, etc.

2. Droits pour l'étalonnage (niveau CAL)

Ce niveau concerne les entrées qu'un laboratoire d'étalonnage doit pouvoir changer, par ex. lorsque la sensibilité doit être modifiée dans le module TEDS suite à un réétalonnage.

3. Droits d'administrateur (niveau ID)

Les droits d'administrateur pour le TEDS sont indispensables pour le fabricant du capteur. En cas d'utilisation d'un capteur de fabrication propre ou d'un ajout ultérieur de la technologie TEDS, les clients de HBM peuvent naturellement profiter de ces droits.

Pour pouvoir modifier les entrées des modèles ("templates"), il faut disposer de divers droits qui peuvent aussi varier d'une entrée à l'autre au sein du même modèle. Pour l'utilisation ultérieure, le logiciel concerné doit toutefois assurer également la gestion des droits. Dans le cas contraire, toutes les entrées seront accessibles (la hiérarchie des droits définie dans la norme TEDS n'est pas contrôlée par le module TEDS et tous les logiciels ne sont pas en mesure de gérer des droits).

8.1.2 Contenu du module TEDS selon IEEE 1451.4

Les informations du module TEDS sont organisées en zones dans lesquelles l'enregistrement de certains groupes de données sous forme de tableau a été prédéfini. Seules les valeurs définies sont enregistrées dans la mémoire TEDS proprement dite. L'interprétation de la valeur numérique concernée est réalisée par le firmware de l'électronique d'analyse. Ceci permet à l'espace mémoire requis sur la mémoire TEDS d'être minimal. Le contenu de la mémoire est divisé en 3 zones :

Zone 1 :

Un numéro d'identification TEDS unique au monde (non modifiable).

Zone 2 :

La zone de base (Basic TEDS) dont la structure est définie dans la norme IEEE 1451.4. Dans cette zone se trouvent le type du capteur, son constructeur et son numéro de série.

Zone 3 :

Cette zone comporte des données définies par le constructeur ou l'utilisateur. Lors de la création du modèle ("template"), la grandeur de mesure physique et l'unité physique sont également définies. L'unité disponible pour chaque grandeur de mesure est définie dans la norme IEEE correspondante. Pour la grandeur "force", il s'agit de l'unité N.

En outre, dès la création, il faut choisir la résolution des valeurs caractéristiques dans la TEDS (droite caractéristique du capteur). HBM choisit toujours "Full Precision" de manière à pouvoir utiliser la résolution numérique maximale. Nous conseillons également aux utilisateurs souhaitant programmer eux-mêmes le module TEDS de choisir cette option.

Dans le cas de l'amplificateur de charge CMA, HBM a déjà enregistré les valeurs suivantes pour le modèle ("template") "High Level Voltage" :

- Grandeur de mesure (force en N)
- Signal de sortie électrique (-10 ... +10 V)
- Tension d'alimentation requise (18 ... 24 V_{C.C.})

Exemple :

Amplificateur de charge et capteur de force 20 kN.

Contenu écrit par HBM à l'appui du protocole d'essai individuel : zone 3 de l'amplificateur de charge CMA158 avec le numéro d'identification 123456, créé le 27.6.2007 par HBM.

Template : High Level Voltage				
Paramètre	Valeur ¹⁾	Unité	Niveau de droits	Explication
Transducer Electrical Signal Type	Voltage Sensor		ID	
Minimum Force/Weight	0.000	N	CAL	La grandeur de mesure physique et l'unité sont définies lors de la création du modèle ("template") et ne sont ensuite plus modifiables.
Maximum Force/Weight	20.000k	N	CAL	
Minimum Electrical Value	0.00000	V/V	CAL	L'écart entre ces valeurs correspond à la sensibilité selon le protocole d'essai HBM ou provient de l'étalonnage ¹ .
Maximum Electrical Value	+9.5700	V/V	CAL	
Mapping Method	Linear			Cette entrée ne peut pas être modifiée.
AC or DC Coupling	DC		ID	
Output Impedance of the sensor	10.0	Ohm	ID	Résistance de sortie selon les caractéristiques techniques de HBM.
Response Time	1.0000000u	s	ID	Sans importance pour les capteurs HBM.
Excitation Level (Nominal)	24.0	V	ID	Tension d'alimentation nominale selon les caractéristiques techniques de HBM.
Excitation Level (Minimum)	18.0	V	ID	Limite inférieure de la plage utile de tension d'alimentation selon les caractéristiques techniques de HBM.
Excitation voltage Type	DC		ID	Type de tension d'alimentation.

Template : High Level Voltage				
Paramètre	Valeur ¹⁾	Unité	Niveau de droits	Explication
Max. current draw at nominal excitation level	50.12m	A	ID	Courant d'alimentation maximal.
Calibration Date	27-Jun-2007		CAL	Date de création du protocole d'essai chez HBM (ou du dernier étalonnage, ou de la saisie des données TEDS). Format : Jour-Mois-Année.
Calibration Initials	HBM		CAL	Initiales de la personne réalisant l'étalonnage ou de l'organisme exécutant cet étalonnage (trois caractères maxi.).
Calibration Period (Days)	0	jours	CAL	Délai de nouvel étalonnage, à compter de la date inscrite au niveau de Calibration Date.
Measurement location ID	0		USR	Numéro d'identification du point de mesure (à attribuer par l'utilisateur). Valeurs possibles : 0 à 2047 (chiffres uniquement). En complément, HBM propose également le modèle ("template") Channel Comment.

1) Exemples de valeurs pour le capteur de force CFT/20kN

Il est possible de définir d'autres modèles ("templates"), tels que le modèle HBM "Signal Conditioning".

**Conseil**

Pour plus d'informations, visitez le site Internet de HBM www.hbm.com/HBMdoc, sous TEDS.

8.2 Remplacement de composants de la chaîne de mesure

En cas de remplacement, il est possible, en principe, de remplacer aussi bien le capteur piézo que l'amplificateur de charge ou le câble de liaison. En revanche, il ne faut remplacer des composants que par des composants identiques, par ex. un capteur de force CFT/5kN ne peut être remplacé que par un CFT/5kN et un amplificateur de charge CMA39 que par un CMA39. Cela permet d'être sûr que le capteur et l'amplificateur de charge disposent de la même force nominale et de la même sensibilité. Le remplacement du câble de liaison a peu d'importance.

Les amplificateurs de charge sont ajustés individuellement. Ceci permet, lors du remplacement de l'amplificateur, d'assurer que la dispersion série soit inférieure à $\pm 0,5$ %.

**Important**

Les données enregistrées dans la TEDS ne sont valables que pour la chaîne de mesure ajustée (capteur et CMA) (voir chapitre 6.3). Dès que vous remplacez l'un des composants, vous devez redéterminer les données et les modifier dans le module TEDS.

**Information**

Si l'amplificateur de charge n'est pas référencé en tant qu'élément d'une chaîne de mesure complète, aucune donnée n'est écrite dans le module TEDS.

Actualisation du contenu de la fiche TEDS

Pour actualiser les données TEDS, il faut posséder le logiciel et le matériel correspondants. Le cas échéant, vous devez disposer des droits requis (CAL).
Voir paragraphe 8.1.1, page 22.

À l'appui des valeurs caractéristiques des composants que sont l'amplificateur de charge et le capteur de force (voir les informations supplémentaires du protocole d'essai), une simple multiplication permet de calculer la marge de sortie correcte :

Marge de sortie U_a (en V) = étendue de mesure de force (en N) x sensibilité du capteur de force (en pC/N) x sensibilité de l'amplificateur de charge (en mV/pC) /1000

Exemple :

Capteur de force CFT/20kN
 Sensibilité -7,779 pC/N

Amplificateur de charge CMA158
 Sensibilité -0,064 mV/pC

$U_a = 20000 \text{ N} \times (-7,779 \text{ pC/N}) \times (-0,064 \text{ mV/pC}) /1000 = 9,957 \text{ V}$

8.3 Branchement de capteurs en parallèle

Avec le CMA5000/2 ou en cas d'utilisation du boîtier sommateur CSB4/1, il est possible de brancher plusieurs capteurs en parallèle afin de mesurer par exemple de plus grandes forces. Les charges de tous les capteurs sont alors additionnées.

Le résultat de mesure correspond à la somme des forces mesurées au niveau des capteurs.

Calcul de la charge à la sortie

Charge de sortie = force_1 * sensibilité_capteur_1 + force_2 * sensibilité_capteur_2



Conseil

Pour les capteurs de même sensibilité, c'est-à-dire de même type, la force se calcule en divisant la charge mesurée par la sensibilité des capteurs.

Exemple

Deux CFT/5kN sont raccordés au CMA5000/2. La sensibilité de chaque capteur s'élève à 7,8 pC/N.

La sensibilité du branchement en parallèle s'élève également à 7,8 pC/N. La charge de sortie maximale est alors 78 000 pC pour 10 kN. Notez cependant que la répartition des forces n'est pas toujours uniforme.

9 Conseils en matière de tech. de mesure piézoélectrique

Les capteurs de force piézoélectriques offrent de nombreux avantages : ils sont extrêmement compacts et, lors d'un dimensionnement correct de la chaîne de mesure, ils font preuve d'une résistance aux surcharges extrêmement élevée et présentent un déplacement négligeable. Ceci entraîne une rigidité élevée et donc d'excellentes caractéristiques dynamiques.

Afin d'obtenir une exactitude de mesure maximale lors d'un fonctionnement haute sécurité, il faut cependant respecter certaines consignes.

9.1 Fonctionnement des capteurs piézoélectriques

Un capteur de force piézoélectrique se compose d'un élément sensible monocristallin et de composants servant à l'introduction de la force.

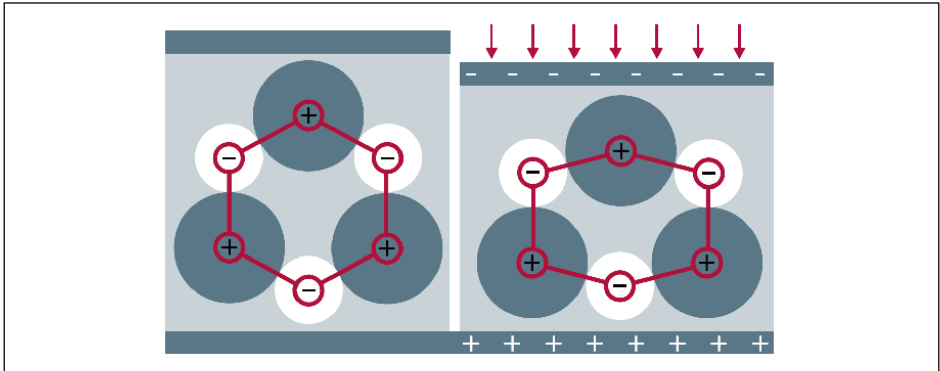


Fig. 9.1 Principe de fonctionnement d'un capteur piézoélectrique

Les forces agissant sur le cristal entraînent le déplacement des atomes positifs et négatifs du réseau cristallin. Cela crée des charges sur les bords supérieurs et inférieurs comme indiqué sur la Fig. 9.1. Le déplacement des atomes est proportionnel à la force appliquée et donc également aux charges apparaissant à la surface du cristal.

Sur la *Fig. 9.2*, deux anneaux de quartz piézoélectriques sont entourés d'un boîtier composé de deux demi-coquilles métalliques. Le connecteur coaxial gauche est en contact à l'extérieur avec le boîtier et à l'intérieur avec le câble de dérivation de la charge entre les deux tranches.

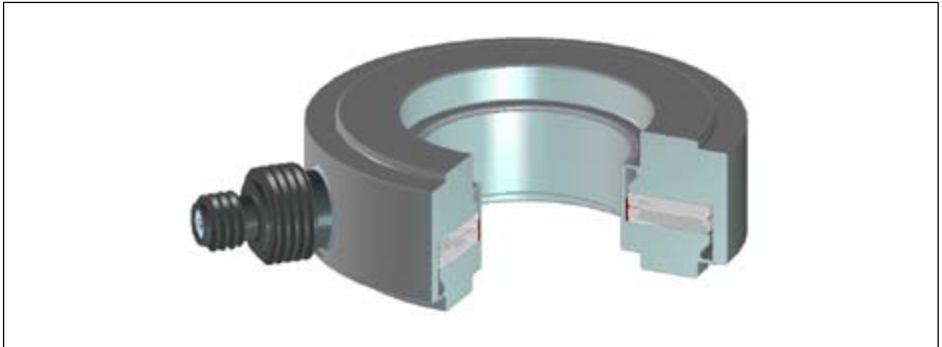


Fig. 9.2 Coupe transversale d'une rondelle de charge

La charge apposée sur les faces extérieures du cristal est interceptée par des électrodes et peut être transformée en un signal de tension ou de courant à l'aide d'un amplificateur de charge.

La *sensibilité* de capteurs de force piézoélectriques est indiquée en pC/N. Le signal de sortie peut être calculé à l'aide de

$$Q = d * F * n$$

où F est la force introduite en N, d la sensibilité du matériau du capteur utilisé en pC/N, Q la charge électrique en pC et n le nombre de tranches de cristaux ($1 \text{ pC} = 10^{-12} \text{ C}$).



