

# Istruzioni di montaggio

Trasduttore di  
deformazioni

## DD1





<b>Contenuto</b>	<b>Pagina</b>
<b>Note sulla sicurezza</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Corredo di fornitura</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Struttura dello strumento base</b> .....	<b>7</b>
2.1 Collegamento dello strumento base .....	8
2.2 Prolungamento del cavo .....	10
2.3 Strumenti di misura .....	10
2.4 Sensibilità del trasduttore .....	10
2.5 Impiego dello strumento base .....	11
<b>3 Estensometro per provini</b> .....	<b>12</b>
3.1 Serie di accessori DD1/ZA e DD1/ Z11 .....	12
3.2 Serie di accessori DD1/ZE .....	13
3.3 Determinazione della base di misura effettiva $l_0$ .....	16
3.4 Taratura con l'estensometro per provini .....	18
<b>4 Panoramica delle serie di accessori</b> .....	<b>20</b>
<b>5 Custodia</b> .....	<b>20</b>
<b>6 Dati tecnici dello strumento base</b> .....	<b>21</b>
<b>7 Dimensioni</b> .....	<b>22</b>

## Note sulla sicurezza

### Uso conforme ai regolamenti

Il trasduttore di deformazioni del tipo DD1 è concepito per la misurazione di deformazioni. Qualsiasi altro impiego è da considerare **non conforme**.

Per garantire il funzionamento in sicurezza, il trasduttore può essere usato esclusivamente come specificato nelle istruzioni di montaggio. Inoltre, durante il suo uso si devono rispettare i regolamenti e le direttive sulla sicurezza e sulla prevenzione degli infortuni validi per ogni caso particolare.

Ovviamente, quanto affermato è valido anche per gli eventuali accessori.

Per lo scopo per cui deve essere usato, il trasduttore non è inteso quale elemento di sicurezza. L'impiego adeguato del trasduttore richiede anche il trasporto professionale, l'appropriato magazzinaggio, l'installazione, il montaggio e manovra accurate e l'ottima manutenzione.

### Rischi generici per la non osservanza dei regolamenti di sicurezza

I trasduttori DD1 corrispondono all'attuale stato della tecnologia e sono di funzionamento sicuro.

Tuttavia, il loro impiego non conforme da parte di personale non professionale o non addestrato, comporta dei rischi residui.

Tutti coloro che sono incaricati dell'installazione, messa in funzione, manutenzione o riparazione dei trasduttori, devono assolutamente aver letto ed aver compreso le istruzioni di montaggio, in particolare per ciò che riguarda le indicazioni relative alla sicurezza d'impiego.

### Rischi residui

Le caratteristiche e la dotazione di fornitura dei trasduttori coprono solo una parte della tecnica di misura delle deformazioni. L'ingegnere, il costruttore e l'operatore dell'impianto devono realizzare ed essere responsabili di tutti i dispositivi accessori di sicurezza in vigore nella tecnica dei trasduttori di deformazione, atti ad annullare o minimizzare i rischi residui.

Infine, detti rischi residui devono essereresi noti.

In questo manuale, i rischi residui vengono segnalati dai seguenti simboli:



Simbolo:

## AVVERTIMENTO

*Significato:*

### Possibile situazione di pericolo

Segnala una **possibile** situazione di pericolo che – se non vengono rispettate le disposizioni di sicurezza – **può avere** come conseguenza gravi ingiurie corporali o la morte.



Simbolo:

## ATTENZIONE

*Significato:*

### Situazione di pericolo

Segnala una **possibile** situazione di pericolo che – se non vengono rispettate le disposizioni di sicurezza – **potrebbe avere** come conseguenza leggere o medie ingiurie corporali.



Simbolo:

## AVVISO

Segnala che vengono fornite importanti indicazioni sul prodotto oppure sul suo maneggio.



Simbolo:

## Marchio CE

*Significato:*

Col marchio CE, il costruttore garantisce che il suo prodotto adempie ai requisiti specificati nelle direttive UE appropriate.

## **Conversioni o modifiche**

Dal punto di vista strutturale o della sicurezza, è fatto divieto di modificare i trasduttori, se non con nostra espressa autorizzazione. Qualsiasi modifica provoca la caduta della nostra responsabilità sui danni che potrebbero derivare dal loro impiego.

## **Personale qualificato**

Questo trasduttore può essere installato e maneggiato esclusivamente da personale qualificato, che osservi strettamente i dati tecnici e che ottemperi ai regolamenti di sicurezza. Inoltre, il personale deve applicare i regolamenti sulla prevenzione degli infortuni concernenti ogni applicazione individuale. Quanto affermato vale anche per gli eventuali accessori impiegati.

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

## **Condizioni ambientali**

Proteggere il trasduttore dall'umidità e dalle influenze meteorologiche quali, ad esempio, pioggia, neve, ecc.

## **Manutenzione**

Il trasduttore di deformazioni DD1 non necessita di alcuna manutenzione.

