

PACEline

Amplificatore di carica

CMA



Contenuto	Pagina
Note sulla sicurezza	4
1 Simboli utilizzati in questo documento	7
1.1 Simboli riportati sullo strumento	7
1.2 Simboli utilizzati in questo documento	8
2 Dotazione di fornitura ed accessori	9
3 Introduzione	10
4 Condizioni del luogo di installazione	11
4.1 Temperatura ambiente	11
4.2 Umidit	11
5 Montaggio	12
6 Collegamento elettrico	13
7 Messa in funzione	15
7.1 Identificazione trasduttore TEDS	16
7.1.1 Gerarchia dei Diritti di TEDS	17
7.1.2 Il contenuto della memoria TEDS è definito dalla norma IEEE 1451.4	17
7.2 Sostituzione di componenti della catena di misura	19
7.3 Collegamento in parallelo dei sensori	21
8 Consigli sulla tecnica di misura piezoelettrica	22
8.1 Modo operativo dei sensori piezoelettrici	22
8.2 Forme disponibili e istruzioni per il montaggio	24
8.2.1 Trasduttore piezoelettrico di forza CFT	24
8.2.2 Rondella piezoelettrica di forza CFW	24
8.3 Note sull'amplificatore di carica e sul collegamento elettrico ...	25
8.4 Influenza della temperatura	27
8.5 Influenze meccaniche	28
8.6 Selezione dei componenti	29
9 Manutenzione	30
10 Smaltimento rifiuti e protezione dell'ambiente	31
11 Dati Tecnici (VDI / VDE / DKD 2638)	32
12 Dimensioni	34

Note sulla sicurezza

Impiego conforme

Lo strumento di può utilizzare esclusivamente per compiti di misura e compiti di controllo ad essi direttamente correlati, nell'ambito dei limiti d'impiego specificati nei Dati Tecnici. Qualsiasi altro impiego verrà considerato non conforme.

Chiunque sia incaricato dell'installazione, messa in funzione, manutenzione o della riparazione dello strumento, deve aver letto e compreso quanto riportato nelle presenti istruzioni di montaggio, in particolare le istruzioni sulla sicurezza.

Per garantire il funzionamento in sicurezza, questo strumento deve essere usato solo secondo le specifiche fornite in queste istruzioni di montaggio. Durante l'uso devono essere inoltre osservate le normative legali e sulla sicurezza previste per la specifica applicazione. Per gli eventuali accessori vale quanto sopra affermato.

Questo strumento non è concepito per l'impiego come organo di sicurezza. A tal proposito, fare attenzione anche al paragrafo „Precauzioni di sicurezza aggiuntive“. L'impiego appropriato ed in sicurezza presuppone che anche il trasporto, il magazzinaggio, l'installazione ed il montaggio siano adeguati e che il suo uso e manutenzione siano accurati.

Condizioni di esercizio

- Proteggere lo strumento dal contatto diretto con l'acqua.
- Proteggere lo strumento dall'umidità e dalle influenze atmosferiche come, ad esempio, pioggia o neve. Quando 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.
- Secondo la EN 61326–1, Par. 3.6, i cavi di collegamento dello strumento non devono essere più lunghi di 30 m (per posa all'interno di un edificio) e non fuoriuscire dall'edificio.
- Fare attenzione alla specifiche riportate nei dati tecnici concernenti le massime temperature ammesse e la massima umidità dell'aria.
- Non è consentito apportare modifiche strutturali o della tecnica di sicurezza dello strumento senza il nostro esplicito consenso. In particolare è proibita qualunque riparazione ed operazione di saldatura sulle schede (sostituzione di moduli). Per la sostituzione di interi i moduli, utilizzare esclusivamente i ricambi originali HBM.
- L'apparecchio viene spedito dalla fabbrica con configurazione hardware e software predefinita. Sono ammesse modifiche solo nell'ambito delle possibilità documentate nei manuali.

- Lo strumento è esente da manutenzione.
- Attenzione a quanto segue per la pulitura della custodia (vedere anche il paragrafo 9, a pagina 30):
 - 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 attaccare le scritte sulla custodia.
 - Durante la pulitura 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 elettrici inutilizzabili devono essere smaltiti separatamente dalla normale spazzatura domestica, vedere il paragrafo 10, a pagina 31.

Personale qualificato

Sono da considerare personale qualificato coloro che abbiano esperienza nell'installazione, montaggio, messa in funzione e conduzione di tali prodotti e che, per la loro attività, abbiano ricevuto la relativa qualifica.

Per personale qualificato si intende personale che soddisfi almeno uno dei tre requisiti seguenti:

- La conoscenza dei concetti di sicurezza della tecnologia di automazione è un requisito, ed il personale del progetto deve aver familiarità con esso.
- Quali operatori dell'impianto di automazione si deve aver ricevuto l'addestramento sulla sua gestione. Si deve avere familiarità con l'uso della strumentazione e delle tecnologie descritte in questa documentazione.
- Si deve essere incaricati della messa in funzione o degli interventi di assistenza ed avere conseguito la qualifica per la riparazione di impianti di automazione. Si deve infine disporre dell'autorizzazione per la messa in funzione, la messa a terra e l'identificazione di circuiti elettrici e 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 corrono.
- Gli apparecchi e dispositivi della tecnologia di automatizzazione 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 precauzioni di sicurezza concernenti lo hardware ed il software per cui, in caso di guasto dei conduttori od altre interruzioni della trasmissione del segnale, non si entri in uno stato operativo indefinito o non si perdano i dati per l'impianto di automazione.

Precauzioni di sicurezza aggiuntive

In impianti dove anomalie di funzionamento possono causare gravi danni, perdite di dati o addirittura lesioni alle persone, è necessario adottare ulteriori misure preventive di sicurezza in grado di garantire uno stato operativo sicuro anche in caso di guasto.

L'insieme delle prestazioni e della dotazione di 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 tecnologia di automazione, in modo da minimizzare i rischi residui. Questo aspetto riguarda in particolare la protezione del personale e dell'impianto. In caso di guasto, si devono attuare le conseguenti precauzioni per entrare in uno stato operativo di sicurezza.

Rischi generali per la non osservanza dei regolamenti di sicurezza

Lo strumento è costruito allo stato dell'arte ed è di funzionamento sicuro. Tuttavia, l'installazione o l'impiego non conforme da parte di personale non addestrato, comporta dei rischi residui.

1 Simboli utilizzati in questo documento

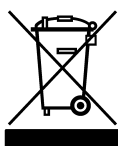
Tutti i marchi o denominazioni di fabbrica menzionati in questo documento si riferiscono solo a detti prodotti od ai proprietari dei marchi o delle denominazioni. La HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GMBH non asserisce pertanto altro se non di essere proprietaria dei propri marchi o denominazioni di fabbrica.

1.1 Simboli riportati sullo strumento

Simbolo: 

Significato: Marchio CE

Con 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 nel sito <http://www.hbm.com/HBMdoc>).







Simbolo:

Significato: 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 i vecchi strumenti non più utilizzabili devono essere separati dalla normale spazzatura domestica in conformità alla normativa europea sulla protezione dell'ambiente e sul recupero delle materie prime, vedere anche il paragrafo 10, a pagina 31.

1.2 Simboli utilizzati in questo documento

Le note importanti per la vostra sicurezza sono particolarmente evidenziate. Osservate assolutamente queste note al fine di evitare incidenti alle persone e danni alle cose.

Simbolo	Significato:
	Questo simbolo segnala una situazione per cui – il mancato rispetto dei requisiti di sicurezza – <i>può provocare</i> danni alle cose.
 Importante	Questo simbolo segnala informazioni <i>importanti</i> sul prodotto o sul suo maneggio.
 Consiglio	Questo simbolo segnala i consigli sull'applicazione od altre informazioni utili per l'utente.
	Questo simbolo segnala informazioni importanti sul prodotto o sul suo maneggio.
<i>Marcatura</i>	I testi da evidenziare sono scritti in corsivo.