Important

Les capteurs piézoélectriques doivent toujours fonctionner sous précontrainte.

La sensibilité du capteur de force est déterminée par le matériau piézo utilisé et indépendante de l'étendue de mesure. Des capteurs de la même série (par ex. CFT/50 kN ... CFT/120 kN) donneront la même charge pour une force déterminée. Des écarts sont liés au type et à la construction de la

précontrainte constituant un shunt. Celle-ci est nécessaire afin d'obtenir de bonnes caractéristiques de linéarité et d'hystérésis.

9.2 Modèles disponibles et consignes de montage

HBM propose deux modèles de capteurs de force piézoélectriques : les rondelles de charge CFW et les capteurs de force CFT.



Fig. 9.3 Capteurs de force des types CFW et CFT

9.2.1 Capteurs de force CFT

Les capteurs de force CFT sont étalonnés et livrés avec un protocole d'étalonnage. Comme ces capteurs de force intègrent déjà une précontrainte, ils sont utilisables immédiatement. Un nouvel étalonnage de la chaîne de mesure n'est pas nécessaire.

9.2.2 Rondelles de charge CFW

Les rondelles de charge doivent toujours être montées avec une précontrainte. Cela vaut également pour les rondelles de charge piézoélectriques CFW. Une fois montées, les rondelles de charge sont en shunt, c'est-à-dire qu'une partie de la force ne traverse plus le capteur, mais passe par le dispositif de précontrainte, par ex. les kits de précontrainte CPS.

La précontrainte des rondelles de charge est nécessaire pour assurer la linéarité et la durabilité du capteur.

Nous recommandons de soumettre une rondelle de charge à au moins 10 % de sa force nominale. La rondelle elle-même peut servir à déterminer la précontrainte.

La sensibilité de la chaîne de mesure varie en fonction de la construction générant la force de précontrainte. En cas d'utilisation des kits de précontrainte CPS de HBM, la sensibilité des rondelles de charge piézoélectriques CFW diminue de 7 à 12 %. Pour déterminer la sensibilité de manière fiable, les rondelles de charge doivent donc être étalonnées une fois montées.

Étalonnage avec des capteurs de force étalonnés

L'un des moyens d'étalonner les capteurs est d'utiliser des capteurs de force étalonnés. Pour cela, il faut un amplificateur en plus du capteur de force. Les capteurs de force de référence reposant sur des jauges d'extensométrie conviennent particulièrement bien, par ex. ceux des séries C18 ou Z30a. Il est également possible d'utiliser des capteurs de force destinés au secteur industriel, par ex. le S9M de HBM. Lorsque vous ne disposez pas d'amplificateur approprié pour des capteurs reposant sur des jauges d'extensométrie, vous pouvez également utiliser les capteurs de la série CFT.

Lors du choix du capteur de référence, notez que la précision pouvant être atteinte ensuite ne peut pas être meilleure que la précision du procédé d'étalonnage qui est fonction de la précision de la chaîne de mesure de référence.

Étalonnage de la chaîne de mesure en trois étapes

Comme déjà mentionné plus haut, une chaîne de mesure devant contenir des rondelles de charge piézoélectriques (CFW) comme capteurs doit toujours être étalonnée lorsque le capteur est monté. Cela signifie qu'il ne faut plus rien

modifier dans le montage mécanique une fois l'étalonnage effectué. Ceci s'applique en particulier à la précontrainte.

1. Détermination de la sensibilité du capteur après le montage.

Pour cela, la force en N ou une masse en kg est par exemple mesurée en même temps que la charge générée par les rondelles de charge piézoélectriques pour cette force. La sensibilité se calcule en divisant la charge par la force (sensibilité = charge/force).

2. Sélection de l'amplificateur de charge.

Les amplificateurs de charge CMA sont disponibles avec diverses étendues de mesure. Il faut choisir l'étendue de mesure permettant d'obtenir une résolution optimale.

3. Vérification des paramètres réglés.

Pour terminer, il est conseillé de comparer une nouvelle fois la chaîne de mesure à la chaîne de référence.

9.3 Remarques sur l'amplificateur de charge et le raccordement électrique

La charge émise par un capteur piézoélectrique est transformée en une tension proportionnelle (Fig. 9.4).

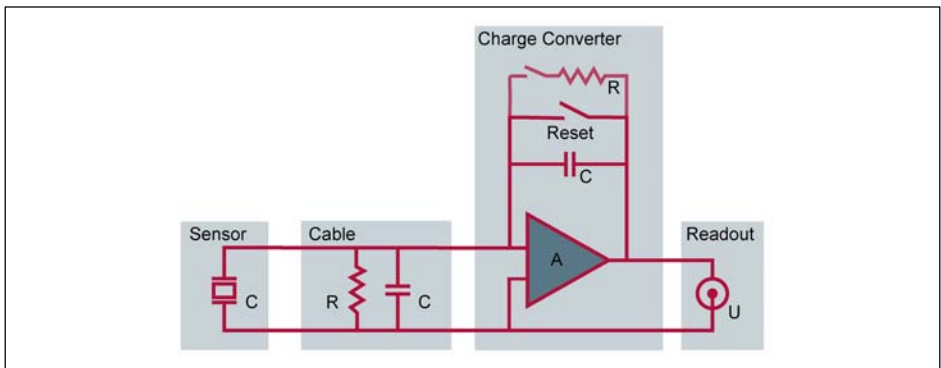


Fig. 9.4 Circuit de principe d'une chaîne de mesure avec capteur, câble et amplificateur de charge

Les capteurs piézoélectriques sont idéaux pour les mesures dynamiques et sans rapport au zéro. La dérive générée par les chaînes de mesure piézoélectriques est si négligeable dans ce cadre qu'elle reste sans importance même lors d'exigences sévères en matière de précision.

La dérive est un effet des résistances d'isolement limitées des câbles et de l'amplificateur de charge. Les capteurs de mesure proprement dits n'indiquent aucune dérive, lorsque le montage et le raccordement ont été réalisés correctement. La dérive maximale d'une chaîne de mesure est d'environ 0,1 pC/s, ou 25 mN/s pour un capteur en quartz et 13 mN/s pour un capteur en phosphate de gallium.

Pour obtenir une dérive faible, tenez compte des points suivants :

1. Le comportement au démarrage de l'amplificateur de charge.

L'amplificateur de charge doit chauffer au moins une heure avant que vous puissiez commencer les mesures.

2. La propreté des connexions.

Si la résistance d'isolement du câble entre le capteur et l'amplificateur de charge est trop faible, une dérive de la chaîne de mesure se produit, étant donné que la charge peut passer par cette résistance d'isolement trop faible. Les résistances d'isolement $>10^{12} \Omega$ sont considérées bonnes.

Afin que la dérive d'une chaîne de mesure piézoélectrique reste la plus faible possible, tous les connecteurs et embases doivent être propres. Ne toucher en aucun cas les surfaces de contact nues du doigt. En outre, celles-ci ne doivent pas entrer en contact avec de l'huile, car cela réduit la résistance d'isolement requise.

C'est pourquoi nous recommandons de laisser les capuchons de protection sur les embases des capteurs et de l'amplificateur de charge jusqu'à ce que le capteur ou l'amplificateur de mesure soit raccordé. Lors d'un débranchement de la connexion, le capuchon de protection doit être vissé à nouveau.

3. Utiliser des câbles de liaison de grande qualité.

Les capteurs piézoélectriques doivent être reliés à l'amplificateur de charge par un câble coaxial hautement isolé et à faible bruit. Ce câble ne doit pas

être endommagé. Sinon, il doit être remplacé. Il est en effet impossible de le réparer. HBM propose par ex. pour cela le câble 1-KAB143-3.

Si, malgré toutes les précautions prises, des embases sont trop encrassées, vous pouvez les nettoyer comme suit :

- Dévisser le connecteur mâle.
- Nettoyer à sec la surface blanche de l'embase à l'aide d'un coton non tissé (par ex. n° de commande HBM 1-8402.0026).
- Pulvériser de l'isopropanol pur sur l'embase, par ex. IPA200 de RS Components.
- Renettoyer avec un nouveau coton non tissé.

Les connecteurs du câble ne peuvent pas être nettoyés, c'est-à-dire que si le câble est encrassé, il doit être remplacé.

Note

Le produit de nettoyage RMS1 utilisé pour nettoyer les points d'installation de jauges n'est pas adapté au nettoyage des connecteurs de capteurs piézoélectriques.

9.4 Effets thermiques

Influence de la température du capteur sur la courbe caractéristique

Avec 0,2 % par 10 K, l'influence de la température sur la sensibilité des capteurs est très faible et peut être négligée pour la plupart des applications.

Effets de la température sur la stabilité du signal

Tous les capteurs piézoélectrique changent d'état de charge lorsque la température varie, étant donné que la précontrainte change (le module E des éléments de construction dépend de la température). À cela vient s'ajouter le fait que les variations de température pendant la mesure entraînent des tensions à induction thermique générant un signal de sortie.



Information

Le signal de sortie ne change qu'en cas de variation de température. En cas d'états stationnaires, aucune charge n'est générée.

Les effets de température peuvent être réduits au minimum, lorsque vous tenez compte de ce qui suit :

1. un stockage assez long du capteur à la température de l'application,
2. ne pas toucher les capteurs juste avant la mesure, car la chaleur des doigts ne réchauffe pas les capteurs de manière uniforme,
3. une réinitialisation (Reset) a lieu à l'issue de chaque cycle de mesure.

La dérive et la perturbation liée à la température gagnent en importance en cas de temps de mesure prolongés et de forces faibles. Dans ce cadre, les consignes doivent être respectées scrupuleusement.

9.5 Effets mécaniques

Dans le cadre des capteurs de force piézoélectriques, le cristal se situe dans le flux direct de force. Les éléments de mesure (en quartz ou en phosphate de gallium) ont été conçus, pour le capteur concerné, pour la force normale maximale pouvant apparaître. Les moments de flexion introduits risquent d'entraîner une surcharge du capteur, étant donné que la contrainte du cristal est plus importante d'un côté et qu'une décharge se produit en revanche du côté opposé.

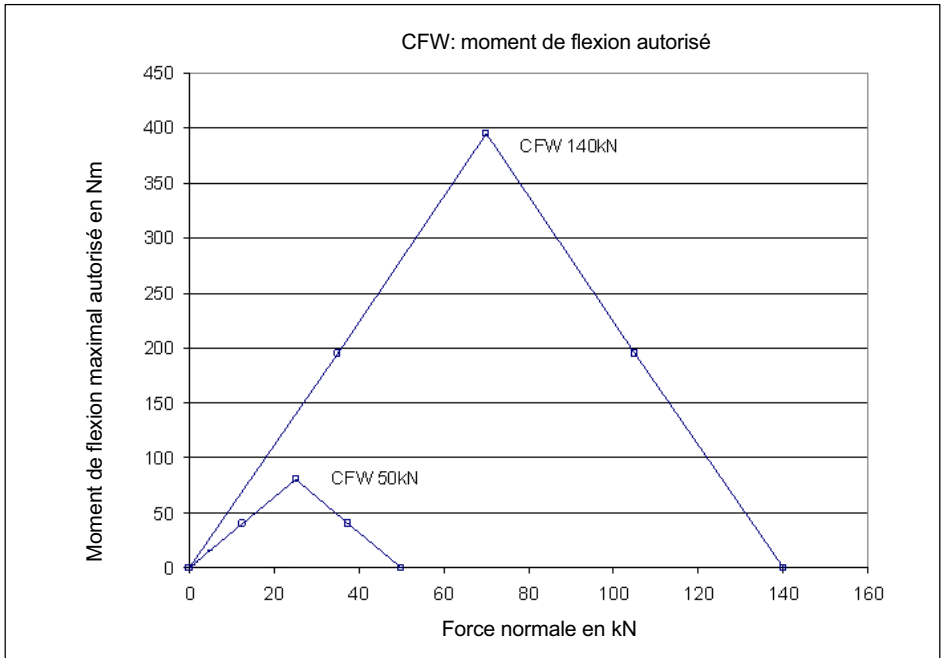


Fig. 9.5 Moment de flexion autorisé par dessus la force dans le sens de mesure (force normale) pour le type CFW.

La contrainte mécanique maximale est calculée en ajoutant les tensions causées par le moment de flexion dans le cristal aux contraintes de charge des forces axiales à mesurer. La pression superficielle maximale autorisée ne doit en aucun cas être dépassée.

Comme, pour les capteurs piézoélectriques, le signal de sortie ne dépend pas de la force nominale du capteur, il est possible de sélectionner un capteur ayant une force nominale supérieure, afin d'éviter une surcharge dans de tels cas. Le diagramme ci-dessous présente le moment de flexion maximal autorisé en fonction de la force de process. La rondelle de charge est capable de capter le moment de flexion maximal autorisé avec une précontrainte de 50 %.

Si le moment de flexion est généré par une force latérale, cela entraîne en complément une force transverse réduisant les valeurs maximales.