## 1 Corredo di fornitura

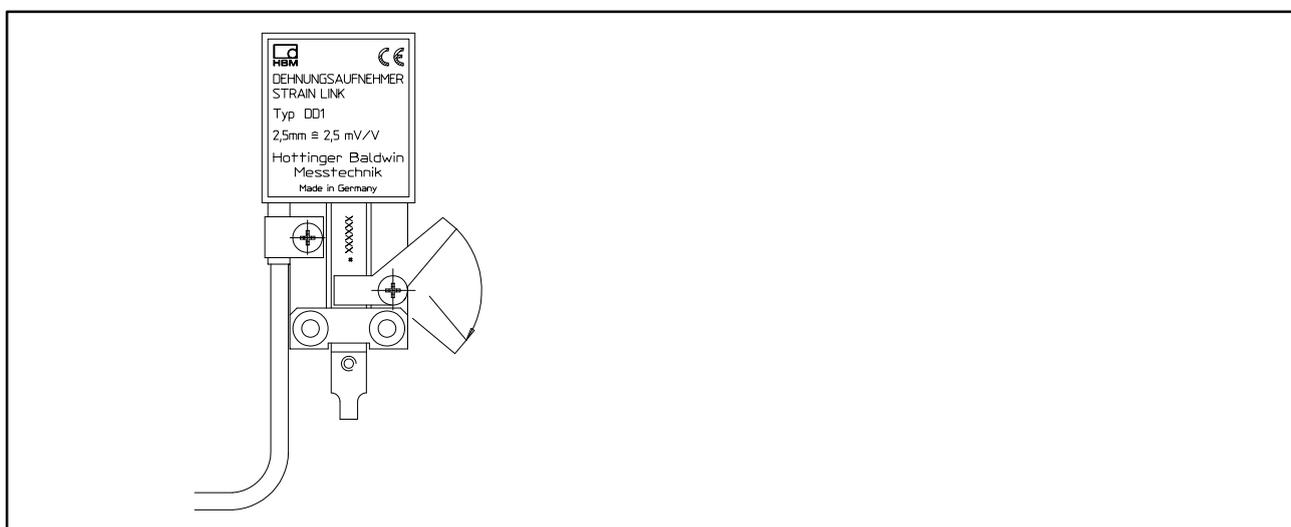
- 1 Strumento base DD1
- 1 Istruzioni di montaggio

### Accessori:

- Serie di accessori DD1/ZA (estensometro per provini)
- Serie di accessori DD1/ZE (estensometro ad attacco rapido)
- Serie di accessori DD1/ZV11 (serie di prolunghe)

## 2 Struttura dello strumento base

Lo strumento base è un trasduttore di spostamento, il quale converte in un segnale elettrico lo spostamento della punta del tastatore. La conversione avviene mediante estensimetri elettrici a resistenza (ER), circuitati a ponte intero, sul tastatore all'interno dello strumento. Gli ER sviluppati appositamente, la tecnica di applicazione, il circuito di compensazione e la scelta del materiale, garantiscono l'elevata precisione e la lunga durata della vita dello strumento.



La punta del tastatore può rilevare spostamenti fino a  $s = \pm 2,5 \text{ mm}$ , le battute di arresto bilaterali proteggono il meccanismo di misura dal sovraccarico meccanico. Entro lo spostamento di misura dato, la corsa da misurare viene convertita in un segnale elettrico ad essa proporzionale. La deviazione della sensibilità è inferiore allo 0,05 % del fondo scala.

Lo strumento, completo di cavo, è tarato in modo tale che alla corsa  $s = 1 \text{ mm}$  della punta corrisponda il segnale di uscita di  $1 \text{ mV/V}$ . Il segnale è positivo per spostamento del tastatore verso l'etichetta della custodia e negativo per senso contrario.

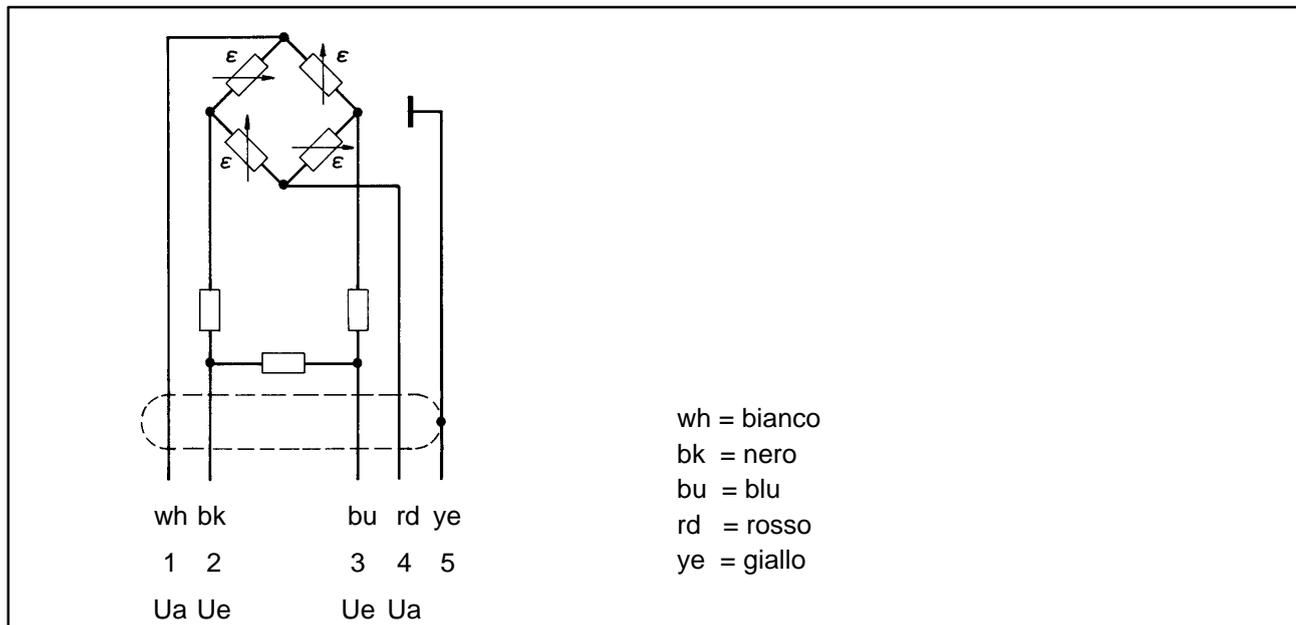
Lo strumento permette sia misurazioni statiche che dinamiche.

La frequenza superiore di taglio dipende, per ogni singolo caso, dall'assemblaggio dello strumento, dalle condizioni di serraggio e dall'entità dello spostamento. Con condizioni favorevoli si raggiungono i  $50 \text{ Hz}$ .

Il cavo di collegamento integrale dello strumento base, a quattro conduttori e schermato, è leggero e flessibile in modo da evitare reazioni sul trasduttore. Esso è lungo  $1,5 \text{ m}$  e, all'estremità libera, termina con una capsula contenente i resistori di taratura. **Questa capsula non deve mai essere aperta ne, tantomeno rimossa**, pena la distruzione della taratura del trasduttore.

L'estremità del cavo che esce dalla capsula ha i conduttori liberi, in modo da poter connettere la spina che si preferisce.