2 Dotazione di fornitura ed accessori

Dotazione di fornitura:

Numero di Catalogo	
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 sensori piezoelettrici, campo di misura 5 000 000 pC

Accessori:

1-KAB168-5	Cavo di collegamento ad 8 poli per tensione di alimentazione ed elettronica seguente; spina volante M12x1, lungo 5 m, estremità libera
1-KAB168-20	Cavo di collegamento ad 8 poli per tensione di alimentazione ed elettronica seguente; spina volante M12x1, lungo 20 m, estremità libera
1-KAB143-3	Cavo di collegamento per sensori, coassiale, spina 10-32 UNF alle due estremità, lungo 3 m
1-KAB145-3	Cavo di collegamento per sensori, coassiale, spina 10-32 UNF alle due estremità, lungo 3 m, versione robusta
1-CSB4/1	Scatola sommatrice CSB4/1 con coperchi di protezione

3 Introduzione

Gli amplificatori di carica 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 quasi-statiche con elevata precisione.

- Questo amplificatore si distingue per la sua elevata resistenza 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 muniti di TEDS, le informazioni valide di TEDS vengono trasferite alla seguente elettronica di elaborazione. Viene utilizzato il Template „High Level Voltage“, vedere il paragrafo 7.1, a pagina 16.

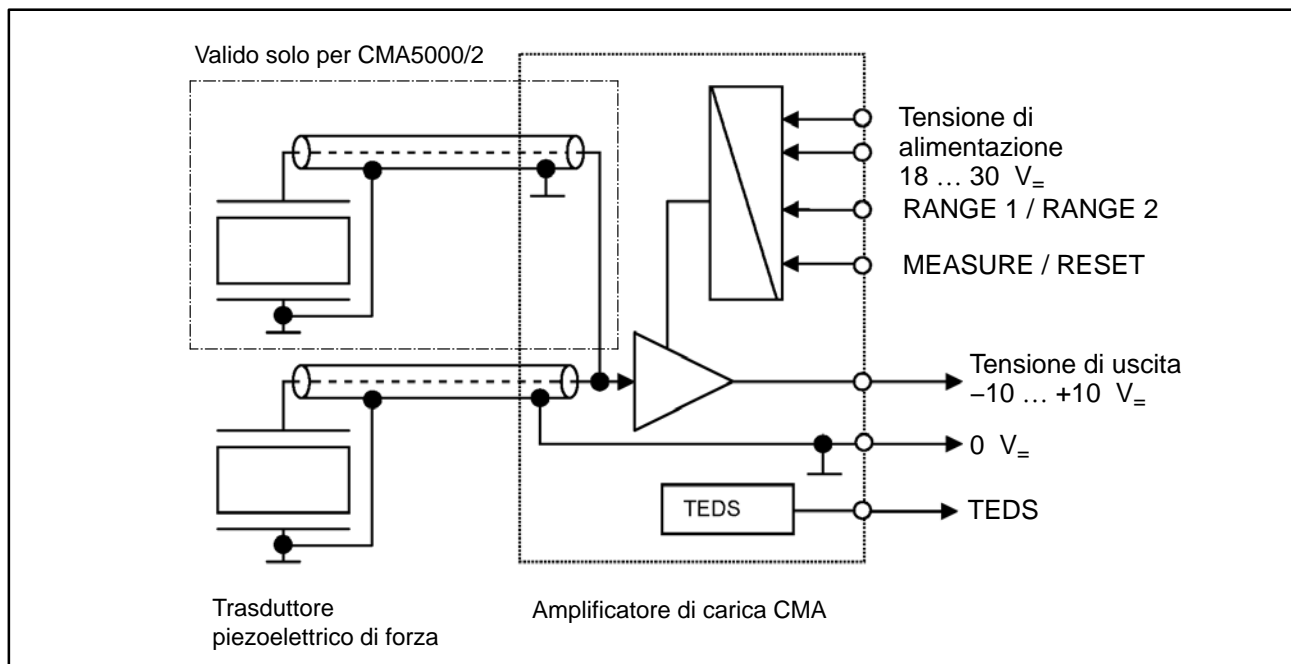


Fig. 3.1: Schema a blocchi del CMA

I limiti ammessi delle sollecitazioni meccaniche, termiche ed elettriche sono indicati nei Dati Tecnici. È essenziale tener conto di questi limiti durante la pianificazione della misura, durante l'installazione e, infine, durante l'esercizio.

4 Condizioni del luogo di installazione



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 connettore devono essere sempre perfettamente puliti. La deriva positiva o negativa del segnale di uscita è sintomo di insufficiente isolamento.

I contatti dei connettori devono essere puliti con un panno non sfilacciabile (p. es. i fazzolettini HBM No. Cat. 1–8402.0026) imbevuto di Isopropanolo, p. es. IPA200 della RS Components. I solventi utilizzati per la pulitura delle applicazioni di ER non sono adatti!

Vedere anche il paragrafo 8 sulla tecnica di misura piezoelettrica.

- Proteggere lo strumento dal contatto diretto con l'acqua.
- Proteggere lo strumento dall'umidità e dalle influenze atmosferiche come, ad esempio, pioggia o neve. Quando tutti i cavi sono adeguatamente collegati e tutti i connettori non usati sono muniti di coperchio, lo strumento ha grado di protezione IP60 secondo EN 60529.
- Proteggere lo strumento dalla luce solare diretta.
- Secondo la EN 61326–1, Par. 3.6, i cavi di collegamento dell'amplificatore di carica CMA non devono essere più lunghi di 30 m (per posa all'interno di un edificio) e non fuoriuscire dall'edificio.
- L'influenza della temperatura sul segnale di uscita è minima, vedere anche il paragrafo 8.4 „Influenze termiche“, a pagina 27.

4.1 Temperatura ambiente

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

4.2 Umidità

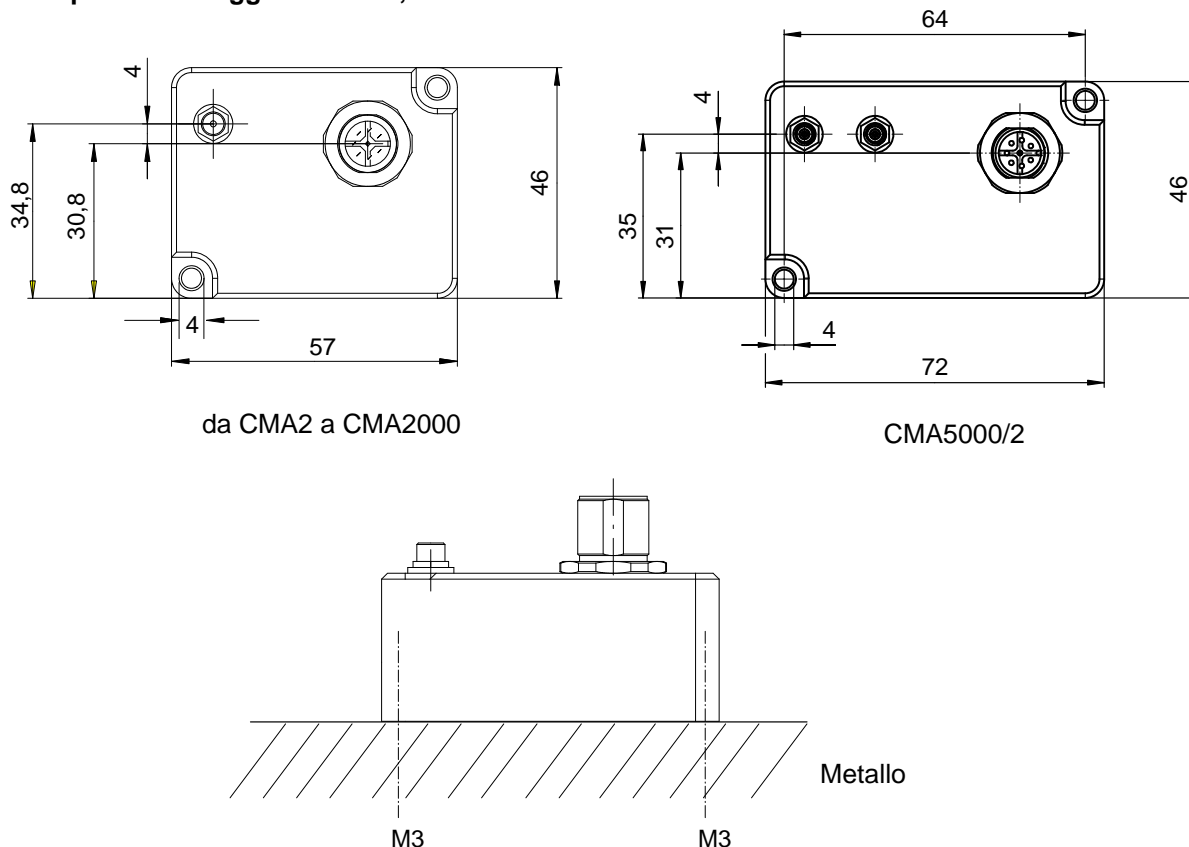
Evitare l'umidità od il clima tropicale. Quando il cavo di collegamento è propriamente innestato nel trasduttore di forza e nell'amplificatore di carica, quest'ultimo ha grado di protezione IP65 secondo EN 60529.