L'erreur de mesure causée par le moment de flexion est faible, étant donné que les contraintes du matériau plus élevées d'un côté du cristal sont compensées par une contrainte plus faible de l'autre côté. Si une rondelle de charge piézoélectrique (1-CFW/50kN) est chargée avec un moment de flexion de 100 Nm, cela donne un signal de sortie de -2,3 N. Le problème réside avant tout dans la surcharge possible de l'élément de mesure.

Veillez donc respecter les forces transverses maximales indiquées dans les caractéristiques techniques.

9.6 Sélection des composants

Une chaîne de mesure piézoélectrique se compose du capteur proprement dit, de l'amplificateur de mesure et du câble de liaison entre les composants.

Si la force maximale à mesurer est connue, cela permet de sélectionner l'amplificateur de mesure approprié.

Le capteur peut être dimensionné d'après la surcharge maximale et les exigences géométriques, étant donné que le signal de sortie ne dépend pas de la charge nominale.

Exemple 1 : capteur de force

- On souhaite mesurer une force maximale de 100 kN.
- Sélection d'un capteur de force avec une pleine échelle de 120 kN (par ex. CFT/120 kN).
- Sensibilité du capteur : -4,0 pC/N.
- Plage d'entrée requise = 400000 pC.

Exemple 2 : rondelle de charge

- On souhaite mesurer une force maximale de 100 kN.
- Sélection d'une rondelle de charge avec une pleine échelle de 140 kN (par ex. CFW/140 kN).
- Pour des raisons techniques, les rondelles de charge doivent être soumises à une précontrainte d'env. 20 % de la force nominale. La vis de précontrainte crée un shunt, ce qui réduit la sensibilité de 7 à 9 % environ. II

reste une plage utile d'environ $0,8 \times 140 \text{ kN} = 112 \text{ kN}$. Avec une sensibilité de $-4,3 \text{ pC/N}$ et une étendue de mesure de 100 kN , on obtient 430000 pC .

- Plage d'entrée requise = 430000 pC .



Important

Lors de la précontrainte, il faut mesurer la force avec le capteur. Utiliser pour ce faire la sensibilité indiquée dans les caractéristiques techniques. Comme la vis de précontrainte forme un shunt, le capteur doit être réétalonné après le montage afin de pouvoir déterminer la sensibilité de l'installation de mesure terminée.

10 Entretien

L'amplificateur de charge CMA est sans entretien. Veuillez respecter les points suivants lors du nettoyage du boîtier :

- Débranchez l'appareil de toutes les sources de tension ou de courant.
- Nettoyez le boîtier à l'aide d'un chiffon doux et légèrement humide (pas trempé !). N'utilisez *en aucun cas* des solvants, car ils risqueraient d'altérer les inscriptions ou le boîtier.
- Lors du nettoyage, veillez à ce qu'aucun liquide ne pénètre dans l'appareil ni dans les connecteurs.
- Si nécessaire, nettoyez les *contacts des connecteurs enfichables* à l'aide d'un tissu propre non pelucheux (par ex. coton non tissé, n° de commande HBM 1-8402.0026) et d'isopropanol, par ex. IPA200 de RS Components. Les produits de nettoyage utilisés pour nettoyer les points de mesure des jauges ne sont pas adaptés !

11 Élimination des déchets et protection de l'environnement

Tous les produits électriques et électroniques doivent être mis au rebut en tant que déchets spéciaux. L'élimination correcte d'appareils usagés permet d'éviter les dommages écologiques et les risques pour la santé.

Marquage d'élimination des déchets prescrit par la loi



Les appareils électriques et électroniques portant ce symbole sont soumis à la directive européenne 2002/96/CE concernant les appareils électriques et électroniques usagés. Ce symbole indique que les équipements usagés ne doivent pas, conformément aux directives européennes en matière de protection de l'environnement et de recyclage des matières premières, être éliminés avec les déchets ménagers normaux.

Comme les instructions d'élimination des déchets diffèrent d'un pays à l'autre, nous vous prions, le cas échéant, de demander à votre fournisseur quel type d'élimination des déchets ou de recyclage est mis en œuvre dans votre pays.

Emballages

L'emballage d'origine des appareils HBM se compose de matériaux recyclables et peut donc être recyclé. Conservez toutefois l'emballage au moins durant la période de garantie.

Pour des raisons écologiques, il est préférable de ne pas nous renvoyer les emballages vides.

12 Caractéristiques techniques (VDI/VDE/DKD 2638)

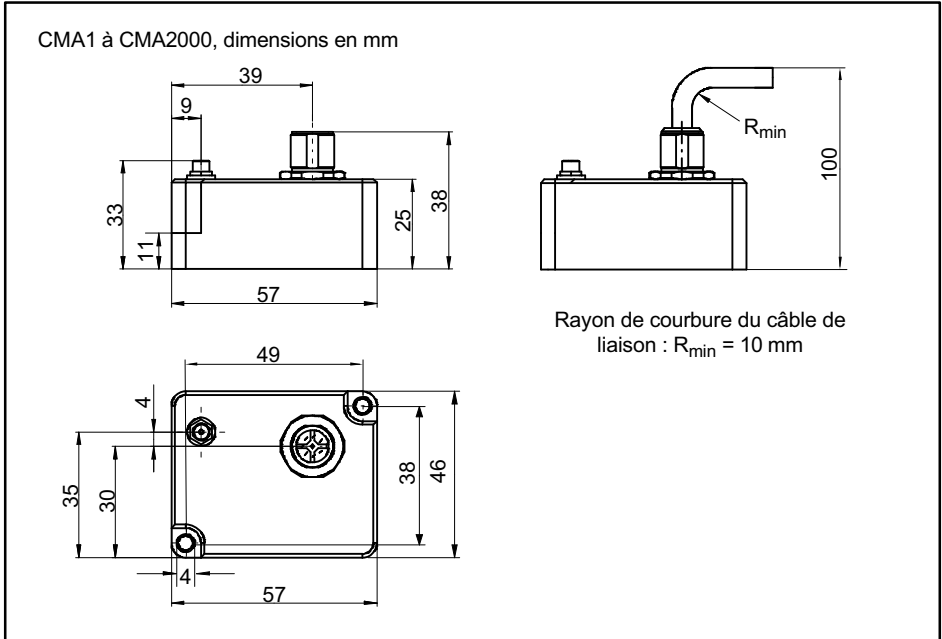
Amplificateurs de charge		CMA1 à CMA2000		CMA 5000/2
Capteurs raccordables		Capteurs piézoélectriques (passifs)		
Entrée de charge max.	nC	1 ; 2 ; 5 ; 20 ; 39,5 ; 158,3 ; 210,5 ; 287 ; 482	2000	5000
Étendues de mesure étalonnées ¹	% F_{nom}	100 ; 20		
Temps de changement d'étendue de mesure	μ s	250		
Tension de sortie	V	± 10		
Temps d'enclenchement pour obtenir un signal de sortie sûr	ms	4		
Classe de précision (à 25°C)	%	$\pm 0,5$	± 1	
Hystérésis, $0,5 \times F_{nom}$	%	< 0,05		
Erreur de linéarité	%	< $\pm 0,05$		
Influence de la température sur la marge de sortie par 10 K	%	< 0,5		
Dérive à 20 °C	pC/s	< 0,1	< 1	< 5
TEDS selon IEEEE1451.4		1-Wire		
Bande passante (-3 dB)	kHz	10 (-3 dB) 5 (-1 dB)	7 (-3 dB) 3,5 (-1 dB)	10 (-3 dB) 5 (-1 dB)
Tension d'alimentation Protection contre les surtensions et les inversions de polarité	V	24 (18 ... 30)		
Condensateur tampon de la tension d'alimentation	μ F	22		

Amplificateurs de charge		CMA1 à CMA2000	CMA 5000/2
Séparation galvanique	V	Séparation galvanique des entrées de signaux (entrée de charge) par rapport à la tension d'alimentation ; il n'est pas nécessaire de mettre le boîtier du CMA à la terre	
Puissance absorbée	W	< 1,2	
Résistance de sortie	Ω	< 10	
Résistance de charge admissible	k Ω	> 5	
Entrées de contrôle			
Saut Reset/Measure	pC	< ± 2	
Temps de réponse pour Reset/Measure	μ s	< 100	
Durée totale de la réinitialisation	ms	75	
Mode mesure			
MEASURE	V	0 ... +5 ou ouvert	
RESET	V	12 ... 30	
Étendue de mesure			
RANGE1	V	0 ... +5 ou ouvert	
RANGE2	V	12 ... 30	
Connecteurs de l'appareil			
Capteur		Connecteur femelle 10-32UNF ; couple de serrage $\leq 1,5$ Nm	
Raccordement électrique		M12 x 1, 8 pôles, pour sortie de signal, alimentation, entrée numérique (câble blindé conseillé)	
Tenue aux vibrations			
20 ... 2000 Hz, durée 16 min., cycle 2 min.	m/s ²	100	
Choc (durée 1 ms)	m/s ²	2000	
Plage nominale de température	°C	0 ... 70	
Dimensions (L x H x P)	mm	57 x 46 x 38	72 x 46 x 39

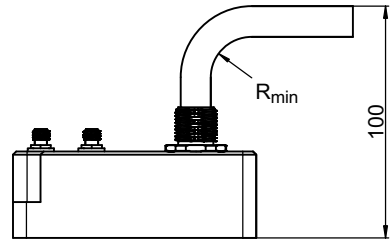
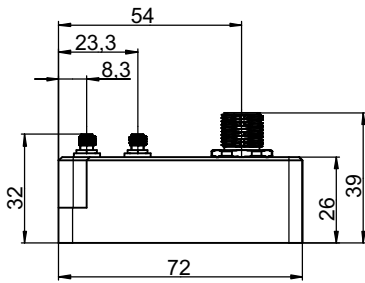
Amplificateurs de charge		CMA1 à CMA2000	CMA 5000/2
Poids	g	130	
Matériau du boîtier		Aluminium	
Degré de protection (câbles branchés)		IP65	
Conformité CEM selon EN 61326-1:2013, EN 61326-2-3:2013		Dans le secteur industriel	

1) Des étendues de mesure personnalisées peuvent être obtenues sur demande.

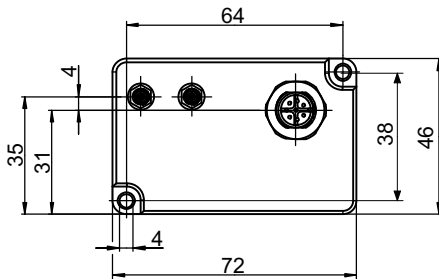
13 Dimensions



CMA5000/2, dimensions en mm



Rayon de courbure du câble de liaison : $R_{min} = 10$ mm



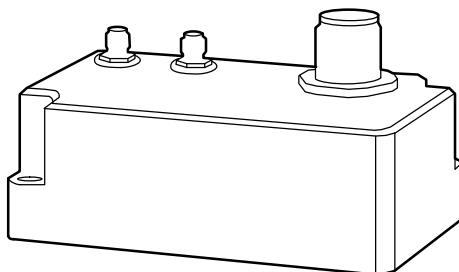
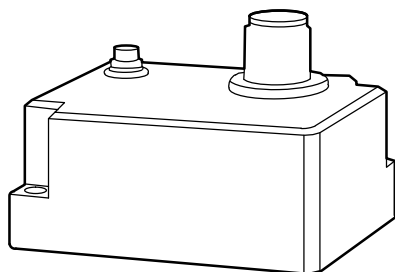
Operating Manual | Bedienungsanleitung |
Manuel d'emploi | **Istruzioni per l'uso**

English

Deutsch

Français

Italiano



CMA

1	Note sulla sicurezza	4
2	Simboli utilizzati	8
2.1	Simboli riportati sullo strumento	8
2.2	Simboli utilizzati nelle presenti istruzioni	9
3	Contenuto della fornitura ed accessori	10
4	Introduzione	12
5	Condizioni nel luogo d'impiego	14
5.1	Temperatura ambientale	14
5.2	Umidità	15
6	Montaggio	16
7	Collegamento elettrico	17
8	Messa in funzione	20
8.1	Identificazione trasduttore TEDS	22
8.1.1	Gerarchia dei Diritti di TEDS	22
8.1.2	Il contenuto del modulo TEDS è definito dalla norma IEEE 1451.4	23
8.2	Sostituzione di componenti della catena di misura	26
8.3	Collegamento in parallelo dei sensori	28
9	Consigli sulla tecnica di misura piezoelettrica	29
9.1	Modo operativo dei sensori piezoelettrici	29
9.2	Forme disponibili e note per il montaggio	31
9.2.1	Trasduttore di forza CFT	31
9.2.2	Rondella CFW	31
9.3	Note sull'amplificatore di carica e sul collegamento elettrico	33
9.4	Influenza della temperatura	35
9.5	Influenze meccaniche	36
9.6	Selezione dei componenti	38

10	Manutenzione	40
11	Smaltimento rifiuti e tutela dell'ambiente	41
12	Dati tecnici (VDI/VDE/DKD 2638)	42
13	Dimensioni	45

1 Note sulla sicurezza

Impiego conforme

Lo strumento può essere utilizzato esclusivamente per compiti di misura e compiti di controllo ad essi direttamente correlati, nell'ambito dei limiti d'impiego specificati nei dati tecnici. Tutti gli utilizzi che esulino dai suddetti campi applicativi sono da considerarsi non conformi.