## 2.1 Collegamento dello strumento base

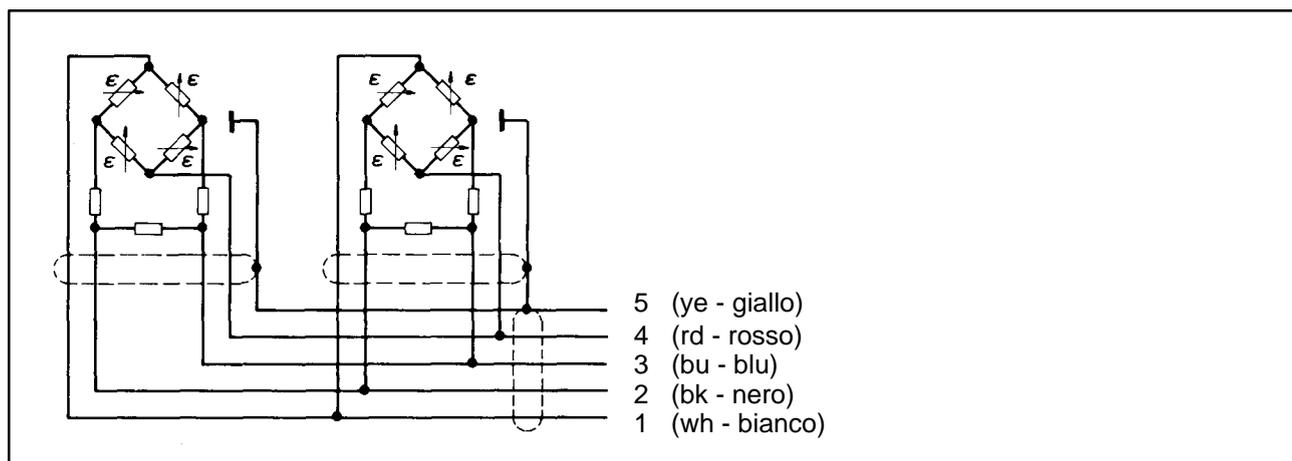


**Fig. 2.1:** Codice colori

L'alimentazione del trasduttore si effettua ai conduttori 2 (nero) e 3 (blu), il segnale di uscita è disponibile ai conduttori 1 (bianco) e 4 (rosso).

Se viene eseguita una misurazione con due strumenti DD1 contemporaneamente, p.es. come il caso descritto nel paragrafo 3.1 di due estensometri su un provino in trazione, sono possibili diversi tipi di circuitazione.

I trasduttori possono essere commutati alternativamente ad un canale di misura, oppure possono essere collegati in parallelo fra di loro (vedere figura 2.2). Il collegamento in parallelo si usa per ottenere il valore medio dei valori di misura dei due trasduttori. Per effettuare il collegamento in parallelo, connettere fra di loro i fili con il medesimo colore od il medesimo numero.



**Fig. 2.2:** Collegamento in parallelo di due DD1

### Tensione di alimentazione

Entro il campo di temperatura ambiente ammesso  $-10 \dots +60 \text{ }^\circ\text{C}$ , si può alimentare il trasduttore con tensioni fino a 6 V. Alla temperatura ambiente od inferiore, la tensione di alimentazione può salire fino a 10 V.

L'impiego del trasduttore a temperature inferiori ai  $-10^\circ\text{C}$  o superiori ai  $+60^\circ\text{C}$ , come pure l'esercizio con tensioni di alimentazione superiori, può essere effettuato, ma sotto certe condizioni. Tuttavia, sono necessari accordi preliminari con il costruttore sui dettagli dell'applicazione.

## 2.2 Prolungamento del cavo

Se circostanze speciali rendono necessario il prolungamento del cavo di collegamento, con cavi molto lunghi bisogna aspettarsi una variazione della sensibilità del sistema trasduttore + cavo. Nel caso di alimentazione in continua (CC) la variazione di sensibilità è da attribuire alla resistenza ohmica del cavo, per frequenza portante (FP) entra in gioco anche l'influenza della capacità fra i conduttori e la dissimmetria capacitiva del cavo.

Per cavi molto lunghi si consiglia sia l'impiego dei cavi speciali della HBM che la taratura del sistema di misura, provocando uno spostamento definito del tastatore del trasduttore.

## 2.3 Strumenti di misura

Il trasduttore DD1 può operare con tutti gli amplificatori di misura adatti all'uso con la tecnica estensimetrica, facendo attenzione solo all'entità della tensione di alimentazione. Pertanto si possono impiegare sia amplificatori di misura in continua che quelli a frequenza portante.

## 2.4 Sensibilità del trasduttore

Il trasduttore viene tarato con sensibilità di 1 mV/V di alimentazione per mm di spostamento:

$$1 \text{ mm di spostamento} = 1 \text{ mV/V}$$

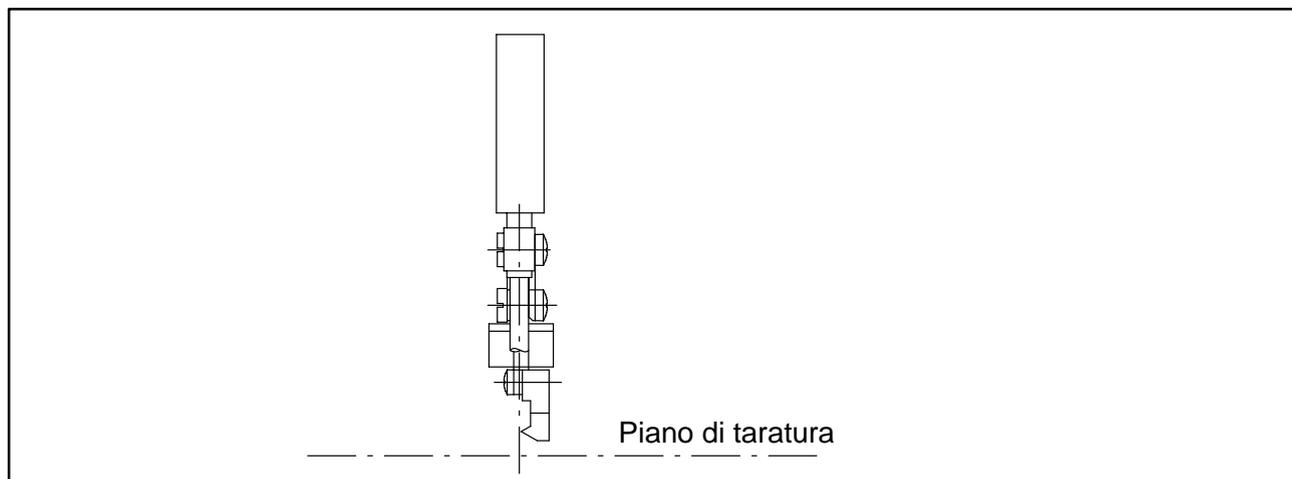
Questa sensibilità è valida per tutto il campo di misura di  $\pm 2,5$  mm, con insicurezza dello  $< 0,5$  %. La sensibilità data presume che il trasduttore sia alimentato con tensione impressa (resistenza interna della sorgente di tensione  $R_S = 0$ ).