5 Montaggio

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

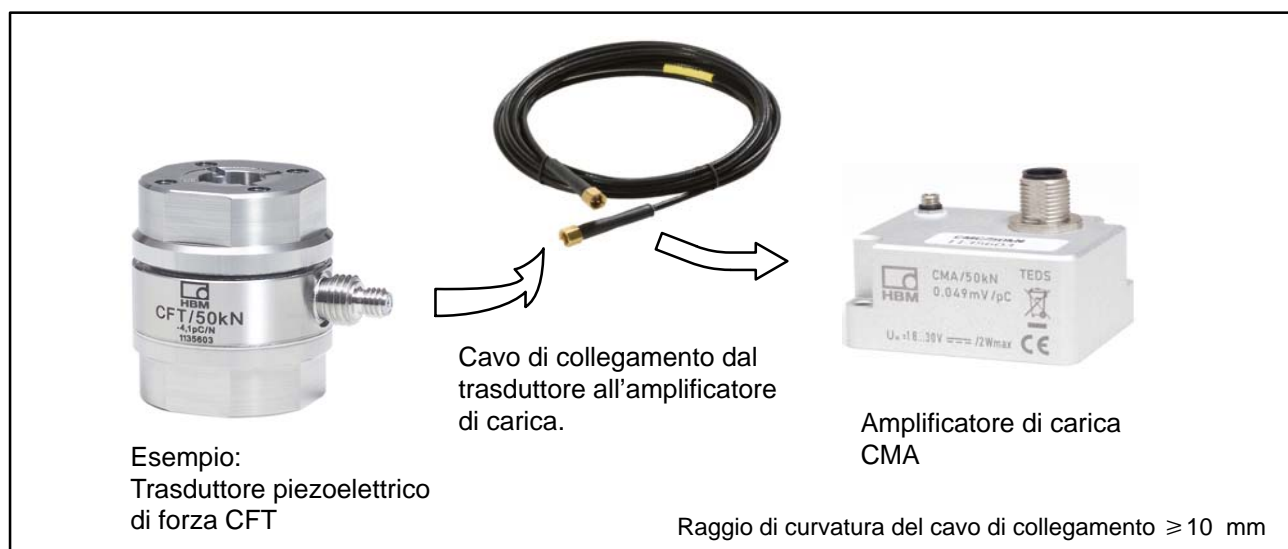
Gli ingressi e le uscite del segnale sono isolati elettricamente dalla custodia e dal CMA. Non è pertanto necessario *alcun* elemento di isolamento.

Esempio di montaggio del CMA, dimensioni in mm



6 Collegamento elettrico

Per collegare i trasduttori piezoelettrici usare esclusivamente cavi ad alto isolamento che generino bassa elettricità da movimento (triboelettricità). Per l'impiego in ambienti molto sporchi o per migliorare la resistenza alle sollecitazioni meccaniche, è disponibile un cavo di carica in versione robusta con mantello metallico.



Tramite la spina fissa M12 da 8 poli si collegano alla seguente elettronica la tensione di alimentazione, il segnale di misura, gli ingressi ed il TEDS.

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 fissa, 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 delle 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 col CMA5000/2 viene utilizzato un solo sensore, chiudere l'altro ingresso col coperchio in dotazione.

L'amplificatore di carica CMA è adatto per funzionare con corrente continua (18 ... 30 V₌). Il circuito è predisposto per operare con tensione di protezione extra-bassa (circuito SELV).

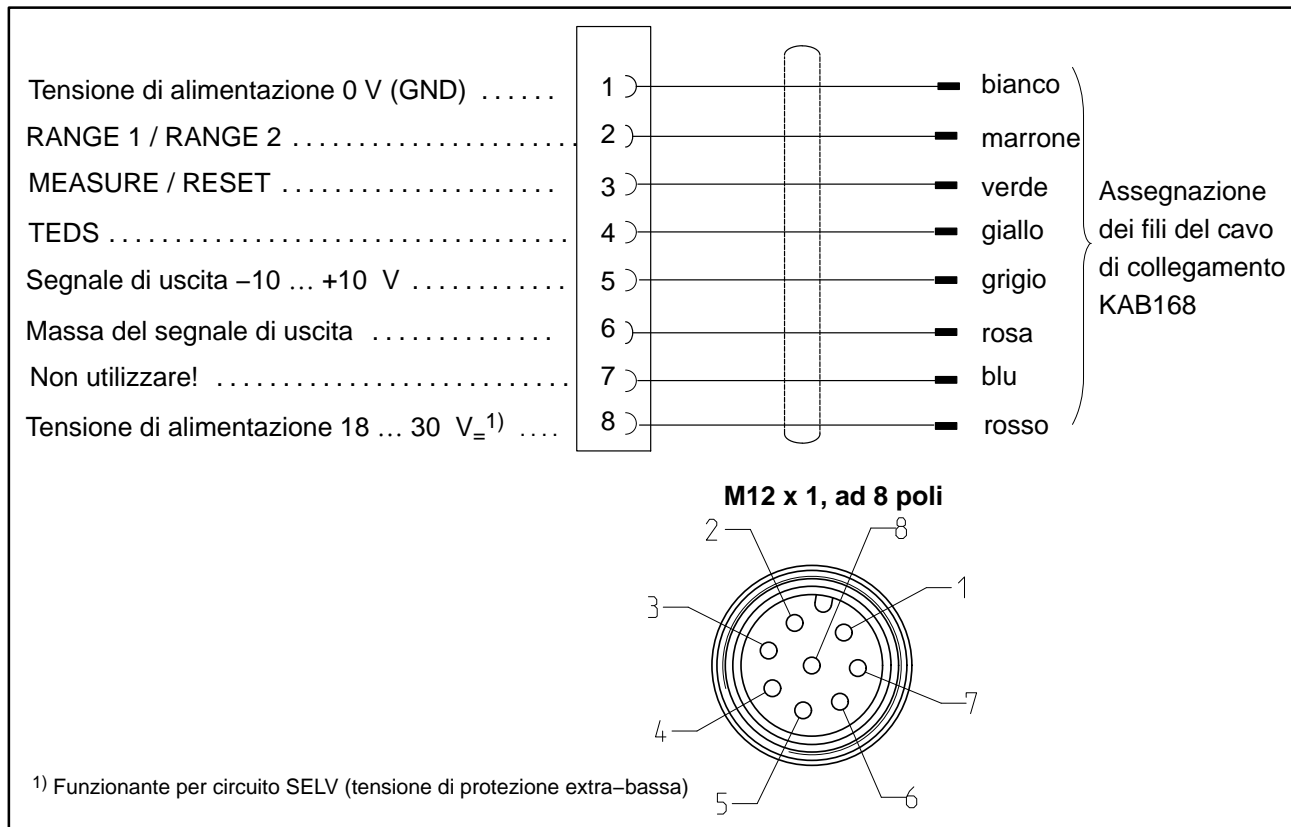


Fig. 6.1: Assegnazione dei poli (pin)

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 alla seguente elettronica di elaborazione.