Chiunque venga incaricato dell'installazione, della messa in funzione o dell'uso dello strumento dovrà aver letto e compreso quanto riportato nel presente manuale d'istruzione e, in particolare, le note di sicurezza.

Allo scopo di garantire un funzionamento sicuro, lo strumento deve essere usato solo da personale qualificato secondo le specifiche riportate in questo manuale d'istruzione. Durante l'uso devono essere inoltre osservate le normative legali e sulla sicurezza previste per ogni specifica applicazione. Anche per gli eventuali accessori vale quanto sopra affermato.

Questo strumento non è concepito per l'impiego come componente di sicurezza. A tal proposito, consultare anche il paragrafo "Ulteriori misure di sicurezza". Il funzionamento corretto e sicuro presuppone un adeguato trasporto, un magazzinaggio, l'installazione e il montaggio a regola d'arte e un uso accorto.

Condizioni di esercizio

- Proteggere lo strumento dal contatto diretto con l'acqua.
- Proteggere lo strumento dall'umidità e dalle influenze atmosferiche come, per esempio, pioggia o neve. Se tutti i cavi sono adeguatamente collegati e tutti i connettori non usati sono muniti di coperchio, lo strumento ha grado di protezione IP65 secondo EN 60529.
- Proteggere lo strumento dalla luce solare diretta.
- Posare i fili di collegamento dello strumento solo in edifici, senza superare la lunghezza di 30 m.
- Osservare le temperature ambiente massime ammissibili e i dati sull'umidità relativa massima riportati nei dati tecnici.

- Non è consentito apportare modifiche costruttive allo strumento né ai relativi sistemi di sicurezza senza il nostro esplicito consenso. In particolare è proibita qualunque riparazione e lavoro di saldatura sulle schede (sostituzione di componenti). Per la sostituzione di interi moduli, utilizzare esclusivamente i ricambi originali HBM.
- Lo strumento viene consegnato di fabbrica con configurazione hardware e software predefinita. Sono ammesse modifiche solo nell'ambito delle possibilità documentate nei manuali.
- Lo strumento è esente da manutenzione.
- Osservare quanto segue per la pulizia della custodia (vedere anche il capitolo 10, a pagina 40):
 - Scollegare lo strumento da tutte le alimentazioni di tensione o corrente.
 - Pulire la custodia con un panno morbido e leggermente umido (non bagnato!). Non usare in *nessun caso* dei solventi, potrebbero intaccare le scritte o la custodia.
 - Durante la pulizia fare attenzione che nessun fluido penetri nello strumento o nei suoi connettori.
- Conformemente alla legislazione nazionale e locale sulla tutela dell'ambiente e sul recupero e riciclaggio dei materiali, gli strumenti inutilizzabili devono essere smaltiti separatamente dai normali rifiuti domestici, vedere il capitolo 11, a pagina 41.

Personale qualificato

Per personale qualificato si intendono coloro che abbiano familiarità con l'installazione, il montaggio, la messa in funzione e l'utilizzo del prodotto e che dispongano di adeguate qualifiche per lo svolgimento del compito assegnato.

A tal scopo il personale deve soddisfare almeno uno dei tre seguenti requisiti:

- Si è a conoscenza dei concetti di sicurezza della tecnologia di misura e automazione e si possiede familiarità con gli stessi in qualità di personale responsabile del progetto.
- Quali operatori dell'impianto di misura ed automazione si deve aver ricevuto l'addestramento adeguato per il loro uso. Si ha familiarità con l'uso degli strumenti e delle tecnologie descritte in questa documentazione.

- Si è incaricati della messa in funzione o degli interventi di assistenza e si è conseguita un'adeguata formazione professionale per la qualifica per la riparazione degli impianti di automazione. Infine, si deve disporre dell'autorizzazione per la messa in funzione, la messa a terra e la marcatura dei circuiti elettrici e degli strumenti in conformità alle norme relative alla tecnica di sicurezza.

Lavorare in modo consapevole e sicuro

- Lo strumento non può essere collegato direttamente alla rete di energia elettrica. La tensione di alimentazione deve essere compresa fra 10 e 30 V_{CC}.
- Confermare i messaggi di errore solo dopo aver eliminato la causa dell'errore e se non esiste più alcun pericolo.
- I lavori di manutenzione e riparazione con strumento aperto e sotto tensione possono essere eseguiti solo da personale addestrato e consapevole del rischio che corre.
- Strumenti e dispositivi della tecnica di automazione devono essere costruiti in modo da risultare sufficientemente protetti, ovvero bloccati contro l'azionamento involontario (ad esempio adottando controlli di accesso, password di protezione o accorgimenti simili).
- Per gli strumenti che operano in rete, si devono prendere misure di sicurezza concernenti hardware e software per cui, in caso di rottura delle linee od altre interruzioni della trasmissione del segnale, non si verifichino stati operativi indefiniti o perdite di dati nell'impianto di automazione.

Ulteriori misure di sicurezza

Negli impianti dove le anomalie di funzionamento possono causare gravi danni, perdite di dati o addirittura lesioni alle persone, è necessario adottare ulteriori misure di sicurezza in conformità ai regolamenti sulla prevenzione degli infortuni nazionali e locali.

L'insieme delle prestazioni e della fornitura dello strumento rappresenta soltanto una parte della tecnica di misura. Prima della messa in funzione dello strumento in un impianto si devono pianificare ed analizzare i rischi, tenendo conto di tutti gli aspetti di sicurezza della tecnica di misura e di automazione, in modo da minimizzare i pericoli residui. Questo aspetto riguarda in particolare la

protezione del personale e dell'impianto. In caso di guasto, adeguate misure devono garantire uno stato operativo sicuro.

Pericoli generali in caso di non osservanza delle note sulla sicurezza

Lo strumento è costruito allo stato dell'arte ed il suo funzionamento è sicuro. Se l'apparecchio viene impiegato e utilizzato in modo non idoneo, possono derivarne pericoli residui.

2 Simboli utilizzati

Tutti i marchi o marchi registrati menzionati in questo documento si riferiscono solo al relativo prodotto o ai proprietari dei marchi o dei marchi registrati. La HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GMBH quindi non può far valere altro diritto se non quello di proprietà sui propri marchi o marchi registrati.

2.1 Simboli riportati sullo strumento

Marchio CE



Apponendo il marchio CE il costruttore garantisce che il proprio prodotto è conforme ai requisiti imposti dalle pertinenti Direttive CE (la Dichiarazione di Conformità si trova al sito <http://www.hbm.com/HBMdoc>).





Marchio di legge per lo smaltimento dei rifiuti



Le apparecchiature elettriche ed elettroniche che portano questo simbolo sono soggette alla Direttiva Europea 2002/96/CE sui vecchi strumenti elettrici ed elettronici. Il simbolo segnala che gli strumenti non più utilizzabili devono essere smaltiti separatamente dai rifiuti domestici conformemente alle disposizioni europee in materia di protezione ambientale e recupero delle materie prime, vedere anche il capitolo 11, a pagina 41.

2.2 Simboli utilizzati nelle presenti istruzioni

Gli avvisi importanti concernenti la vostra sicurezza sono evidenziati in modo specifico. Osservare assolutamente questi avvisi al fine di evitare incidenti alle persone e danni alle cose.

Simbolo	Significato
 Avviso	Questo simbolo rimanda a una situazione che – in caso di mancato rispetto delle disposizioni di sicurezza – <i>può causare</i> danni materiali.
 Importante	Questo simbolo rimanda a informazioni <i>importanti</i> sul prodotto o sul suo uso.
 Consiglio	Simbolo che indica consigli sull'uso o altre informazioni utili per l'utente.
 Informazione	Questo simbolo segnala informazioni sul prodotto o sul suo uso.
<i>Evidenziazione</i> <i>Vedere ...</i>	Il corsivo è utilizzato per segnalare i punti salienti del testo e contrassegnare riferimenti a capitoli, figure o documenti e file esterni.

3 Contenuto della fornitura ed accessori

Contenuto della fornitura

No. Ordine	
1-CMA1	Amplificatore di carica monocanale per sensori piezoelettrici, campo di misura 1 000 pC
1-CMA2	Amplificatore di carica monocanale per sensori piezoelettrici, campo di misura 2 000 pC
1-CMA5	Amplificatore di carica monocanale per sensori piezoelettrici, campo di misura 5 000 pC
1-CMA20	Amplificatore di carica monocanale per sensori piezoelettrici, campo di misura 20 000 pC
1-CMA39	Amplificatore di carica monocanale per sensori piezoelettrici, campo di misura 39 500 pC
1-CMA158	Amplificatore di carica monocanale per sensori piezoelettrici, campo di misura 158 300 pC
1-CMA210	Amplificatore di carica monocanale per sensori piezoelettrici, campo di misura 210 500 pC
1-CMA287	Amplificatore di carica monocanale per sensori piezoelettrici, campo di misura 287 000 pC
1-CMA482	Amplificatore di carica monocanale per sensori piezoelettrici, campo di misura 482 000 pC
1-CMA2000	Amplificatore di carica monocanale per sensori piezoelettrici, campo di misura 2 000 000 pC
1-CMA5000/2	Amplificatore di carica monocanale per fino a due sensori piezoelettrici in collegamento in parallelo, campo di misura 5 000 000 pC

Accessori

No. Ordine	
1-KAB168-5	Cavo ad 8 poli per tensione di alimentazione ed elettronica seguente; spina del cavo M12x1, lungo 5 m, estremità libere
1-KAB168-20	Cavo ad 8 poli per tensione di alimentazione ed elettronica seguente; spina del cavo M12x1, lungo 20 m, estremità libere
1-KAB143	Cavo di collegamento per sensori, coassiale, spina 10-32 UNF alle due estremità, disponibile nelle lunghezze di 2 m, 3 m e 7 m
1-KAB145	Cavo di collegamento per sensori, coassiale, spina 10-32 UNF alle due estremità, disponibile nelle lunghezze di 0,2 m e 3 m, versione robusta
1-CSB4/1	Scatola sommatrice CSB4/1 con coperchi di protezione

4 Introduzione

Gli amplificatori di carica piezoelettrici della serie CMA sono adatti per effettuare misurazioni con i sensori piezoelettrici. Il CMA amplifica le cariche elettriche fino ad un segnale di uscita ad esse proporzionale di $-10 \dots +10 V_{CC}$ (dati precisi nel protocollo di prova). Si possono così misurare forze dinamiche e quasistatiche con elevata precisione.

- Questo amplificatore si distingue per la sua elevata immunità ai disturbi e la struttura compatta.
- Mediante gli ingressi MEASURE / RESET e RANGE 1 / RANGE 2 si possono cambiare le funzioni dell'amplificatore di carica.
- L'amplificatore di carica è predisposto per il modulo TEDS (Transducer Electronic Data Sheet - Prospetto Dati Elettronico Trasduttore).
- Alla versione CMA5000/2 si possono collegare due trasduttori in parallelo (un canale per ambedue i sensori).

In base al campo di misura scelto RANGE 1 / RANGE 2 e se i sensori sono compatibili con i TEDS, le informazioni di TEDS valide per il relativo campo di misura vengono trasferite all'elettronica di elaborazione collegata in cascata. Viene utilizzato il template "High Level Voltage", *vedere il capitolo 8.1, a pagina 22.*

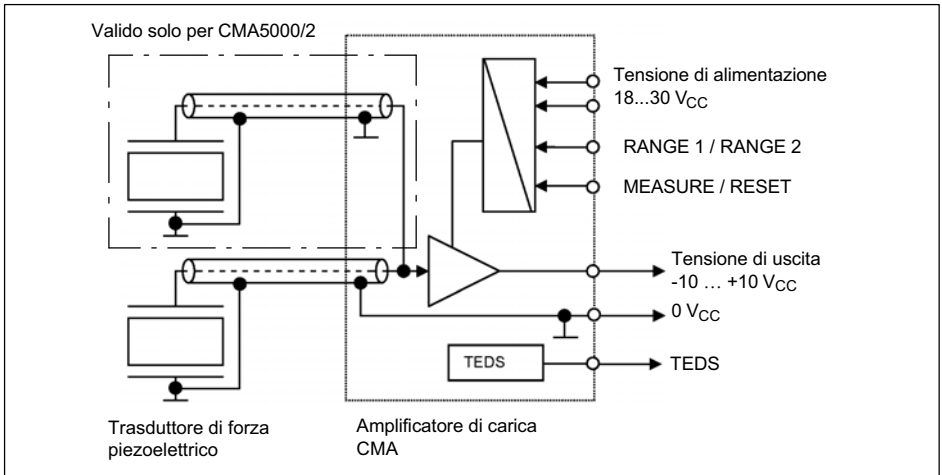


Fig. 4.1 Schema a blocchi CMA

I limiti delle sollecitazioni meccaniche, termiche ed elettriche ammissibili sono indicati nei dati tecnici. È essenziale tener conto di questi limiti durante la pianificazione della misura, il montaggio e, infine, durante l'esercizio.