La sensibilità del DD1 si riferisce al piano di taratura rappresentato in figura 2.3, a cui è assegnata una certa lunghezza del tastatore.

Tutti gli accessori di serie sono dimensionati su questo piano di taratura.

Quando si fissa la punta al tastatore, far bene attenzione che essa venga ben posizionata alla battuta del tastatore e che sia ben serrata.

Nel campo nominale di temperatura  $-10 \dots +60 \text{ }^\circ\text{C}$ , è compensata l'influenza della temperatura sulla sensibilità .

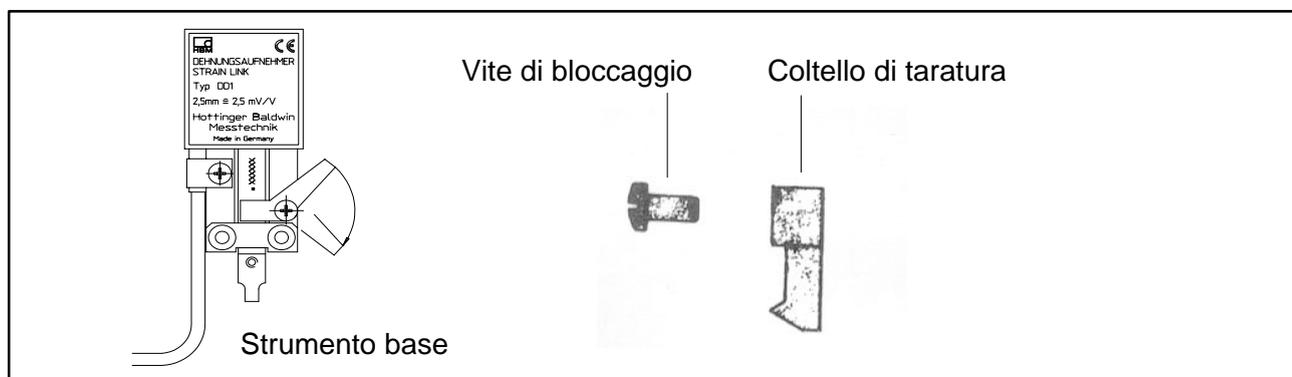


**Fig. 2.3:** Piano di taratura

## 2.5 Impiego dello strumento base

Nello strumento base DD1 è compreso il coltello di taratura con la relativa vite di bloccaggio. Con questi elementi si può utilizzare lo strumento base per la misurazione della variazione di distanza fra due oggetti, ove lo spostamento del tastatore ( $s = \Delta L$ ) rappresenta direttamente la grandezza di misura.

Con gli accessori descritti nelle pagine seguenti, lo strumento base DD1 può essere impiegato come estensometro per provini.

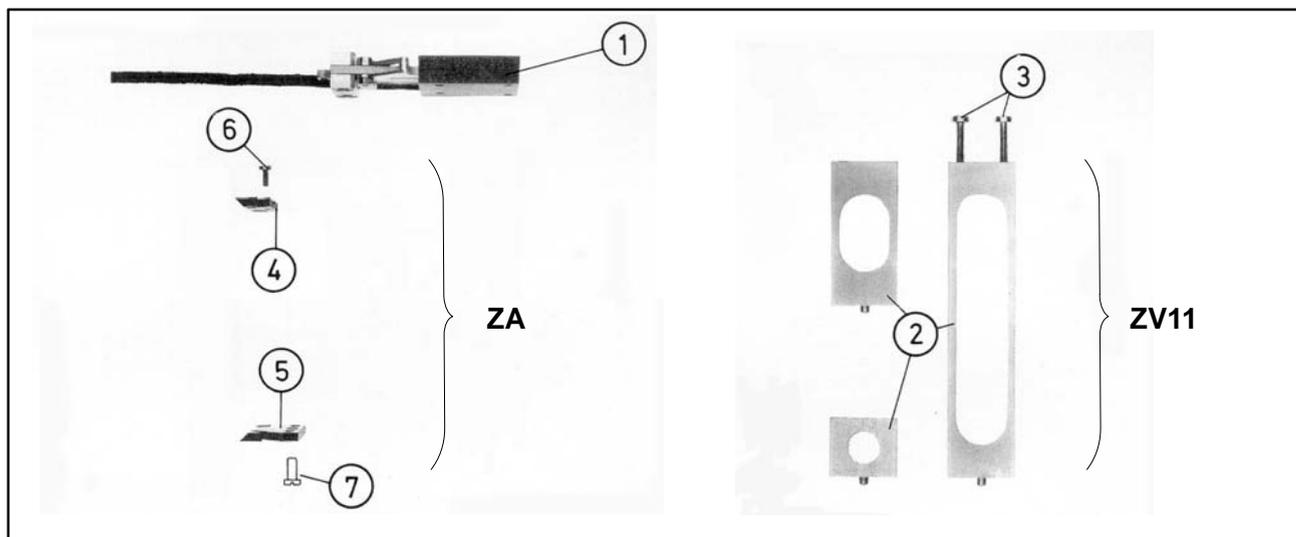


### 3 Estensometro per provini

Mediante le **Serie di accessori DD1/ZA e DD1/ZV11**, lo strumento base diventa un **Estensometro per provini**. Questo estensometro si può usare su provini tondi o piatti, di metallo o di materia plastica. La forza di serraggio sul provino può essere dosata finemente negli attacchi.