Il Polo 7 è per uso interno esclusivo della HBM e non deve essere occupato.

7 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. 3.1 e Fig. 6.1 a pagina 14), l'amplificatore di carica entra nella modalità MEASURE (misura). Invece, se la tensione è di 24 V, l'amplificatore di carica commuta sul modo RESET.

Attivando il 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.

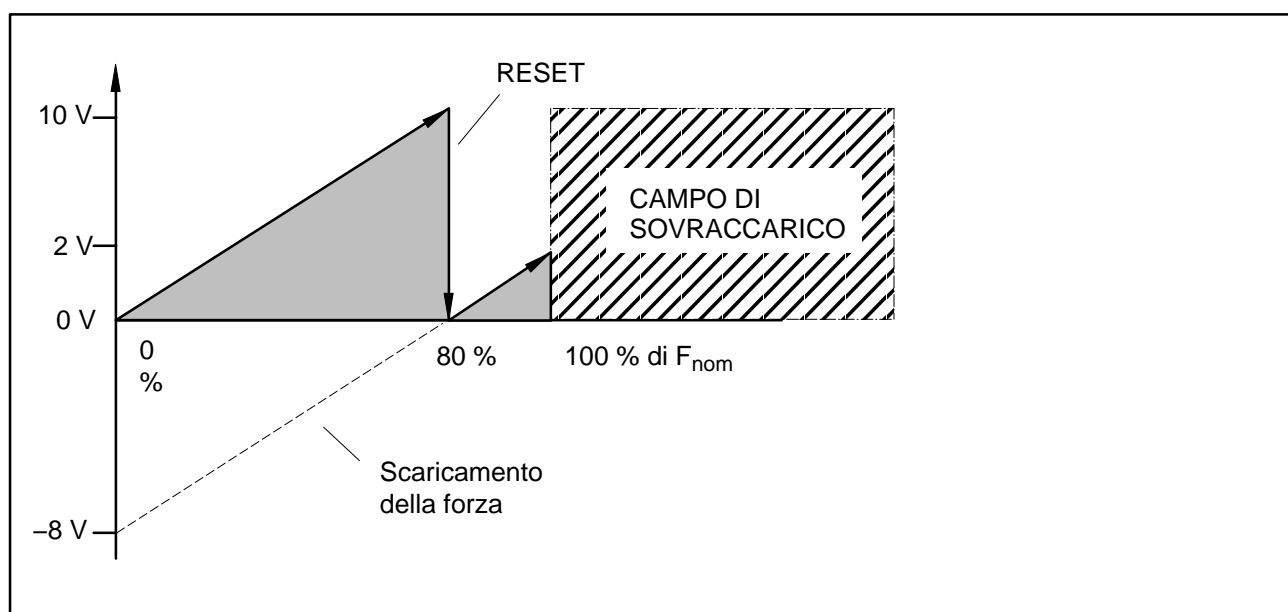


Fig. 7.1 Funzione di Reset



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 sovraccaricato, nonostante che il segnale di uscita resti nel campo -10 ... +10 V.

RANGE1 / RANGE 2

Con tensione d'ingresso di 0 V al Polo RANGE 1 / RANGE 2 (vedere Fig. 3.1 a pagina 10 e Fig. 6.1 pagina 14), 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 nomi-

nale / campo di uscita (funzione di Zoom). A tal scopo applicare la tensione di 24 V₌ al Polo.

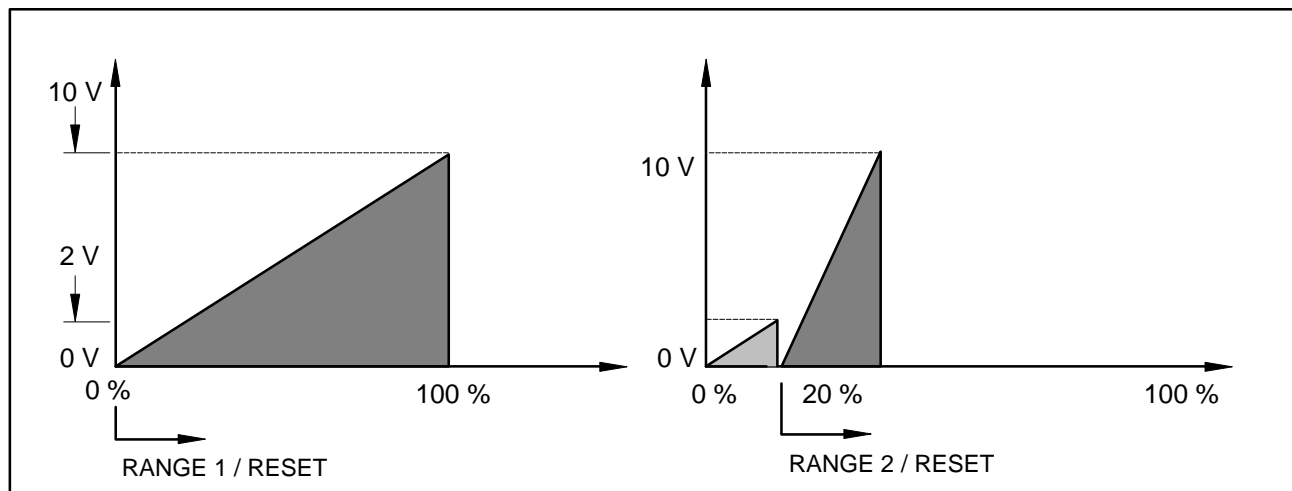


Fig. 7.2 „Zoomata“ nel secondo Campo di misura

La commutazione del campo di misura al 20 % può essere usata anche per operare con una forte riserva di sovraccarico del trasduttore, allorché il compito di misura comporti possibilità critiche di sovraccarico. In tal caso l'amplificatore di carica mostrerà il sovraccarico già al superamento del 20 % della forza nominale.

La tensione di alimentazione e gli ingressi di controllo RANGE1 / RANGE2 e MEASURE / RESET sono isolate 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. Verranno pertanto visualizzati e trasmessi alla seguente elettronica di valutazione dei valori di misura errati.

7.1 Identificazione trasduttore TEDS

TEDS (Transducer Electronic Data Sheet – Prospetto Dati Elettronico Trasduttore) consente di trasferire i dati del trasduttore (valori nominali) 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 elettronico o protocollo di taratura ed autoconfigurarsi di conseguenza.

Il segnale di TEDS è disponibile al Polo 4 verso il Polo 6 (massa) della spina di collegamento (vedere Fig. 6.1 a pagina 14).

Anche l'informazione concernente la commutazione fra Range1 e Range2 e viceversa viene rilevata automaticamente da TEDS e resa disponibile, ma l'elettronica di elaborazione seguente deve tuttavia rileggere TEDS.



Importante

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

7.1.1 Gerarchia dei Diritti di TEDS

Il TEDS-Editor utilizza una determinata gerarchia dei diritti:

1. Diritti standard (livello USR)

Questo livello contiene le assegnazioni che possono essere modificate da ogni utente, ad esempio per adattarsi alla specifica applicazione: nome del punto di misura, valore di zero, filtro, ecc.

2. Diritti di taratura (livello CAL)

Questo livello contiene le assegnazioni che devono essere modificate da un laboratorio di taratura, p. es. l'aggiornamento dei valori nominali nel modulo TEDS dopo una ritaratura.

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 di successivo aggiornamento con TEDS, questi diritti sono naturalmente utilizzabili anche dai clienti della HBM.

Per modificare le assegnazioni nei cosiddetti „Template“ (Modelli) sono necessari diversi diritti di uso, i quali possono differire da assegnazione ad assegnazione all'interno del Template. Comunque il software deve supportare la gestione dei diritti, in caso contrario tutte le voci potrebbero essere accessibili durante l'uso successivo (la gerarchia dei diritti specificati nello standard TEDS non è controllato dai moduli TEDS, e non tutti i pacchetti software supportano la gestione dei diritti).