5 Condizioni nel luogo d'impiego



Importante

La resistenza di isolamento è cruciale per i trasduttori piezoelettrici: essa deve essere maggiore di 10^{13} Ohm.

Per mantenere detto valore, tutti i collegamenti a spina devono essere sempre perfettamente puliti. La deriva positiva o negativa del segnale della tensione di uscita è sintomo di resistenza di isolamento insufficiente.

I contatti dei collegamenti devono essere puliti con un panno non sfilacciabile (p. es. supporti in tessuto non tessuto, No. Ord. HBM 1-8402.0026) imbevuto di Isopropanolo, p. es. IPA200 della RS Components. I detergenti utilizzati per pulire i punti di misura dell'ER non sono adatti!

Vedere anche il capitolo 9 sulla tecnica di misura piezoelettrica.

- Proteggere lo strumento dal contatto diretto con l'acqua.
- Proteggere lo strumento dall'umidità e dalle influenze atmosferiche come, per esempio, pioggia o neve. Se tutti i cavi sono adeguatamente collegati e tutti i connettori non usati sono muniti di coperchio, lo strumento ha grado di protezione IP65 secondo EN 60529.
- Proteggere lo strumento dalla luce solare diretta.
- Posare i fili di collegamento dello strumento solo in edifici, senza superare la lunghezza di 30 m.
- L'influenza della temperatura sul segnale di uscita è minima, *vedere anche il capitolo 9.4 "Influenze termiche", a pagina 35.*

5.1 Temperatura ambientale

L'influenza della temperatura sul segnale di uscita è minima. Gli errori di misura dovuti alla temperatura sono causati da raffreddamento o riscaldamento unilaterale (p. es. calore radiante).

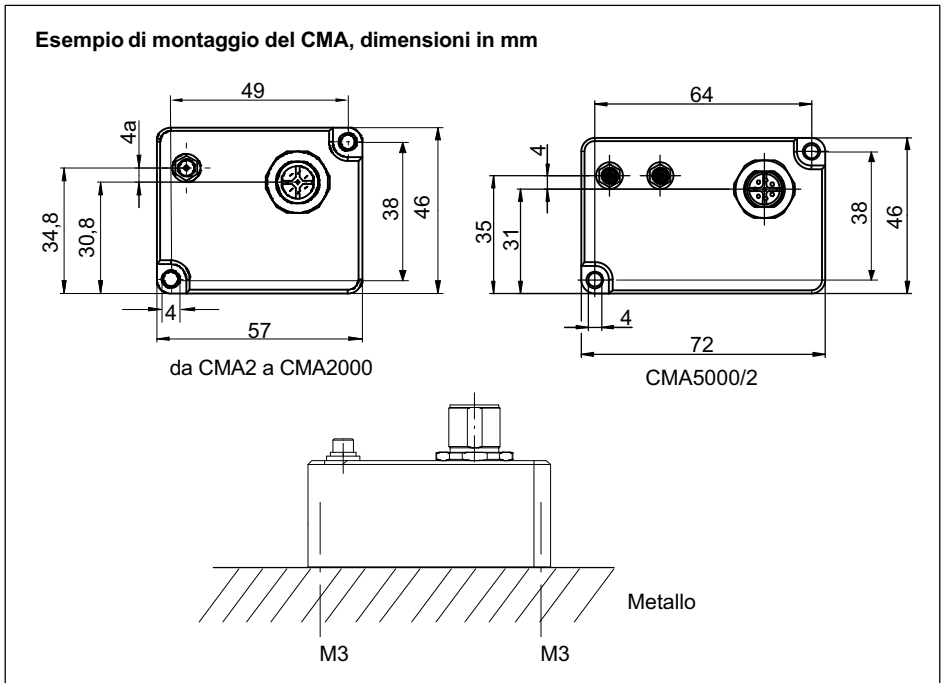
5.2 Umidità

Evitare l'umidità od il clima tropicale. Se il cavo di collegamento è propriamente innestato nel trasduttore e nell'amplificatore di carica, quest'ultimo ha grado di protezione IP65 secondo EN 60529.

6 Montaggio

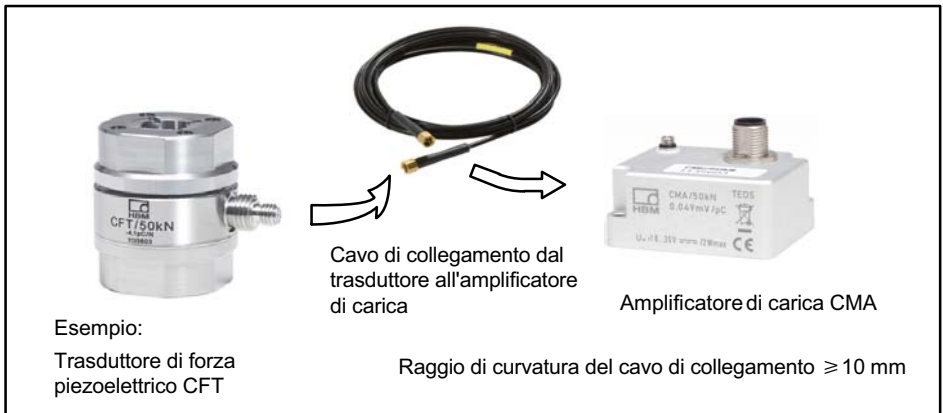
L'amplificatore di carica può essere fissato con due viti M3. L'amplificatore di carica può essere montato in qualsiasi posizione.

Gli ingressi e le uscite del segnale sono isolati elettricamente dalla custodia e dal CMA. Non è pertanto necessario *alcun* elemento di isolamento.



7 Collegamento elettrico

Per i sensori piezoelettrici, si possono utilizzare solo cavi di collegamento ad alto isolamento che generano scarsa triboelettricità durante i movimenti. Per l'impiego in ambienti molto sporchi o per migliorare la resistenza alle sollecitazioni meccaniche, è disponibile un cavo di carica robusto con mantello metallico.



Tramite la spina fissa M12 da 8 poli la tensione di alimentazione, il segnale di misura, gli ingressi ed TEDS vengono collegati all'elettronica di elaborazione.

Le versioni da CMA1 a CMA2000 possiedono un solo ingresso. Se necessario, usare la scatola sommatrice CSB4/1 a cui si possono collegare fino a quattro sensori in parallelo.

Avviso

Per non danneggiare la presa, serrare il dado del cavo del sensore con coppia massima di 1,5 Nm.

Nel CMA5000/2 sono disponibili due ingressi a cui si possono collegare due sensori. I sensori vengono collegati in parallelo, pertanto le loro cariche si sommano. Con sensori di forza vale il seguente risultato di misura: viene misurata la somma di tutte le forze agenti sui sensori. Non è possibile commutare fra la misurazione del Sensore 1 e quella del Sensore 2, ambedue i sensori misurano sempre insieme.



Importante

Se con il CMA5000/2 viene utilizzato un solo ingresso, chiudere l'altro ingresso con il coperchio in dotazione.

L'amplificatore di carica CMA è adatto per l'esercizio con corrente continua (18 ... 30 V_{CC}). Il circuito è predisposto per l'esercizio con bassa tensione di sicurezza (circuito SELV).

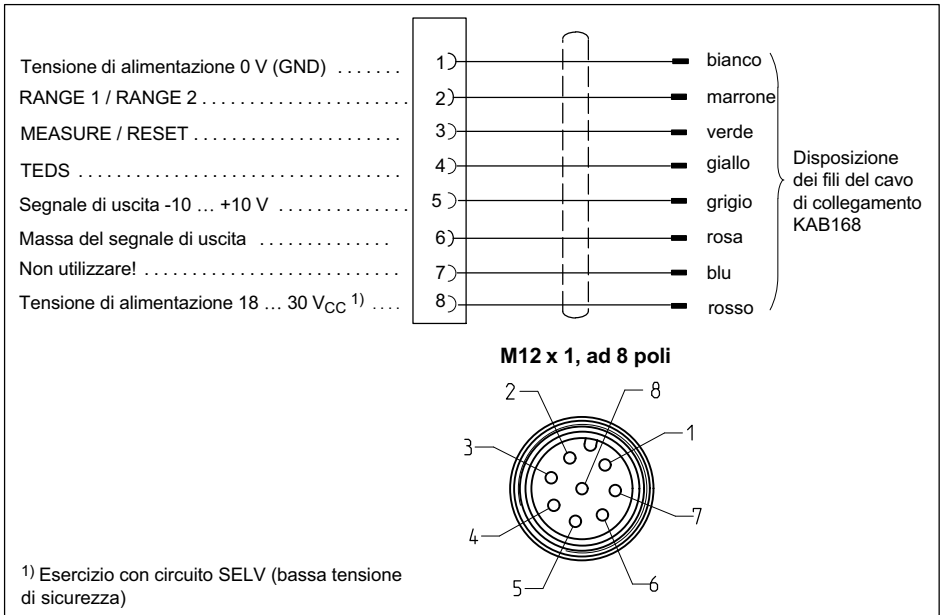


Fig. 7.1 Disposizione poli

Il segnale di uscita è presente al polo 5 ed al polo 6 (massa) ed è elettricamente isolato dalla tensione di alimentazione e dagli ingressi di controllo. Gli ingressi di controllo RANGE1/2, MEASURE/RESET, TEDS e la tensione di alimentazione hanno il medesimo potenziale (polo 1, tensione di alimentazione 0 V). La messa a terra della custodia non è necessaria.



Importante

Lo schermo del cavo non deve essere collegato all'elettronica di elaborazione collegata in cascata.

Il polo 7 è per uso interno esclusivo di HBM e non deve essere occupato.

8 Messa in funzione

Collegare un sensore piezoelettrico all'amplificatore di carica CMA.

MEASURE / RESET

Con tensione d'ingresso di 0 V al polo MEASURE/RESET (vedere Fig. 4.1 e Fig. 7.1 a pagina 19), l'amplificatore di carica entra nella modalità di misurazione (MEASURE). Invece, se la tensione è di 24 V, l'amplificatore di carica commuta su RESET.

Attivando RESET, il segnale di uscita dell'amplificatore viene posto a zero. Ciò può essere fatto con qualsiasi forza applicata all'ingresso. La funzione di reset offre il vantaggio di annullare l'effetto della deriva.

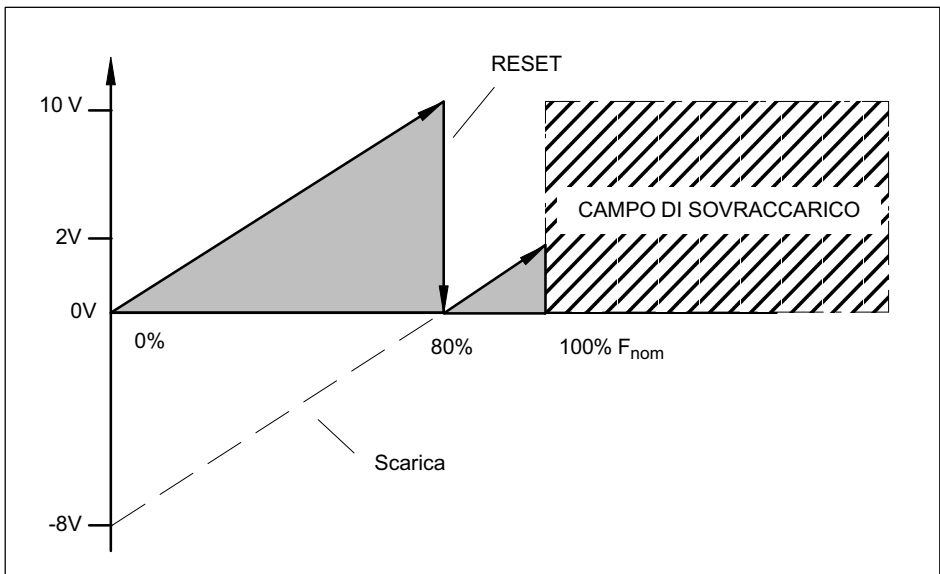


Fig. 8.1 Funzione di reset



Importante

Dopo il RESET, sebbene l'uscita dell'amplificatore di carica sia posta a zero, ciò non significa che la macchina che genera la spinta sia a forza zero. Pertanto assicurarsi che il trasduttore non sia sovraccarico, anche se il segnale di uscita resta nel campo $-10 \dots +10$ V.

RANGE 1 / RANGE 2

Con tensione d'ingresso di 0 V al polo RANGE 1 / RANGE 2 (vedere Fig. 4.1 a pagina 13 e Fig. 7.1 pagina 19), diventa attivo il campo di misura 1 (100% F_{nom}) dell'amplificatore di carica. L'amplificatore di carica può commutare su un secondo campo di misura avente solo il 20 % della forza nominale / campo di uscita (funzione di Zoom). A tal scopo applicare la tensione di 24 V_{CC} al polo.