#### 3.1 Serie di accessori DD1/ZA e DD1/ Z11

La serie di accessori DD1/ZV11 comprende le prolunghe e le relativi viti di serraggio che, insieme alla serie di accessori DD1/ZA, rendono lo strumento base un estensometro per provini. Le prolunghe dell'accessorio DD1/ZV11 sono di acciaio ferritico con coefficiente di dilatazione termica  $\alpha = 11 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ .



**Fig. 3.1:** DD1 con le serie di accessori DD1/ZA e DD1/ZV11

No. parte in Fig. 3.1	Denominazione
1	Strumento base DD1
2	Tre prolunghe per base di misura nominale ( $L_0 = 25, 50, 100 \text{ mm}$ )
3	Due viti di bloccaggio della parte 2 sulla 1
4	Coltello del tastatore
5	Coltello della prolunga
6	Vite di bloccaggio della parte 4 sulla 1
7	Due viti di bloccaggio della parte 5 sulla 2

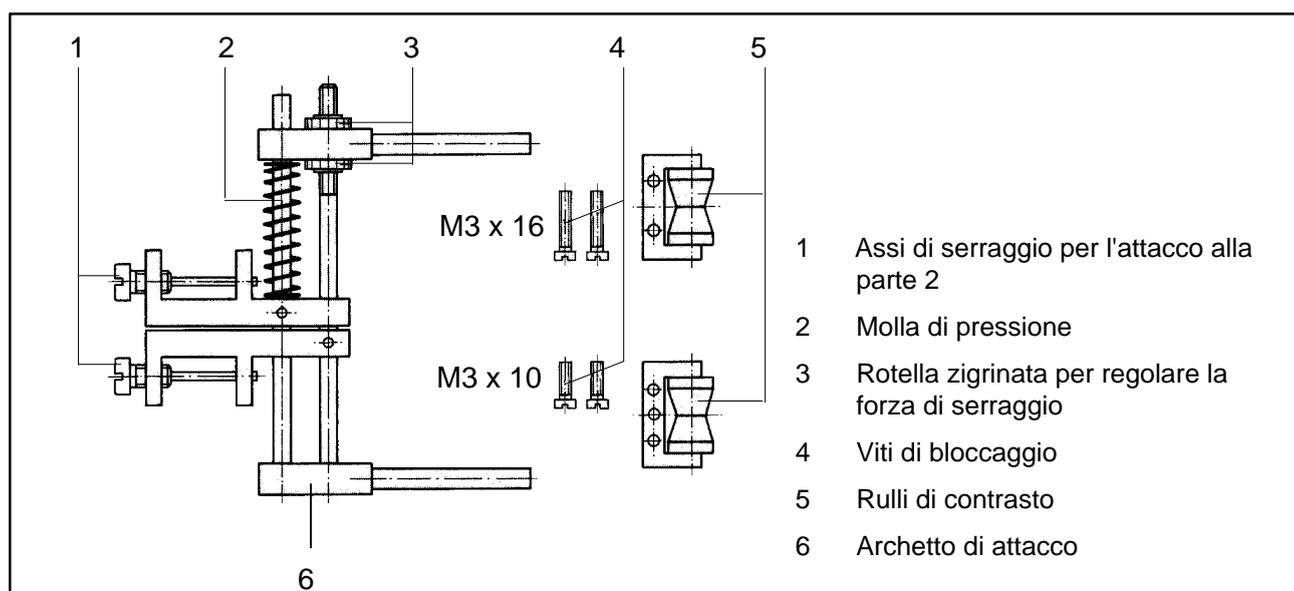


**Fig. 3.2:** Due estensometri per provini montati contrapposti **DD1 ZA**

### 3.2 Serie di accessori DD1/ZE

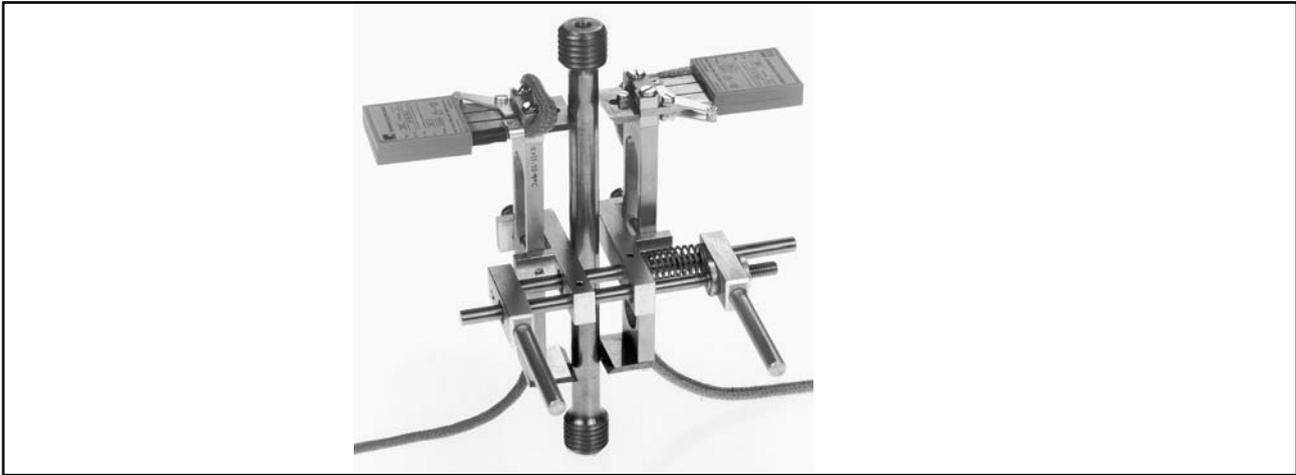
Con l'**attacco rapido DD1/ZE** si monta manualmente l'estensometro per provini sull'oggetto di misura. La forza di serraggio si regola mediante due rotelle zigrinate. L'attacco rapido viene impiegato quando è necessaria la sovente e rapida sostituzione del provino.