7.1.2 Il contenuto della memoria 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 vengono salvati solo i valori assegnati. Sia l'assegnazione che l'interpretazione dei rispettivi valori numerici viene effettuata dal Firmware dell'elettronica di elaborazione. Ciò comporta un consumo minimo della memoria di TEDS. Il contenuto della memoria è suddiviso in 3 aree:

Area 1:

Numero identificativo di TEDS univoco a livello mondiale (non modificabile).

Area 2:

Area base (Basic TEDS), la cui struttura è definita dalla norma IEEE 1451.4. Qui si trovano i dati quali il tipo di trasduttore, il produttore ed il 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 viene definita anche la grandezza di misura e la sua unità di misura fisica. Le unità disponibili sono stabilite nella norma IEEE per la corrispondente grandezza di misura. Per la grandezza di misura Forza l'unità è il N (Newton).

Inoltre, per la creazione del Template, deve essere già stata scelta la risoluzione dei valori caratteristici mappati in TEDS (curva caratteristica del trasduttore). La HBM ha scelto „Full Precision“ (piena 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 la 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 $-10 \dots +10 \text{ V}$,
- tensione di alimentazione necessaria ($18 \dots 24 \text{ V}_{\text{=}}$).

Esempio:

Amplificatore di carica e trasduttore di forza da 20 kN.

Contenuto iscritto dalla HBM sulla base del singolo Protocollo di prova: Area 3 dell'amplificatore di carica CMA158 con No. di Fabbricazione 123456, prodotto il 27-06-2007 dalla HBM.

Template: High Level Voltage				
Parametro	Valore ¹⁾	Unit	Livello Diritti:	Spiegazione
Transducer Electrical Signal Type	Voltage Sensor		ID:	
Minimum Force/Weight	0.000	N	CAL	La grandezza di misura fisica e l'unità vengono stabilite alla creazione del Template e non possono perciò più essere modificate.
Minimum Force/Weight	20.000k	N	CAL	
Minimum Electrical Value	0.00000	V/V	CAL	La differenza fra questi valori è la sensibilità nominale secondo il Protocollo di prova HBM od il Certificato di taratura ¹⁾ .
Minimum Electrical Value	+9.5700	V/V	CAL	
Mapping Method	Linear			Quest'assegnazione non può essere modificata.
AC or DC Coupling	CC		ID:	

Template: High Level Voltage				
Parametro	Valore ¹⁾	Unit	Livello Diritti:	Spiegazione
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:	Resistenza di uscita secondo il prospetto dati HBM.
Excitation Level (Nominal)	18.0	V	ID:	Limite inferiore del campo di esercizio 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-Jun-2007		CAL	Data della realizzazione del Protocollo di prova dalla HBM (o dell'ultima taratura o dell'assegnazione dei dati di TEDS). Formato: gg – mm – aa.
Calibration Initials	HBM		CAL	Iniziali del taratore o dell'ente che ha effettuato la taratura (max. tre caratteri).
Calibration Period (Days)	0	days	CAL	Termine per la ritaratura, da calcolare dalla data Calibration Date sotto specificata.
Measurement location ID	0		USR	Numero di identificazione per il punto di misura (assegnato dall'utente). Valori possibili: da 0 a 2047 (solo numeri). Come supplemento è disponibile anche il Template HBM Channel Comment (commento canale).

¹⁾ Valori di esempio col trasduttore di forza CFT/20kN

Si possono creare ulteriori Template, p. es. il Template HBM „Signal Conditioning“ (condizionamento segnale).



Consiglio

Ulteriori informazioni si trovano nel sito Internet della HBM www.hbm.com/HBMdoc sotto TEDS.

7.2 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 portata 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 paragrafo 6.3. Appena si sostituisce un componente, i dati devono essere di nuovo trasmessi per modificare il modulo TEDS.



Se l'amplificatore di carica non è considerato parte della catena di misura, il modulo TEDS non è ancora iscritto.

Aggiornamento del contenuto di TEDS

Per aggiornare i dati di TEDS devono essere disponibili i corrispondenti Hardware e Software ed i relativi Diritti necessari (CAL), vedere il paragrafo 7.1.1 a pagina 17.

Partendo dalla sensibilità dei componenti amplificatore di carica e trasduttore di forza, usare una moltiplicazione per calcolare l'esatto campo di uscita (guardare le informazioni addizionali nel Protocollo di prova):

Campo di uscita U_a (in V) = Campo della forza misuranda (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 $-7,779 \text{ pC/N}$
Amplificatore di carica CMA158 Sensibilità $-0,064 \text{ mV/pC}$

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

7.3 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 = $\text{Forza}_1 * \text{Sensibilità_Sensore}_1 + \text{Forza}_2 * \text{Sensibilità_Sensore}_2$



Consiglio

Con sensori della stessa sensibilità, cioè dello stesso tipo, si calcola la Forza dividendo la Carica misurata per la Sensibilità del sensore.

Esempio:

Siano collegati due sensori CFT/5kN all'amplificatore CMA5000/2. La sensibilità di ogni sensore sia 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 del carico è omogenea sui trasduttori.

8 Consigli sulla tecnica di misura piezoelettrica

I sensori piezoelettrici di forza possiedono numerosi vantaggi: sono straordinariamente compatti, la loro elevata sovraccaricabilità si adatta perfettamente alla catena di misura ed hanno una deflessione di misura trascurabile. Ciò comporta un'elevata rigidità e delle straordinarie proprietà dinamiche.

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

8.1 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.

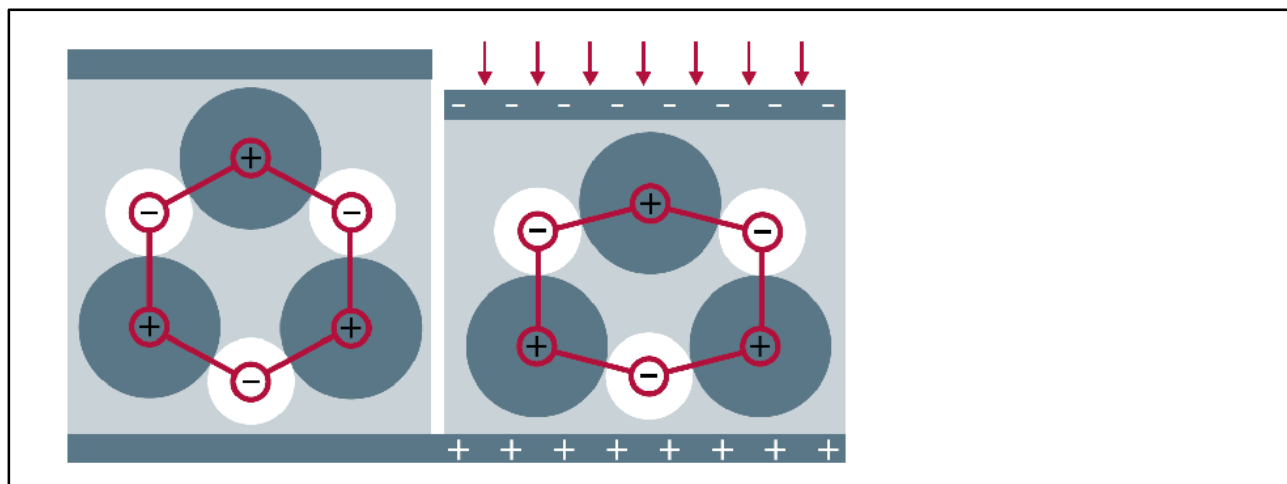


Fig. 8.1: Modo di funzionamento dei sensori piezoelettrici

Sotto l'azione della forza agente, si spostano gli atomi positivi e negativi del reticolo cristallino. Ne conseguono delle cariche elettriche sui lati superiori ed inferiori come mostrato in Fig. Fig. 8.1. Lo spostamento degli atomi è proporzionale alla forza applicata e perciò lo sono anche le cariche sulle superfici del cristallo.

Due Fig. 8.2 anelli piezoelettrici di Quarzo sono racchiusi in una custodia costituita da 2 semigusci di metallo. La spina coassiale è collegata esternamente alla custodia ed internamente alla dispersione della carica fra i due dischi.