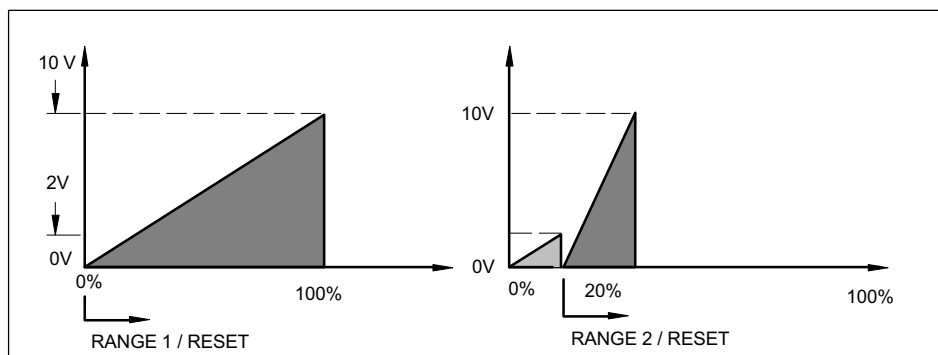


Fig. 8.2 "Zoomata" nel secondo campo di misura

La commutazione del campo di misura al 20 % può essere usata anche per operare con una forte riserva di sicurezza del trasduttore di forza, allorché il compito di misura sia a rischio di sovraccarico. In tal caso l'amplificatore di carica sovramodulerà già al superamento della soglia del 20 %.

La tensione di alimentazione e gli ingressi di controllo RANGE 1 / RANGE 2 e MEASURE / RESET sono isolati elettricamente dal circuito di misura.



Importante

Se viene sostituito il trasduttore o l'amplificatore di carica non sarà più valida la taratura della catena di misura. Valori di misura errati verranno pertanto visualizzati e trasmessi all'elettronica di valutazione collegata in cascata.

8.1 Identificazione trasduttore TEDS

TEDS (Transducer Electronic Data Sheet - Prospetto Dati Elettronico Trasduttore) consente di archiviare i dati del trasduttore (sensibilità) in un chip speciale del CMA (modulo TEDS, 1-Wire EEPROM), secondo la norma IEEE 1451.4. L'elettronica di elaborazione a ciò predisposta può leggere i dati del prospetto dati elettronico o del protocollo di taratura ed configurarsi di conseguenza.

Il segnale di TEDS è presente sul polo 4 del collegamento a spina verso il polo 6 (massa) (vedere Fig. 7.1 a pagina 19).

Dopo la commutazione da Range 1 a Range 2 o viceversa anche la relativa informazione TEDS valida viene resa disponibile automaticamente, ma l'elettronica di elaborazione collegata in cascata deve tuttavia rileggere il TEDS.



Importante

I dati salvati in TEDS sono validi solo per catene di misura aggiustate (sensore e CMA) (vedere il capitolo 6.3). Appena si sostituisce un componente, i dati devono essere di nuovo calcolati e modificati nel modulo TEDS.

8.1.1 Gerarchia dei Diritti di TEDS

Il TEDS-Editor utilizza una determinata gerarchia dei diritti:

1. Diritti standard (livello USR)

Questo livello contiene le voci che possono essere modificate da ogni utente, per esempio per applicazioni specifiche: nome del punto di misura, valore di zero, filtro, ecc.

2. Diritti di taratura (livello CAL)

Questo livello riguarda voci che devono poter essere modificate da un laboratorio di taratura, p. es. per l'aggiornamento della sensibilità nel modulo TEDS dopo una seconda taratura.

3. Diritti di amministratore (livello ID)

I diritti di amministratore riferiti a TEDS sono quelli necessari al produttore del sensore. Nel caso di sensore costruito in proprio o equipaggiamento a posteriori con TEDS, questi diritti sono ovviamente assegnati anche ai clienti HBM.

Per modificare le voci nei cosiddetti "Template" (Modelli) sono necessari diversi diritti utente, i quali possono essere diversi a seconda della voce in questione del template. In caso di uso successivo tuttavia il software deve supportare anche la gestione dei diritti, in caso contrario tutte le voci saranno accessibili (la gerarchia dei diritti specificati nello standard TEDS non è controllata dal modulo TEDS e non tutti i pacchetti software supportano la gestione dei diritti).

8.1.2 Il contenuto del modulo TEDS è definito dalla norma IEEE 1451.4

Le informazioni nel modulo TEDS sono organizzate in aree, nelle quali i gruppi di dati sono prestrutturati in forma tabellare. Nella memoria TEDS stessa vengono salvati solo i valori immessi. L'assegnazione che rivela come interpretare il rispettivo valore numerico avviene tramite il firmware dell'elettronica di elaborazione. Ne consegue che lo spazio necessario nella memoria TEDS è molto basso. Il contenuto della memoria è suddiviso in 3 aree:

Area 1:

Numero di identificazione TEDS internazionale (non modificabile).

Area 2:

Il campo base (Basic TEDS), la cui struttura è definita dalla norma IEEE 1451.4. Qui troviamo dati quali tipo di trasduttore, produttore e numero di serie del trasduttore.

Area 3:

In quest'area si trovano i dati stabiliti dal produttore o dall'utente. Quando si crea un template vengono definite anche la grandezza di misura e la sua unità di misura fisiche. L'unità disponibile è stabilita nella norma IEEE per la corrispondente grandezza di misura. Per la grandezza di misura forza l'unità è N (Newton).

Inoltre, già durante la creazione del template deve essere scelta la risoluzione delle sensibilità mappate in TEDS (curva caratteristica del trasduttore). HBM sceglie sempre "Full Precision" (alta precisione) in modo da poter utilizzare la massima risoluzione digitale. Consigliamo questa scelta anche per gli utenti che desiderino programmare loro stessi il modulo TEDS.

Per l'amplificatore di carica CMA, HBM ha già iscritto il template "High Level Voltage" (alto livello di tensione) con i seguenti valori:

- grandezza di misura (forza in N)
- segnale di uscita elettrico (-10 ... +10 V)
- tensione di alimentazione necessaria (18 ... 24 V_{CC})

Esempio

Amplificatore di carica e trasduttore di forza da 20 kN.

Contenuto descritto da HBM sulla base del protocollo di prova individuale: Area 3 dell'amplificatore di carica CMA158 con No. di ident. 123456, prodotto il 27.06.2007 da HBM.

Template: High Level Voltage				
Parametro	Valore ¹⁾	Unità	Livello diritti	Spiegazione
Transducer Electrical Signal Type	Voltage Sensor		ID	
Minimum Force/Weight	0,000	N	CAL	La grandezza di misura e l'unità fisiche vengono stabilite alla creazione del template e non possono perciò più essere modificate.
Minimum Force/Weight	20,000k	N	CAL	

Template: High Level Voltage				
Parametro	Valore ¹⁾	Unità	Livello diritti	Spiegazione
Minimum Electrical Value	0,00000	V/V	CAL	La differenza di questi valori è la sensibilità secondo il protocollo di prova HBM o la taratura ¹ .
Minimum Electrical Value	+9,5700	V/V	CAL	
Mapping Method	Linear			Questa voce non può essere modificata.
AC or DC Coupling	CC		ID	
Output Impedance of the sensor	10,0	Ohm	ID	Resistenza di uscita secondo il prospetto dati HBM.
Response Time	1,0000000u	sec	ID	Nessun significato per i trasduttori HBM.
Excitation Level (Nominal)	24,0	V	ID	Tensione di alimentazione nominale secondo il prospetto dati HBM.
Excitation Level (Nominal)	18,0	V	ID	Limite inferiore del campo operativo della tensione di alimentazione secondo il prospetto dati HBM.
Excitation voltage Type	CC		ID	Tipo della tensione di alimentazione.
Max. current draw at nominal excitation level	50,12m	A	ID	Massima tensione di alimentazione.
Calibration Date	27 giugno 2007		CAL	Data della stesura del protocollo di prova da HBM (o dell'ultima taratura o dell'immissione dei dati di TEDS). Formato: giorno-mese-anno.
Calibration Initials	HBM		CAL	Iniziali del taratore o dell'ente che ha effettuato la taratura (max. tre caratteri).

Template: High Level Voltage				
Parametro	Valore ¹⁾	Unità	Livello diritti	Spiegazione
Calibration Period (Days)	0	giorni	CAL	Scadenza della nuova taratura, da calcolare dalla data specificata (Calibration Date).
Measurement location ID	0		USR	Numero di identificazione per il punto di misura (da assegnare da parte dell'utente). Valori possibili: da 0 a 2047 (solo numeri). Come supplemento è disponibile anche il Template HBM Channel Comment.

1) Valori di esempio per il trasduttore di forza CFT/20kN

Si possono creare ulteriori template, p. es. il template HBM "Signal Conditioning".



Consiglio

Ulteriori informazioni si trovano al sito Internet di HBM www.hbm.com/HBMdoc sotto TEDS.

8.2 Sostituzione di componenti della catena di misura

In linea di principio si può sostituire sia il trasduttore piezoelettrico che l'amplificatore di carica che il cavo di collegamento. Tuttavia attenzione a quanto segue: I componenti possono essere sostituiti solo con componenti analoghi, p. es. il trasduttore di forza CFT/5kN sempre solo con un altro CFT/5kN o l'amplificatore di carica CMA39 con un altro CMA39. Si garantisce così che il trasduttore e l'amplificatore di carica abbiano la stessa forza nominale e la stessa sensibilità. La sostituzione del cavo di collegamento non è critica.

Gli amplificatori di carica devono essere aggiustati individualmente. Ciò garantisce che sostituendo l'amplificatore, la tolleranza della serie resti sotto $\pm 0,5\%$.



Importante

I dati salvati in TEDS sono validi solo per catene di misura aggiustate (sensore e CMA), (vedere il capitolo 6.3). Appena si sostituisce un componente, i dati devono essere di nuovo calcolati e modificati nel modulo TEDS.



Informazione

Se l'amplificatore di carica non viene acquistato come parte di una catena di misura completa, il modulo TEDS non è descritto.

Aggiornamento del contenuto di TEDS

Per aggiornare i dati di TEDS devono essere disponibili i corrispondenti hardware e software e l'utente deve possedere i relativi diritti necessari (CAL), vedere il capitolo 8.1.1 a pagina 22.

Partendo dalle sensibilità dei componenti amplificatore di carica e trasduttore di forza, calcolare l'esatto campo di uscita (vedere le informazioni aggiuntive nel protocollo di prova) con moltiplicazione:

Campo di uscita U_a (in V) = Campo di misura della forza (in N) x Sensibilità del trasduttore di forza (in pC/N) x Sensibilità dell'amplificatore di carica (in mV/pC) / 1000

Esempio:

Trasduttore di forza CFT/20kN

Sensibilità -7,779 pC/N

Amplificatore di carica CMA158

Sensibilità -0,064 mV/pC

$U_a = 20000 \text{ N} \times (-7,779 \text{ pC/N}) \times (-0,064 \text{ mV/pC}) / 1000 = 9,957 \text{ V}$

8.3 Collegamento in parallelo dei sensori

Con il CMA5000/2 od usando la scatola sommatrice CSB4/1 si possono collegare in parallelo più sensori, p. es. per misurare forze più elevate. In tal caso viene sommata la carica di tutti i sensori.

Come risultato di misura vale quanto segue: viene misurata la somma di tutte le forze agenti sui sensori.

Calcolo della carica all'uscita

Carica di uscita = Forza_1 * Sensibilità_Sensore_1 + Forza_2 * Sensibilità_Sensore_2



Consiglio

Con sensori della stessa sensibilità, cioè dello stesso tipo, si calcola la forza dividendo la carica misurata per la sensibilità del sensore.

Esempio:

Sono collegati due sensori CFT/5kN all'amplificatore CMA5000/2. La sensibilità di ogni sensore è di 7,8 pC/N.

Anche la sensibilità del collegamento in parallelo è di 7,8 pC/N. La massima carica di uscita è di 78.000 pC a 10 kN. Tuttavia attenzione al fatto che non sempre la distribuzione della forza è uniforme.

9 Consigli sulla tecnica di misura piezoelettrica

I sensori piezoelettrici di forza possiedono numerosi vantaggi: sono straordinariamente compatti, con una catena di misura adeguata presentano elevata sovraccaricabilità ed hanno una corsa di misura trascurabile. Ciò comporta un'elevata rigidità e delle straordinarie proprietà dinamiche.

Tuttavia, per ottenere la massima precisione di misura e un'elevata sicurezza di esercizio, si devono osservare alcune precauzioni.

9.1 Modo operativo dei sensori piezoelettrici

Un trasduttore piezoelettrico di forza è costituito da un elemento sensore monocristallino e da componenti per coadiuvare l'introduzione della forza.