Questo dispositivo si può usare sia per uno che per due strumenti base DD1. Usandolo con un solo trasduttore DD1, si devono avvitare i due rulli di contrasto sulla prolunga contrapposta.



**Fig. 3.3:** Due estensometri per provini montati contrapposti **DD1/ZE**

Massimo diametro del provino per  
un trasduttore DD1: 35 mm  
due trasduttori DD1: 30 mm



**Fig. 3.4:** Due estensometri per provini montati DD1 contrapposti con l'attacco rapido **DD1/ZE**

Usando questo attacco rapido, il massimo diametro ammesso del provino si riduce a 20 mm.

Il suo impiego principale è quello di estensometro per la prova di trazione di provini. Per compensare l'errore di misura provocato dal momento flettente a cui è soggetto il provino in trazione, si consiglia il montaggio di due estensometri contrapposti sul provino, così come indicato in figura 3.4.

Misurando elettricamente la base di misura effettiva  $L_0$  (dopo l'attacco, la base di misura effettiva  $L_0$  può essere leggermente diversa da quella nominale, vedere il paragrafo 3.3), durante la taratura si può visualizzare il segnale del traduttore in unità di deformazione.

L'estensometro per provini permette anche misurazioni di allungamenti. Le prolunghie  $L_0 = 25, 50$  e  $100$  mm dell'estensometro per provini determinano il campo di misura di deformazione corrispondente al campo di spostamento del tastatore  $\Delta L = \pm 2,5$  mm dello strumento base, così come indicato nella sottostante Tabella 2.

Base nominale di misura $L_0$ in mm	Campo di deformazione $\epsilon$ in $\mu\text{m/m}$
25	- 100000 + 100000
50	- 50000 + 50000
100	- 25000 + 25000

**Tabella 2:** Campo di deformazione in funzione della base nominale di misura  $L$

Se durante il montaggio dell'estensometro DD1 sul provino si fissa la posizione del tastatore in uno o nell'altro senso fino alla sua battuta, si può sfruttare tutto il suo campo di  $\Delta L = + 5$  mm oppure  $- 5$  mm per la misurazione di allungamenti (deformazioni) oppure di accorciamenti (contrazioni).

Per determinare la necessaria riduzione della base di misura  $L_0$ , consultare il paragrafo 3.3.

### 3.3 Determinazione della base di misura effettiva $l_0$

Il trasduttore di deformazioni DD1 rileva lo spostamento effettivo della base di misura  $l_0^*$ .

Conoscendo la base di misura  $l_0^*$  ed applicando la relazione  $\varepsilon = \Delta l/l_0$ , si determina la deformazione relativa.

La base di misura  $l_0^*$  effettiva varia ogni volta che si attacca l'estensometro al provino e, di conseguenza, solo in caso ideale essa corrisponde esattamente a quella nominale  $l_0$ .

Per determinare la  $l_0^*$ , nella serie di accessori DD1/ZK è compresa un'asta di taratura con le tre lunghezze nominali 25, 50 e 100 mm.

La base di misura effettiva  $l_0^*$  si rileva come segue:

1. collegare il trasduttore all'amplificatore di misura,
2. sbloccare la levetta di arresto del trasduttore,
3. attaccare il trasduttore all'asta di taratura,
4. bilanciare a zero la catena di misura,
5. tarare l'amplificatore di misura ( $\pm 1 \text{ mV/V} = 1 \text{ mm}$ ),
6. staccare il trasduttore e bloccare la levetta di arresto,
7. attaccare il trasduttore sul provino, sbloccare la levetta di arresto,
8. il segnale di uscita corrisponde ora alla differenza fra la lunghezza di taratura  $l_k$  e la base di misura effettiva  $l_0^*$ .

La base di misura effettiva  $l_0^*$  si può determinare dalla lunghezza di taratura  $l_k$  e la succitata differenza  $l_k - l_0^*$ .

Esempio:

Prolunga con base nominale di misura  $l_0 = 50$  mm, lunghezza di taratura  $l_k = 49,998$  mm (vedere asta di taratura), campo di misura 2 mV/V.

$$2 \text{ mV/V} = 2 \text{ mm} = U_a = 10 \text{ V}$$

Segnale differenziale (vedere punto 8) = + 0,4 V = lunghezza differenziale  $l_x$

$$+10 \text{ V} = + 2 \text{ mm}$$

$$+ 0,4 \text{ V} = l_x$$

$$l_x = 0,08 \text{ mm}$$

Pertanto la *base di misura effettiva*  $l_0^*$  si determina da:

$$l_0^* = l_k + l_x = 49,998 \text{ mm} + (+ 0,08 \text{ mm})$$

$$l_0^* = 50,078 \text{ mm} = 0,050078 \text{ m}$$

Dopo aver determinato la base di misura effettiva  $l_0^*$  si deve effettuare il bilanciamento a zero dell'amplificatore di misura. La variazione di lunghezza può essere direttamente determinata da questo punto zero elettrico.

### 3.4 Taratura con l'estensometro per provini

Di seguito si può determinare la deformazione relativa  $\varepsilon$  in funzione della base di misura effettiva  $l_0^*$ .

$$\varepsilon = \Delta l / l_0^*$$

Esempio: Il valore di misura per la variazione di lunghezza sia + 2,67 V

$$+ 10 \text{ V} = + 2 \text{ mm}$$

$$+ 2,67 \text{ V} = \Delta l$$

$$\Delta l = (+ 2,67 \text{ V} \times + 2 \text{ mm}) / +10 \text{ V}$$

$$\Delta l = 0,534 \text{ mm} = 534 \text{ }\mu\text{m}$$

La variazione di lunghezza assoluta è 534  $\mu\text{m}$ . La deformazione relativa si ricava dalla relazione:

$$\varepsilon = \Delta l / l_0^* = 534 \text{ }\mu\text{m} / 0,050078 \text{ m} = 10663 \text{ }\mu\text{m/m}$$

Si può omettere questa conversione, se l'amplificatore di misura è tarato con l'indicazione appropriata e, pertanto, il segnale di misura sia direttamente proporzionale alla deformazione relativa. A tal scopo, all'atto della taratura col fattore  $\kappa$ , si deve tuttavia tener conto del rapporto  $l_0^*/l_0$  ove, nella valutazione del segnale di uscita del valore finale del segnale di taratura, esso deve moltiplicato per  $\kappa$  prima della impostazione.