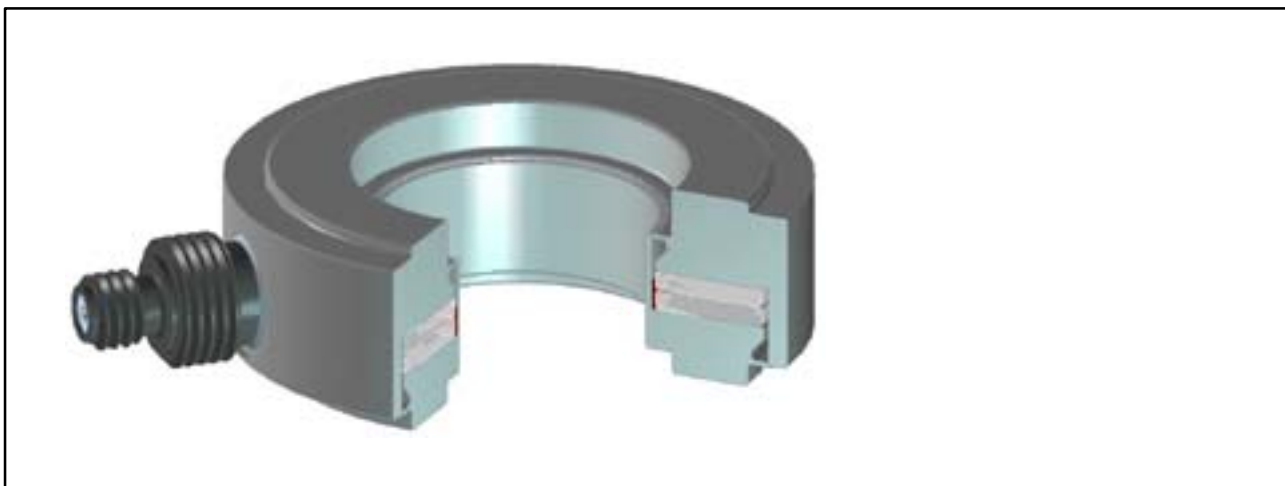


Fig. 8.2: Sezione dell'anello di misura della forza.

La carica esistente sulle superfici esterne del cristallo viene prelevata con degli elettrodi e può essere collegata ad un cosiddetto amplificatore di carica per convertirla in una tensione o corrente.

La *sensibilità* di un sensore piezoelettrico 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 dispositivo di precarico, il quale realizza una derivazione della forza. Il precarico risulta necessario per ottenere buone caratteristiche di linearità ed isteresi.

8.2 Forme disponibili e istruzioni per il montaggio

La HBM appronta due diverse forme di sensori piezoelettrici di forza: le rondelle di forza CFW ed i trasduttori di forza CFT.



Fig. 8.3: Trasduttori di forza del tipo CFW e CFT

8.2.1 Trasduttore piezoelettrico di forza CFT

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

8.2.2 Rondella piezoelettrica di forza CFW

Le rondelle di forza devono essere sempre installate col precarico. Ciò vale anche per la rondella piezoelettrica di forza CFW. Dopo il montaggio la rondella di forza è situata nella derivazione della forza, cioè una parte della forza non fluisce più nel sensore bensì nel dispositivo di precarico, p. es. il dispositivo di precarico CPS.

Il precaricamento della rondella 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 il trasduttore stesso.

A seconda della struttura del dispositivo di precarico, varia la sensibilità della catena di misura. Utilizzando il dispositivo di precarico CPS della HBM, la sensibilità della rondella di forza CFW diminuisce dal 7 al 12 %. Per determi-

nare affidabilmente la sensibilità, la rondella di forza deve essere tarata dopo aver effettuato il montaggio.

Taratura effettuata usando un trasduttore di forza tarato.

Un modo per tarare i sensori consiste nell'impiego di un trasduttore di forza tarato. 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 gli S9M della HBM. Non disponendo di amplificatori per sensori 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 taratura con cui si determina quella della catena di misura.

Taratura della catena di misura in tre passi

Come già sopra menzionato, dopo l'installazione si deve effettuare la taratura della catena di misura contenente rondelle piezoelettriche di forza (CFW). Ciò significa che dopo la taratura non potrà più essere modificato lo stato meccanico dell'installazione. Ciò vale particolarmente per il precarico.

1. Determinazione della sensibilità del sensore dopo il montaggio.

Si deve misurare la forza in N o la massa in kg contemporaneamente alla rilevazione della carica che viene generata da questa rondella piezoelettrica di forza. La sensibilità si può calcolare dividendo la carica per la forza ($\text{Sensibilità} = \text{Carica} / \text{Forza}$).

2. Selezione dell'amplificatore di carica.

Gli amplificatori di carica CMA sono disponibili con diversi campi di misura. Si deve 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.

8.3 Note sull'amplificatore di carica e sul collegamento elettrico

La carica generata dal sensore piezoelettrico viene convertita in una tensione ad essa proporzionale (Fig. 8.4).

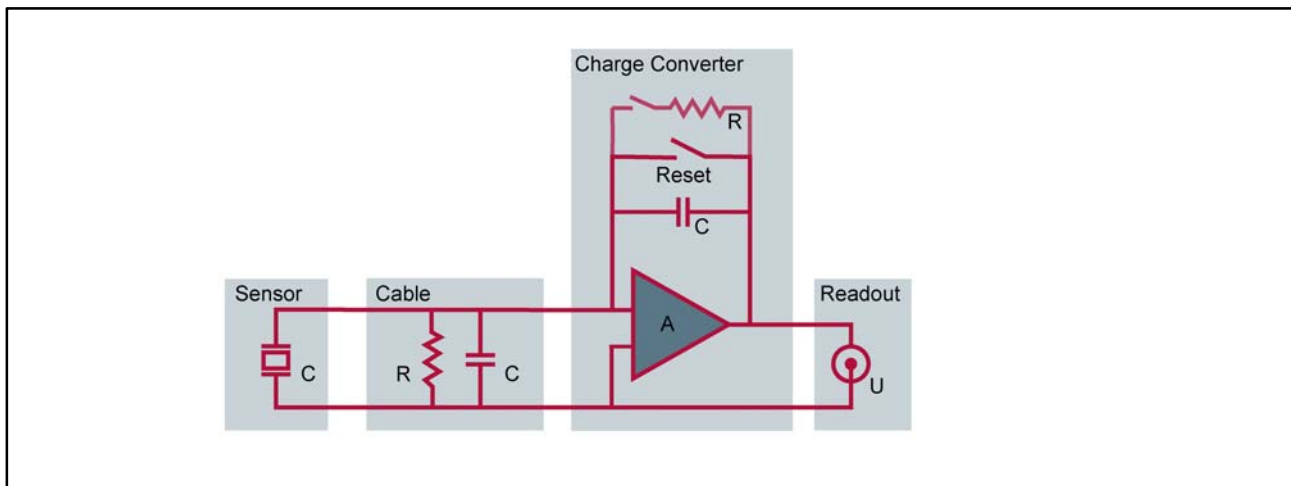


Fig. 8.4: Schema di principio di una catena di misura con sensore, cavo ed amplificatore di carica

I sensori piezoelettrici sono straordinari per misurazioni dinamiche e non per misurazioni riferite al punto zero. La deriva generata dalla catena di misura è così piccola da essere trascurabile anche nel caso di requisiti di alta precisione.

La deriva è l'effetto di una limitata resistenza di isolamento del cavo e dell'amplificatore di carica. Se il montaggio ed il collegamento sono 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 sensore.

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

1. Comportamento all'accensione 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, entra in deriva la catena di misura poiché la carica fluisce nella piccola resistenza di isolamento. Resistenza di isolamento ritenuta buona $>10^{12} \Omega$.

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

Si consiglia pertanto di chiudere con gli appositi coperchi in dotazione i connettori dei sensori e degli amplificatori di carica fino al loro collegamento. Appena scollegato un cavo, lo si dovrebbe ricollegare immediatamente o chiudere subito il relativo connettore e controconnettore col 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. Se lo fosse esso deve essere sostituito poiché non è possibile alcuna riparazione. Quale cavo adatto la HBM offre il 1-KAB143-3.