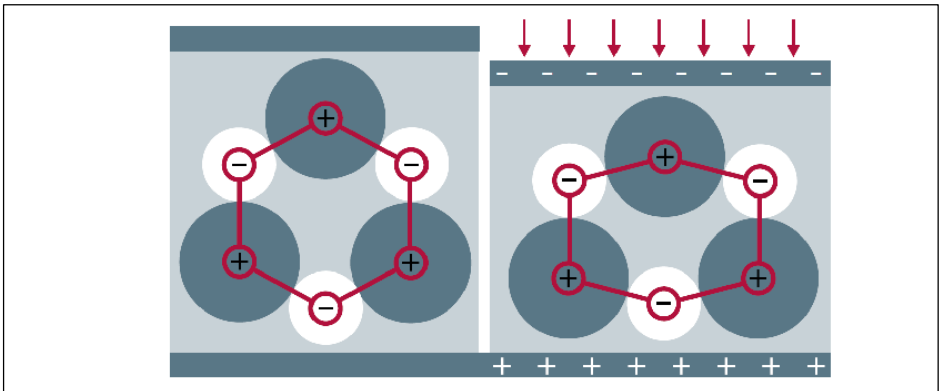


Fig. 9.1 Modo di funzionamento di un trasduttore piezoelettrico

Sotto l'azione della forza che agisce sul cristallo, gli atomi positivi e negativi del reticolo cristallino si spostano. Ne conseguono delle cariche sui lati superiori ed inferiori come mostrato in Fig. 9.1 Lo spostamento degli atomi è proporzionale alla forza applicata e perciò lo sono anche le cariche sulle superfici del cristallo.

In Fig. 9.2 due anelli piezoelettrici di quarzo sono racchiusi in una custodia costituita da 2 semi-gusci di metallo. La spina coassiale a sinistra esternamente è a contatto con la custodia ed internamente con la dispersione della carica fra i due dischi.

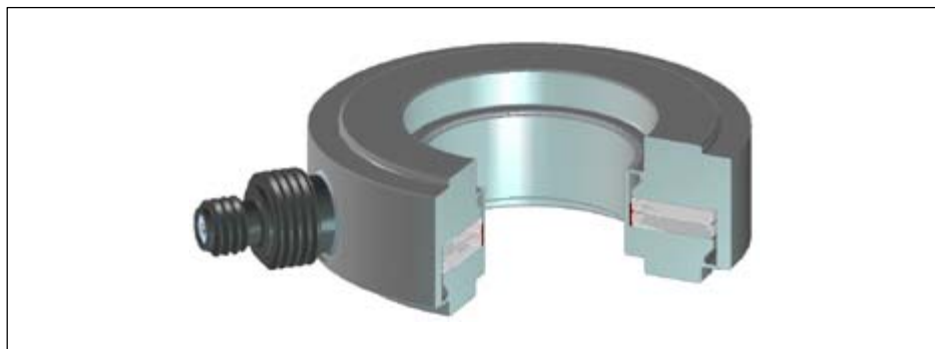


Fig. 9.2 Sezione attraverso una rondella di forza

La carica presente sulle superfici esterne del cristallo viene rilevata con degli elettrodi e può essere elaborata con un cosiddetto amplificatore di carica che la converte in un segnale di tensione o di corrente.

La *sensibilità* di sensori piezoelettrici di forza viene espressa in pC/N. Il segnale di uscita si può calcolare con

$$Q = d * F * n$$

Ove: F è la forza applicata in N, d è la sensibilità del materiale del sensore usato in pC/N, Q è la carica elettrica in pC ed n è il numero dei dischi di cristallo ($1 \text{ pC} = 10^{-12} \text{ C}$).



Importante

I sensori piezoelettrici devono operare sempre con un precarico.

La sensibilità del sensore di forza è determinata dal materiale piezoelettrico utilizzato e non dipende dal campo di misura. I sensori della medesima serie (p. es. CFT/50 kN ... CFT/120 kN) forniscono, per una certa forza, la stessa quantità di carica. Le differenze si spiegano con il tipo e la struttura del pre-carico, il quale rappresenta una derivazione della forza. Il pre-carico risulta necessario per ottenere buone caratteristiche di linearità ed isteresi.

9.2 Forme disponibili e note per il montaggio

HBM mette a disposizione due diverse forme di sensori piezoelettrici di forza: le rondelle di forza CFW ed i trasduttori di forza CFT.



Fig. 9.3 Trasduttori di forza del tipo CFW e CFT

9.2.1 Trasduttore di forza CFT

I trasduttori di forza CFT sono già tarati e vengono forniti con protocollo di taratura. Poiché questi trasduttori di forza sono già precaricati internamente, essi sono adatti per uso immediato. Non è pertanto necessario ripetere la calibrazione della catena di misura.

9.2.2 Rondella CFW

Le rondelle di forza devono essere sempre montate con precarico. Ciò vale anche per la rondella piezoelettrica di forza CFW. Dopo il montaggio le rondelle

di forza sono situate nella derivazione della forza, cioè una parte della forza non fluisce più nel sensore bensì nel dispositivo di precarico, p. es. il set di pre-carico CPS.

Il precarico delle rondelle di forza è necessario per garantire la linearità e la resistenza operativa del sensore.

Si consiglia di precaricare la rondella di forza con almeno il 10% della sua forza nominale. Per misurare la forza di precarico si può usare la rondella stessa.

A seconda della struttura che genera la forza di precarico, varia la sensibilità della catena di misura. Utilizzando i set di precarico CPS HBM, la sensibilità delle rondelle piezoelettriche CFW diminuisce dal 7 al 12%. Per determinare in modo affidabile la sensibilità, le rondelle di forza devono essere calibrate dopo aver effettuato il montaggio.

Calibrazione usando trasduttori di forza tarati

Un modo per calibrare i sensori consiste nell'impiego di trasduttori di forza tarati. Oltre al trasduttore è necessario un amplificatore di misura. Particolarmente indicati sono i trasduttori di forza di riferimento basati sugli estensimetri, p. es. la serie C18 o Z30A. Si possono utilizzare anche i trasduttori di forza per impiego industriale quali S9M di HBM. Non disponendo di amplificatori per sensori corrispondenti basati sugli estensimetri, si possono usare anche i sensori della serie CFT.

Per la selezione del trasduttore di riferimento, ricordare che la precisione raggiungibile non potrà mai essere migliore della precisione di calibrazione, determinata dalla precisione della catena di misura di riferimento.

Calibrazione della catena di misura in tre passi

Come già sopra menzionato, si deve effettuare la calibrazione della catena di misura contenente rondelle piezoelettriche di forza (CFW) come sensori sempre dopo aver montato il sensore. Ciò significa che dopo la calibrazione la situazione di montaggio meccanica non potrà più essere modificata. Ciò vale particolarmente per il precarico.

1. Determinazione della sensibilità del sensore dopo il montaggio.

A tal scopo viene misurata la forza in N o la massa in kg contemporaneamente alla rilevazione della carica che viene generata dalle rondelle

piezoelettriche in presenza di questa forza. La sensibilità si può calcolare dividendo la carica per la forza (Sensibilità = Carica/Forza).

2. Selezione dell'amplificatore di carica.

Gli amplificatori di carica CMA sono disponibili con diversi campi di misura. Scegliere il campo di misura con cui si raggiunge la risoluzione ottimale.

3. Verifica dei parametri impostati.

Alla fine del processo, si dovrebbe confrontare di nuovo la catena di misura con la catena di riferimento.

9.3 Note sull'amplificatore di carica e sul collegamento elettrico

La carica generata da un sensore piezoelettrico viene convertita in una tensione ad essa proporzionale (Fig. 9.4).

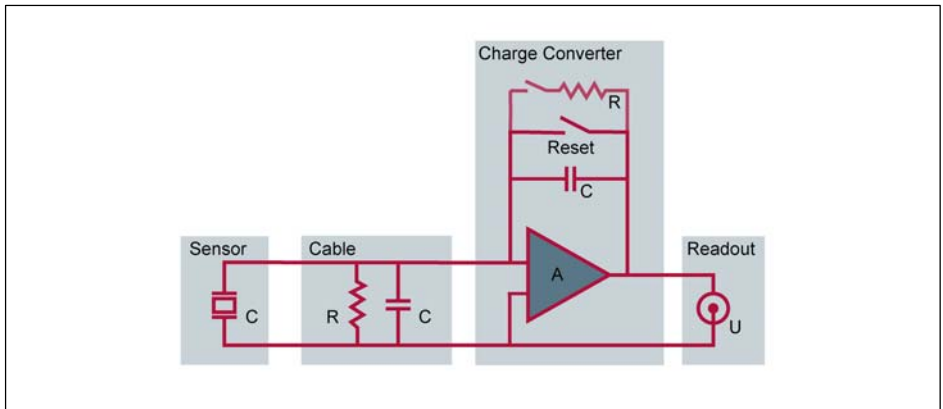


Fig. 9.4 Diagramma a blocchi di una catena di misura con sensore, cavo ed amplificatore di carica

I sensori piezoelettrici sono straordinari per misurazioni dinamiche e senza rapporto allo zero. La deriva generata da catene di misura piezoelettriche è così piccola da essere trascurabile anche nel caso di requisiti di alta precisione.

La deriva è l'effetto di resistenze di isolamento limitate di cavi e amplificatori di carica. Se il montaggio ed il collegamento sono stati eseguiti correttamente, il

trasduttore stesso non mostra alcuna deriva. La massima deriva della catena di misura è dell'ordine di 0,1 pC/s o 25 mN/s con il quarzo come materiale sensore, oppure 13 N/s con il fosfato di gallio come materiale del sensore.

Per mantenere al minimo la deriva, fare attenzione a quanto segue:

1. Comportamento di penetrazione dell'amplificatore di carica.

L'amplificatore di carica dovrebbe effettuare un preriscaldamento di almeno un'ora prima di iniziare le misurazioni.

2. Pulizia dei collegamenti.

Se la resistenza di isolamento del cavo fra il sensore e l'amplificatore di carica è troppo bassa, la catena di misura entra in deriva poiché la carica può defluire grazie alla scarsa resistenza di isolamento. Sono considerate buone resistenze di isolamento $>10^{12} \Omega$.

Per mantenere piccola la deriva della catena di misura piezoelettrica tutte le spine e le prese devono essere perfettamente pulite. Le superfici esposte non devono entrare in nessun caso in contatto con le dita o con olio, poiché ciò pregiudica la resistenza di isolamento richiesta.

Si consiglia pertanto di chiudere con gli appositi coperchi in dotazione le prese dei sensori e degli amplificatori di carica fino al loro collegamento. Appena scollegato un cavo, riavvitare il relativo coperchio.

3. Utilizzare sempre cavi di collegamento di alta qualità.

I sensori piezoelettrici devono essere collegati all'amplificatore di carica con cavi coassiali a basso rumore ed alto isolamento. Il cavo non deve essere danneggiato. In caso contrario sostituirlo poiché la riparazione non è possibile. Quale cavo adatto HBM offre il 1-KAB143-3.

Se nonostante tutte le precauzioni le prese si sporcano, esse si possono pulire come segue:

- Svitare le spine.
- Pulire a secco la superficie bianca della presa con un supporto in tessuto non tessuto (p. es. quello con No. Ordine HBM 1-8402.0026).
- Spruzzare la presa con Isopropanolo, p. es. l'IPA200 della RS Components.
- Pulire nuovamente con un nuovo supporto in tessuto non tessuto.

Le spine dei cavi non si possono pulire per cui, se il cavo è sporco, esso deve essere sostituito.

Avviso

Il detergente RMS1 per la pulizia dei punti di installazione degli ER non è adatto a pulire i collegamenti dei sensori piezoelettrici.

9.4 Influenza della temperatura

Influenza della temperatura del sensore sulla linea caratteristica

L'influenza della temperatura sulla sensibilità dei sensori è molto bassa, 0,2% ogni 10 K, ed è trascurabile per la maggior parte delle applicazioni.

Influenza della temperatura sulla stabilità del segnale

In tutti i sensori piezoelettrici varia lo stato della carica al variare della temperatura, poiché cambia il precarico (il modulo E degli elementi strutturali dipende dalla temperatura). Inoltre, le variazioni di temperatura durante la misurazione causano sollecitazioni termiche indotte che generano un segnale di uscita.



Informazione

Il segnale di uscita varia solo nel caso di cambiamento della temperatura, in caso di stati stazionari non viene generata alcuna carica.

Gli effetti della temperatura si possono minimizzare se

1. si lascia per un tempo sufficiente il trasduttore alla temperatura di esercizio,
2. non si tocca il trasduttore prima della misurazione perché il calore delle mani riscalda i sensori in modo non uniforme,
3. si effettua un reset dopo ogni ciclo di misura.

La deriva e la grandezza di disturbo temperatura sono importanti soprattutto nel caso di lunghi tempi di misura e basse forze agenti: in questo caso prestare particolare attenzione ai relativi avvisi.

9.5 Influenze meccaniche

Nei sensori piezoelettrici di forza il cristallo si trova nel flusso diretto della forza. Per ogni sensore gli elementi di misura (di quarzo o di fosfato di gallio) sono concepiti per la massima forza normale agente. I momenti flettenti introdotti applicati possono provocare il sovraccarico del trasduttore, dato che un lato del cristallo viene fortemente sollecitato mentre, al contrario, l'altro lato viene scaricato.

La massima sollecitazione meccanica deriva dalla somma delle sollecitazioni provocate dal momento flettente del cristallo e delle tensioni di carico delle forze assiali da misurare. In nessun caso si deve superare la massima pressione superficiale ammessa.