#### Esempio:

Base nominale di misura  $l_0 = 50 \text{ mm}$ ; base di misura effettiva  $l_0^* = 50,078 \text{ mm}$ ; per deformazione relativa di 10000  $\mu\text{m/m}$  deve uscire l'indicazione appropriata. A questa deformazione, l'amplificatore deve avere la piena uscita ( $U_a=10 \text{ V}$ ).

$$\kappa = l_0^* / l_0 = 50,078 \text{ mm} / 50 \text{ mm} = 1,00156$$

Il valore 10000  $\mu\text{m}/\text{m}$  deve uscire nell'unità appropriata.

$$\Delta l = l_0 \times \varepsilon$$

$$\Delta l = 0,05 \text{ m} \times 10000 \mu\text{m}/\text{m} = 500 \mu\text{m}$$

La sensibilità del trasduttore è espressa da:

$$1 \text{ mV}/\text{V} = 1000 \mu\text{m}$$

Da questa relazione si ricava:

$$0,5 \text{ mV}/\text{V} = 500 \mu\text{m}$$

Con il segnale di taratura di 0,5 mV/V, la tensione di uscita deve essere impostata a 10 V moltiplicato  $\kappa$ .

$$10 \text{ V} \times 1,00156 = 10,0156 \text{ V (segnale di uscita)}$$

Ora, per segnale di uscita valutato in questo modo:

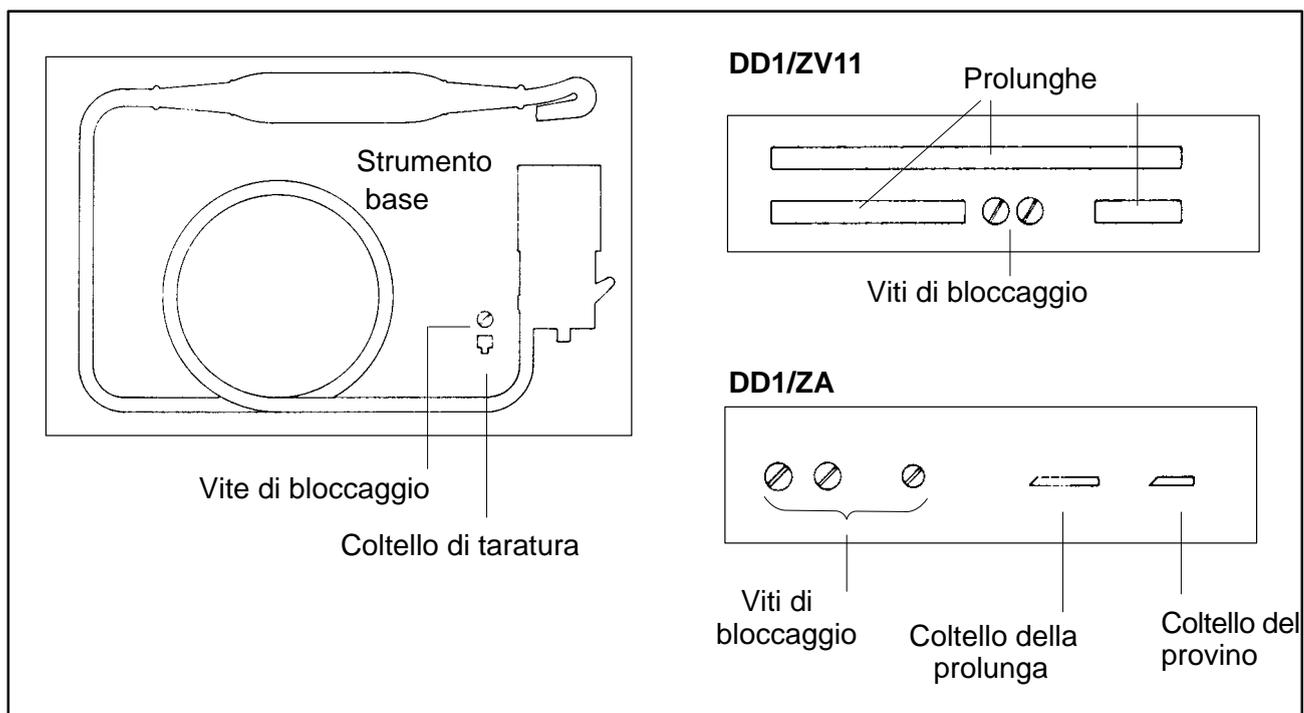
$$10 \text{ V} = 10000 \mu\text{m}/\text{m} \text{ (deformazione relativa).}$$

## 4 Panoramica delle serie di accessori

Impiego del DD1 quale	Strumento base DD1	ZV11 <sup>1)</sup>	ZA	ZE
Estensometro per provini	X	X	X	
Estensometro per provini con attacco bilaterale	XX	XX	XX	
Estensometro per provini con attacco rapido, monolaterale	X	XX	X	X
Estensometro per provini con attacco rapido, bilaterale	XX	XX	XX	X

- 1) DD1/ZV 11: acciaio ferritico con  $\alpha = 11 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$   
 $\alpha$  = coefficiente di dilatazione termica