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

- svitare ed estrarre le spine,
- pulire a secco la superficie bianca della presa con un fazzolettino (p. es. quello con No. Cat. 1-8402.0026 della HBM),
- spruzzare la presa con Isopropanolo, p. es. l'IPA200 della RS Components,
- pulire nuovamente con un nuovo fazzolettino.

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

AVVISO

Il solvente RMS1 per la pulitura delle installazioni di ER non è adatto a pulire i collegamenti dei sensori piezoelettrici.

8.4 Influenza della temperatura

Influenza della temperatura del sensore sulla linea caratteristica

L'influenza della temperatura sulla sensibilità del sensore 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 dell'elemento strutturale dipende dalla temperatura). Inoltre, le variazioni di temperatura durante la misurazione inducono delle sollecitazioni termiche che generano un segnale di uscita.



Il segnale di uscita varia solo nel caso di cambiamento della temperatura, per stato termico stazionario non viene generata alcuna carica.

Gli effetti della temperatura si possono minimizzare allorché

- si lascia per tempo sufficiente il trasduttore alla temperatura di esercizio,
- non lo si tocchi poco prima della misurazione perché il calore delle mani lo riscalda irregolarmente,
- si effettui un Reset dopo ogni ciclo di misura.

La deriva e gli effetti di disturbo della temperatura sono importanti e devono essere presi in considerazione innanzi tutto nel caso di lunghi tempi di misura e basse forze agenti.

8.5 Influenze meccaniche

Nei sensori piezoelettrici di forza il cristallo si trova nel flusso diretto della forza. In ogni sensore l'elemento di misura (di Quarzo o di fosfato di Gallio) è posizionato per rilevare la massima forza normale agente. I momenti flettenti introdotti possono provocare il sovraccarico del trasduttore, dato che un lato del cristallo viene fortemente sollecitato mentre, al contrario, l'altro lato viene scaricato.

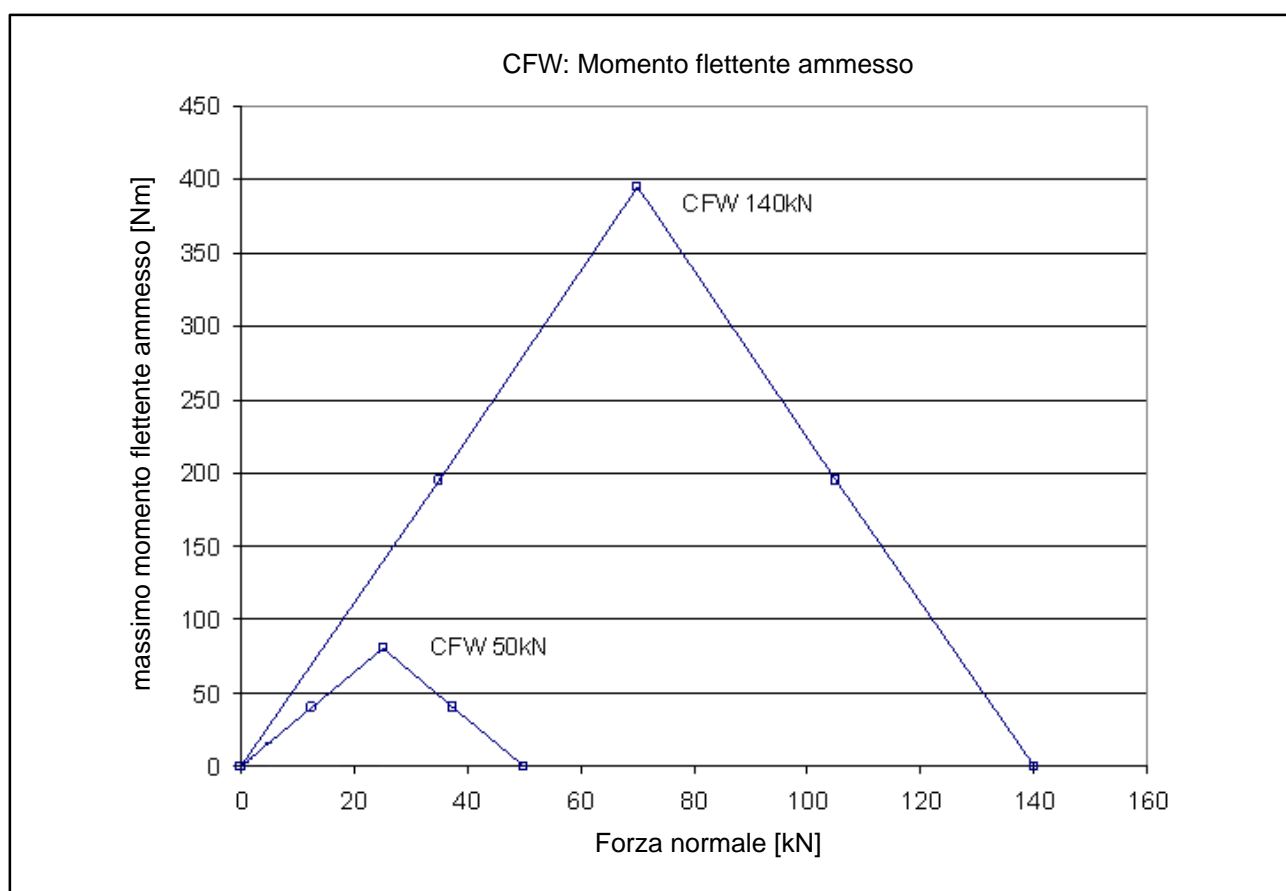


Fig. 8.5: Momento flettente ammesso sovrapposto alla forza nel senso di misura (forza normale) per il trasduttore tipo CFW.

La massima sollecitazione meccanica proviene dalla sollecitazione provocata dal momento flettente del cristallo che si somma alla sollecitazione di carico

della forza assiale misuranda. In nessun caso si deve superare la massima pressione superficiale ammessa.

Poiché con i sensori piezoelettrici il segnale di uscita non dipende dalla forza nominale del trasduttore, 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 ammesso in funzione della forza del processo. Il massimo momento flettente ammesso può essere supportato dalla rondella di forza con precarico del 50 %.

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

L'errore di misura causato dal momento flettente è piccolo, poiché la maggior sollecitazione del materiale su un lato del cristallo viene compensata dalla minor 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 appena -2,3 N. Resta problematico solo il possibile sovraccarico dell'elemento di misura.

Si prega pertanto di osservare la massima forza laterale specificata nel prospetto dati.

8.6 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 immediata la scelta dell'amplificatore di carica idoneo.

Il trasduttore può essere scelto adeguandolo perfettamente 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 campo di misura di 120 kN (p. es. il CFT/120 kN).
- Sensibilità del trasduttore: -4,0 pC/N.
- Campo di misura necessario = 400000 pC.

Esempio 2: Rondella di forza

- Si deve misurare una forza massima di 100 kN.
- Scelta di una rondella di forza con campo di misura di 140 kN (p. es. la 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 forza derivata che riduce la sensibilità dal ca. 7 % al 9 %. Resta un campo utile di ca. 0,8 x

140 kN = 112 kN. Con $-4,3$ pC/N e campo di misura di 100 kN si ottengono 430000 pC.

- Campo di misura necessario = 430000 pC.



Importante

La forza di precarico si deve misurare col sensore stesso. A tal scopo si può utilizzare la sensibilità specificata nei dati tecnici. Dato che a vite di precarico provoca una forza derivata, dopo il montaggio si deve ritarare il sensore al fine di determinare la sensibilità dell'impianto di misura approntato.

9 Manutenzione

L'amplificatore di carica CMA non richiede 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 attaccare le scritte sulla custodia.
- Durante la pulitura 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 fazzolettini No. Cat. 1-8402.0026 della HBM) e con Isopropanolo, p. es. l'IPA200 della RS Components. I solventi utilizzati per pulire le applicazioni di ER non sono adatti alla pulitura dei connettori!