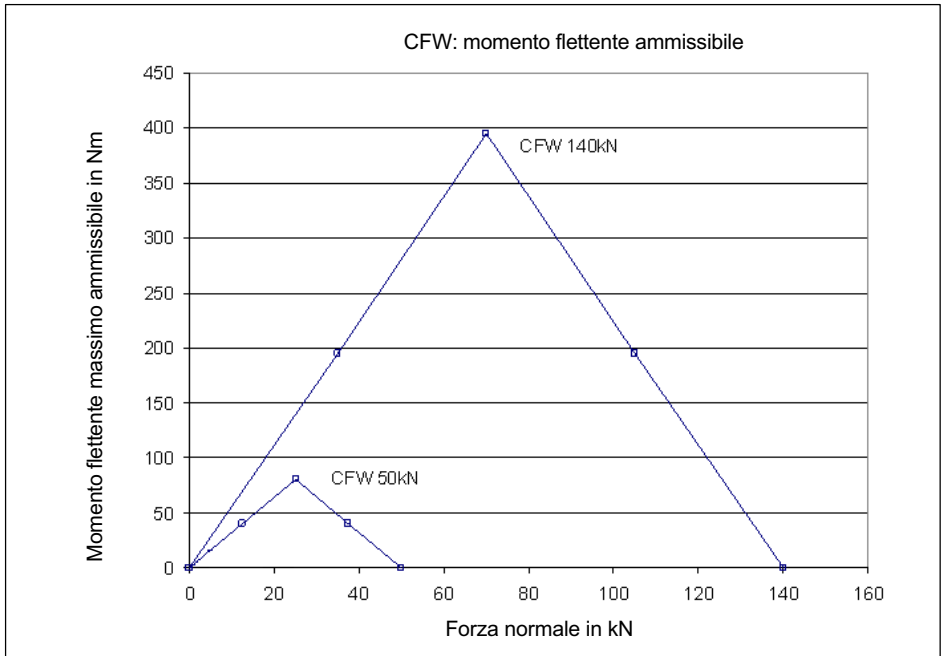


Fig. 9.5 Momento flettente ammissibile sovrapposto alla forza nel senso di misura (forza normale) per il trasduttore tipo CFW.

Poiché con i sensori piezoelettrici il segnale di uscita non dipende dalla forza nominale del sensore, sussiste la possibilità di scegliere un sensore con forza nominale più alta, in modo da impedire eventuali sovraccarichi. Il seguente diagramma mostra il massimo momento flettente ammissibile in funzione della forza del processo.

Il massimo momento flettente ammissibile può essere assorbito dalla rondella di forza con precarico del 50%.

Se il momento flettente viene generato da una forza laterale, viene generata anche una forza trasversale che riduce i valori massimi.

L'errore di misura causato dal momento flettente è piccolo, poiché le maggiori sollecitazioni del materiale su un lato del cristallo vengono compensate dalla minore sollecitazione sull'altro lato. Caricando una rondella piezoelettrica di forza (1-CFW/50kN) col momento flettente di 100 Nm, si ha un segnale di

uscita di $-2,3$ N. Resta problematico soprattutto il possibile sovraccarico dell'elemento di misura.

Pertanto osservare la massima forza trasversale specificata nel prospetto dati.

9.6 Selezione dei componenti

La catena di misura piezoelettrica è costituita dal trasduttore stesso, dall'amplificatore di carica e dal cavo di collegamento fra i suoi componenti.

Se è nota la massima forza da misurare, è possibile scegliere l'amplificatore di carica idoneo.

Il trasduttore può essere progettato adeguandolo al massimo sovraccarico ed ai requisiti geometrici dato che il suo segnale di uscita non dipende dal carico nominale.

Esempio 1: Trasduttore di forza

- Si deve misurare una forza massima di 100 kN.
- Scelta di un sensore di forza con fondo scala del campo di misura di 120 kN (p. es. CFT/120 kN).
- Sensibilità del trasduttore: $-4,0$ pC/N.
- Campo d'ingresso necessario = 400000 pC.

Esempio 2: Rondella di forza

- Si deve misurare una forza massima di 100 kN.
- Scelta di una rondella di forza con fondo scala del campo di misura di 140 kN (p. es. CFW/140 kN).
- Per motivi tecnici, le rondelle di forza si devono precaricare con ca. il 20% della forza nominale. La vite di precarico genera una derivazione della forza che riduce la sensibilità di ca. 7% - 9%. Resta un campo utile di ca. $0,8 \times 140 \text{ kN} = 112 \text{ kN}$. Con $-4,3$ pC/N e campo di misura di 100 kN si ottengono 430000 pC.
- Campo d'ingresso necessario = 430000 pC.

**Importante**

In caso di precarico la forza deve essere misurata col sensore stesso. A tal scopo si può utilizzare la sensibilità specificata nei dati tecnici. Dato che la vite di precarico costituisce una derivazione della forza, dopo il montaggio si deve tarare nuovamente il sensore al fine di determinare la sensibilità del sistema di misura approntato.

10 Manutenzione

L'amplificatore di carica CMA è esente da manutenzione. Per la pulizia della custodia, attenersi alle istruzioni seguenti:

- Scollegare lo strumento da tutte le alimentazioni di tensione o corrente.
- Pulire la custodia strofinandola con un panno morbido leggermente inumidito (non bagnato!). Non usare in *nessun caso* dei solventi, potrebbero intaccare le scritte o la custodia.
- Durante la pulizia fare attenzione che nessun fluido penetri nello strumento o nei suoi connettori.
- Se necessario, pulire i *contatti dei connettori* con un panno pulito e non sfilacciabile (p. es. i supporti in tessuto non tessuto No. Ordine HBM 1-8402.0026) e con Isopropanolo, p. es. l'IPA200 della RS Components. I detergenti utilizzati per pulire i punti di misura dell'ER non sono adatti!

11 Smaltimento rifiuti e tutela dell'ambiente

Tutti i prodotti elettrici ed elettronici devono essere smaltiti come rifiuti speciali. Il corretto smaltimento degli strumenti obsoleti previene i danni all'ambiente ed i rischi per la salute.

Marchio di legge per lo smaltimento dei rifiuti



Le apparecchiature elettriche ed elettroniche che portano questo simbolo sono soggette alla Direttiva Europea 2002/96/CE sui vecchi strumenti elettrici ed elettronici. Questo simbolo avverte che gli strumenti non più utilizzabili devono essere separati dai normali rifiuti domestici, in conformità alla normativa europea sulla tutela dell'ambiente e sul recupero delle materie prime.

Poiché le norme sullo smaltimento dei rifiuti variano da nazione a nazione, se necessario contattare il proprio fornitore per quanto concerne lo smaltimento od il riciclaggio nel proprio paese.

Imballaggi

Gli imballaggi originali degli strumenti HBM sono composti da materiale riciclabile e possono essere consegnati ad un centro di riciclaggio. Tuttavia, conservare l'imballaggio per almeno tutto il tempo di validità della garanzia.

Per ragioni ecologiche, si prega di non restituire ad HBM gli imballaggi vuoti.

12 Dati tecnici (VDI/VDE/DKD 2638)

Amplificatore di carica		CMA1 - CMA2000		CMA 5000/2
Trasduttori collegabili		Sensori piezoelettrici (passivi)		
Max. ingresso di carica	nC	1; 2; 5; 20; 39,5; 158,3; 210,5; 287; 482	2000	5000
Campi di misura tarati ¹⁾	% F_{nom}	100; 20		
Tempo di commutazione del campo di misura	μ s	250		
Tensione di uscita	V	± 10		
Tempo transitorio per un segnale di uscita sicuro	ms	4		
Classe di precisione (a 25 °C)	%	$\pm 0,5$	± 1	
Isteresi relativa, $0,5 \times F_{nom}$	%	< 0,05		
Deviazione della linearità	%	< $\pm 0,05$		
Influenza della temperatura sul campo di uscita, ogni 10 K	%	< 0,5		
Deriva, a 20 °C	pC/s	< 0,1	< 1	< 5
TEDS secondo IEEE1451.4		1-Wire		
Banda passante (-3 dB)	kHz	10 (-3 dB) 5 (-1 dB)	7 (-3 dB) 3,5 (-1dB)	10 (-3 dB) 5 (-1 dB)
Tensione di alimentazione Protezione da sovratensioni e da inversione di polarità	V_{CC}	24 (18 ... 30)		
Condensatore a tampone dell'alimentazione	μ F	22		
Isolamento elettrico		Isolamento elettrico tra gli ingressi di segnale (ingresso di carica) e l'alimentazione; la custodia del CMA non deve essere messa a terra		

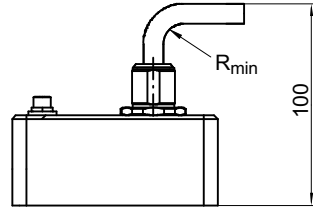
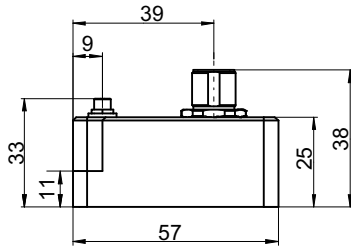
Amplificatore di carica		CMA1 - CMA2000	CMA 5000/2
Potenza assorbita	W	< 1,2	
Resistenza di uscita	Ω	< 10	
Resistenza di carico ammissibile	$k\Omega$	> 5	
Ingressi di controllo			
Commutazione Reset / Measure	pC	< ± 2	
Tempo di commutazione Reset / Measure	μs	< 100	
Tempo totale per l'operazione di reset	ms	75	
Modulo di misura MEASURE	V	0 ... +5 o ingresso aperto	
RESET	V	12 ... 30	
Campo di misura RANGE1	V	0 ... +5 o ingresso aperto	
RANGE2	V	12 ... 30	
Attacchi della custodia Sensore Collegamento elettrico		10-32UNF, presa; coppia di serraggio $\leq 1,5$ Nm M12 x 1, ad 8 poli, per uscita segnale, alimentazione, ingresso digitale (si consigliano cavi schermati)	
Resistenza alle vibrazioni 20 ... 2000 Hz, durata 16 min., ciclo 2 min.	m/s^2	100	
Urto (durata 1 ms)	m/s^2	2000	
Campo nominale di temperatura	$^{\circ}C$	0 ... 70	
Dimensioni (l x p x h)	mm	57 x 46 x 38	72 x 46 x 39
Peso	g	130	
Materiale della custodia		Alluminio	

Amplificatore di carica		CMA1 - CMA2000	CMA 5000/2
Grado di protezione (con cavi collegati)		IP65	
Conformità CEM secondo EN 61326-1:2013, EN 61326-2-3:2013		in campo industriale	

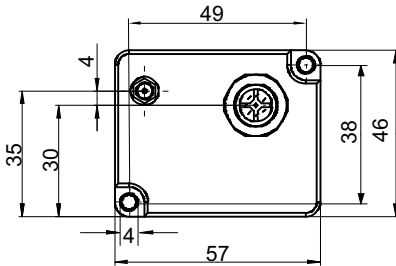
1) Campi di misura personalizzati sono disponibili su richiesta.

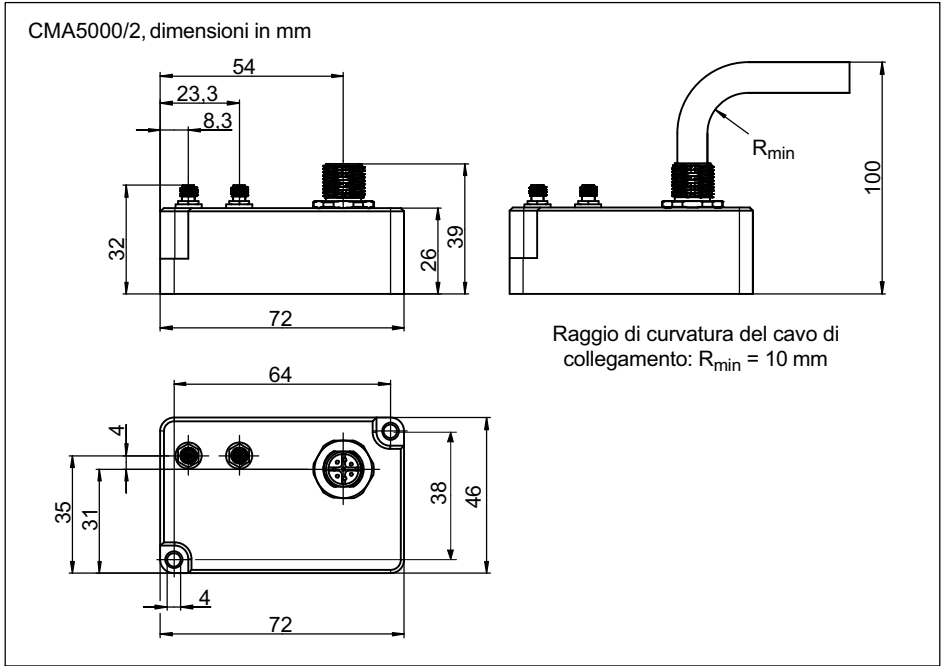
13 Dimensioni

da CMA1 a CMA2000, dimensioni in mm



Raggio di curvatura del cavo di collegamento: $R_{min} = 10$ mm





HBM Test and Measurement

Tel. +49 6151 803-0
Fax +49 6151 803-9100
info@hbm.com

measure and predict with confidence



A02559_04_Y10_01 7-2001.2559 HBM: public

www.hbm.com