## 5 Custodia



**Fig. 5.1:** Strumento base e serie di accessori

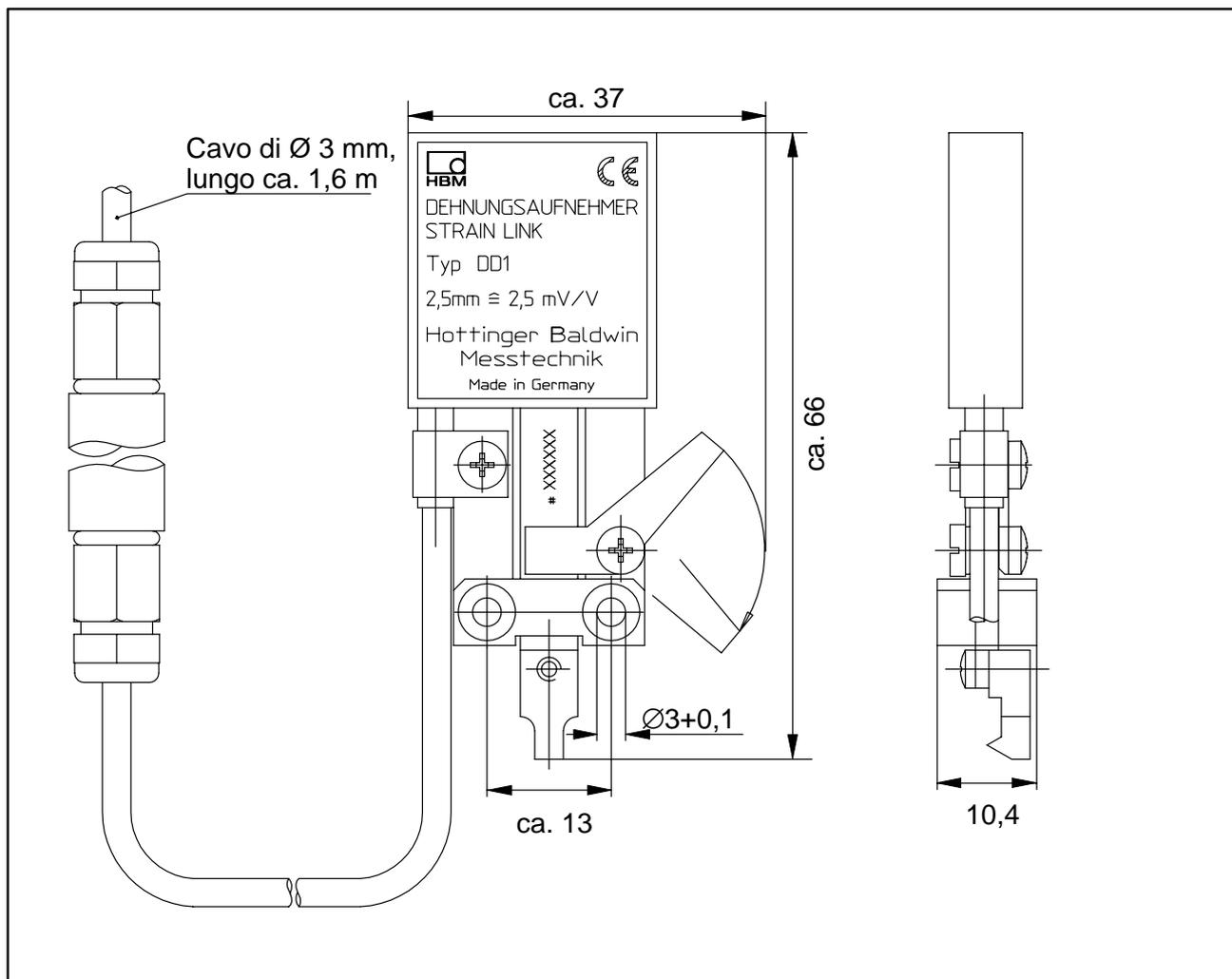
## 6 Dati tecnici dello strumento base

Tipo		DD1
<b>Classe di precisione</b>		0,1
<b>Variazione nominale dello spostamento</b>	mm	$\pm 2,5$
<b>Sensibilità nominale</b> (segnale nominale di uscita per variazione nominale di spostamento)	mV/V	$\pm 2,5$
<b>Tolleranza della sensibilità</b> (deviazione della sensibilità* dal valore nominale)	%	$\pm 0,5$
<b>Influenza della temperatura, ogni 10 K, nel campo nominale di temperatura</b> sulla sensibilità, riferita al valore misurato sul segnale di zero, riferita alla sensibilità	%	$< \pm 0,03$
	%	$< 0,05$
<b>Deviazione della caratteristica</b> (deviazione della linearità, isteresi compresa)	%	$< \pm 0,05$
<b>Principio di misura elettrico</b>		Ponte intero di ER
<b>Resistenza d'ingresso alla temp. di riferimento</b>	$\Omega$	$350 \pm 3$
<b>Campo nominale della tensione di alimentazione alla temperatura di riferimento</b>	V	1...6
<b>Campo della tensione di alimentazione alla temperatura di riferimento</b>	V	1...10
<b>Costante della molla</b> (forza di reazione del tastatore)	N/mm	ca. 0,23
<b>Temperatura di riferimento</b>	$^{\circ}\text{C}$	23
<b>Campo nominale di temperatura</b>	$^{\circ}\text{C}$	-10...+60
<b>Campo della temperatura di esercizio **</b>	$^{\circ}\text{C}$	-20...+70
<b>Campo della temperatura di magazzino **</b>	$^{\circ}\text{C}$	-50...+70
<b>Lunghezza del cavo</b>	m	1,5
<b>Peso del trasduttore, senza cavo</b>	g	20

\* La sensibilità è il segnale di uscita effettivo alla variazione nominale di lunghezza

\*\* Se il cavo non si muove, può giungere a  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$

## 7 Dimensioni





Riserva di modifica.  
Tutti i dati descrivono i nostri prodotti in forma generica.  
Pertanto essi non costituiscono alcuna garanzia formale e  
non possono essere la base di alcuna nostra responsabilità.

**HBM Italia srl**

Via Pordenone, 8 | 20132 Milano - MI  
Tel.: +39 0245471616; Fax: +39 0245471672  
E-mail: [info@it.hbm.com](mailto:info@it.hbm.com) ; [support@it.hbm.com](mailto:support@it.hbm.com)  
Internet: [www.hbm.com](http://www.hbm.com)



measurement with confidence