10 Smaltimento rifiuti e protezione dell'ambiente

Tutti i prodotti elettrici ed elettronici devono essere smaltiti come rifiuti speciali. Il corretto smaltimento dei vecchi strumenti deve prevenire i danni all'ambiente ed i rischi per la salute.



Simbolo:

Significato: 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 i vecchi strumenti non più utilizzabili devono essere separati dalla normale spazzatura domestica in conformità alla normativa europea sulla protezione dell'ambiente e sul recupero delle materie prime.

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

Imballaggi

L'imballaggio originale degli strumenti HBM è fatto di materiale riciclabile che può perciò essere riutilizzato. Tuttavia conservare l'imballaggio per almeno tutto il tempo di validità della garanzia.

Per ragioni ecologiche, si prega di astenersi dal restituirci gli imballaggi vuoti.

11 Dati Tecnici (VDI / VDE / DKD 2638)

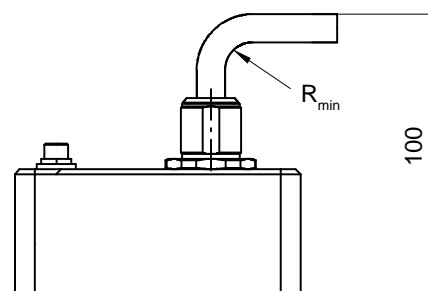
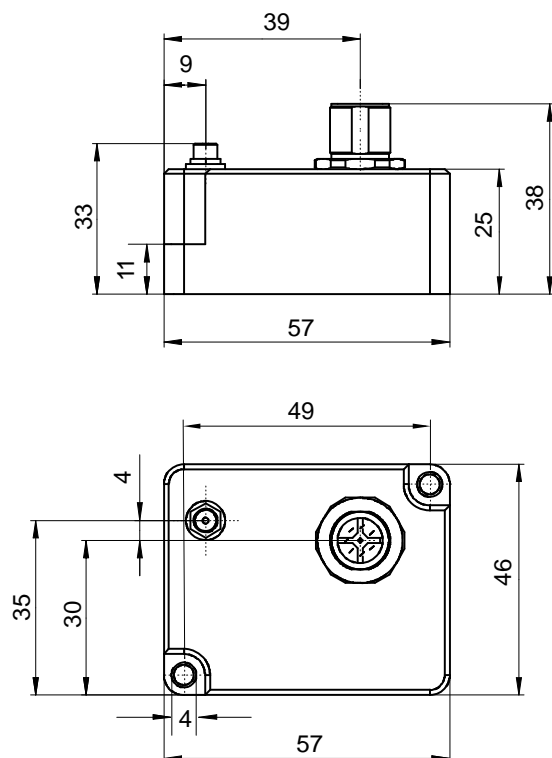
Amplificatore di carica		da CMA1 a CMA2000		CMA5000/2
Trasduttori collegabili		Sensori piezoelettrici (passivi)		
Max. carica d'ingresso	nC	1; 2; 5; 20; 39,5; 158,3; 210,5; 287; 482	2000	5000
Campo di misura tarato ¹⁾	% F _{nom}	100; 20		
Tempo di commutazione del campo di misura	μs	250		
Tensione di uscita	V	± 10		
Tolleranza del campo di uscita	%	± 0,5		± 1
Tempo transitorio per un segnale di uscita sicuro	ms	4		
Isteresi relativa; 0,5 x F _{nom}	%	< 0,05		
Deviazione relativa della linearit	%	< ± 0,05		
Influenza della temperatura sul campo di uscita, ogni 10 K	%	< 0,5		
TEDS secondo IEEE1451.4		1-Wire		
Campo nominale di temperatura	°C	0 ... 70		
Deriva, a 20 °C	pC/s	< 0,1	< 1	< 5
Frequenza di taglio	kHz	10 (-3 dB) 5 (-1 dB)	7 (-3 dB) 3,5 (-1 dB)	10 (-3 dB) 5 (-1 dB)
Tensione di alimentazione	V	24 (18 ... 30)		
Isolamento elettrico	V	Separazione galvanica fra l'ingresso del segnale (ingresso della carica) e la tensione di alimentazione; la custodia del CMA non deve essere posta a massa.		
Potenza assorbita	W	< 1,2		
Resistenza di uscita	Ω	< 10		
Resistenza di carico ammessa	kΩ	> 5		
Ingressi di comando				
Commutazione Reset / Measure	pC	< ± 2		
Tempo di commutazione Reset / Measure	μs	< 100		
Tempo totale per il Reset	ms	75		
Modo di misura MEASURE	V	0 ... +5 oppure aperto		
RESET	V	12 ... 30		
Campo di misura RANGE1	V	0 ... +5 oppure aperto		
RANGE2	V	12 ... 30		
Resistenza alle vibrazioni da 20 ... 2000 Hz, durata 16 minuti, ciclo 2 minuti	m/s ²	100		
Urti (durata 1 ms)	m/s ²	2000		

Amplificatore di carica		da CMA1 a CMA2000	CMA5000/2
Materiale della custodia		alluminio	
Dimensioni (l x h x p)	mm	57 x 46 x 38	72 x 46 x 39
Peso	g	130	
Collegamento elettrico 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)	
Grado di protezione (con cavo collegato)		IP65	
Conformità EMC secondo EN 61326–1:2007, EN 61326–2–3:2007		in campo industriale	

¹⁾ Campi di misura specifici su richiesta del cliente

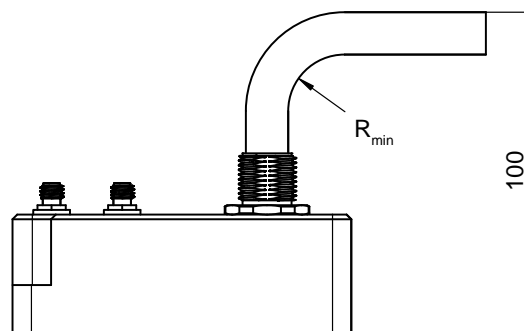
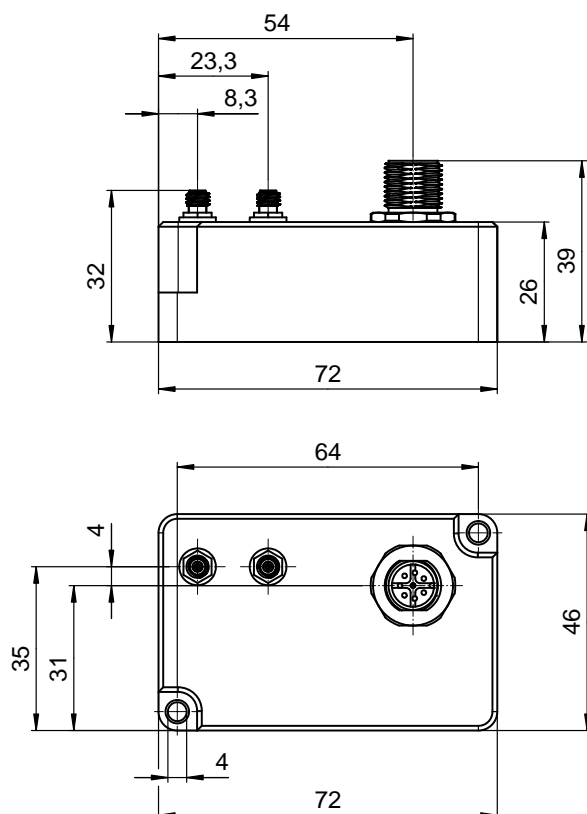
12 Dimensioni

da CMA1 a CMA2000, dimensioni in mm



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

CMA5000/2, dimensioni in mm



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

© Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH.

Riserva di modifica.

Tutti i dati descrivono i nostri prodotti in forma generica. Pertanto essi non costituiscono alcuna garanzia di qualità o di durabilità.

Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH

Im Tiefen See 45 • 64293 Darmstadt • Germany

Tel. +49 6151 803-0 • Fax: +49 6151 803-9100

Email: info@hbm.com • www.hbm.com

measure and predict with confidence

