



Maggiore precisione.

optoNCDT // Sensori di spostamento laser (triangolazione)



Sensori laser smart per misurazioni precise optoNCDT 1900

designed for advanced
AUTOMATION

-  Per superfici comuni
-  Velocità di misura fino a 10 kHz
-  **INTER FACE** Analogica (U/I) / RS422 / PROFINET / EtherNet/IP / EtherCAT
-  **ASc** Advanced-Surface-Compensation
-  Riproducibilità $<0,1 \mu\text{m}$
-  Ideali per l'uso in serie e le applicazioni OEM
-  Massima resistenza alla luce ambientale
-  Elevata resistenza agli urti e alle vibrazioni



Sensori laser di nuova generazione

I sensori laser optoNCDT 1900 sono utilizzati per misurazioni dinamiche di spostamento, distanza e posizione e offrono una combinazione unica di prestazioni, design e integrabilità. Il controller ad alte prestazioni integrato consente un'elaborazione e un output rapidi e molto precisi dei valori misurati.

Questi innovativi sensori sono utilizzati in tutte le situazioni in cui sono richieste la massima precisione e una tecnologia all'avanguardia, ad esempio l'automazione avanzata, l'industria automobilistica, la stampa 3D e le macchine di misura a coordinate.

Advanced-Surface-Compensation

Il controllo intelligente dell'esposizione per le superfici complesse

I sensori laser optoNCDT 1900 sono dotati di una regolazione intelligente della superficie. Algoritmi innovativi consentono misurazioni stabili anche su superfici complesse con riflessi variabili. Inoltre, i nuovi algoritmi compensano la luce ambientale fino a 50.000 lux. I sensori presentano quindi la massima resistenza alla luce ambientale della loro classe e possono essere utilizzati anche in ambienti molto illuminati.



Advanced-Surface-Compensation

Il controllo dell'esposizione consente di ottenere misurazioni affidabili di superfici che cambiano rapidamente.

Facile integrazione grazie all'Ethernet industriale

I più recenti sensori a triangolazione laser optoNCDT 1900 sono disponibili anche con un'interfaccia Ethernet industriale integrata. A seconda del modello, è possibile integrare le prestazioni complete del sensore direttamente nel PLC tramite EtherCAT, EtherNet/IP o PROFINET senza alcun modulo di interfaccia aggiuntivo. Gli utenti possono ottenere dati in tempo reale, senza ritardi e con un'installazione e un cablaggio ridotti.

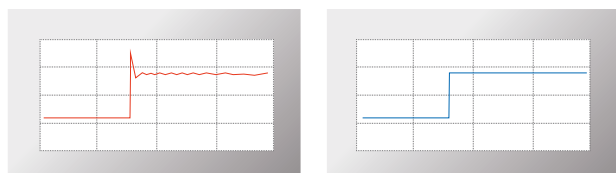
A seconda del modello, il sensore può essere parametrizzato direttamente tramite Ethernet industriale o tramite l'intuitiva interfaccia web. Per misurazioni molto rapide, il sensore offre una funzione di sovracampionamento che consente di registrare o trasmettere i dati di misurazione fino a otto volte più velocemente del tempo del ciclo del bus, a seconda del bus di campo.

EtherCAT®

EtherNet/IP®

PROFI
NET®

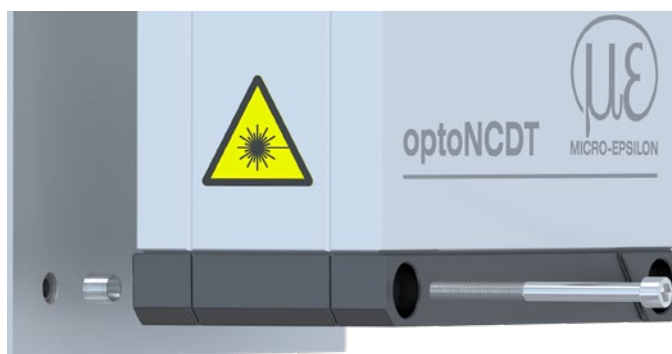
Modello	Tecnologia	Campi di misura	Riproducibilità	Linearità
optoNCDT 1900		2 - 500 mm	0,1 μ m	da 0,02%
optoNCDT 1900LL		2 - 50 mm	0,1 μ m	da 0,02%



La media dei valori misurati in due fasi consente di ottenere curve di segnale uniformi quando si misurano i bordi (destra), altrimenti verranno generati segnali di interferenza (sinistra).

Massima stabilità grazie all'ottimizzazione intelligente del segnale

Per l'ottimizzazione del segnale, per la prima volta è disponibile una media dei valori misurati in due livelli, che consente un andamento regolare del segnale in corrispondenza di bordi e gradini. Soprattutto per le misurazioni rapide di parti in movimento, la media dei valori misurati consente un andamento preciso del segnale.



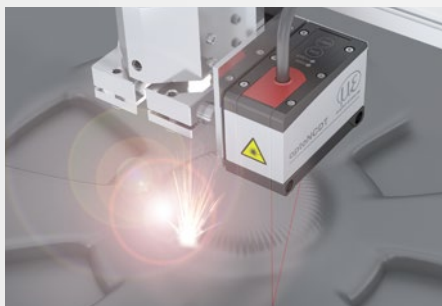
Montaggio brevettato

Semplicità di montaggio e riproducibilità elevata nella sostituzione dei sensori

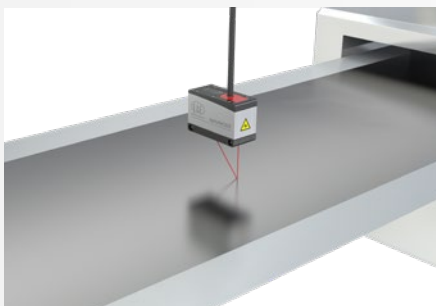
Facile montaggio e messa in servizio

Il montaggio tramite manicotti calibrati orienta automaticamente il sensore nella posizione corretta. Questo consente sia una facile sostituzione dei sensori, sia una precisione ancora superiore nell'esecuzione delle operazioni di misurazione. Grazie alle dimensioni ridotte, il sensore laser può essere integrato anche negli spazi ristretti.

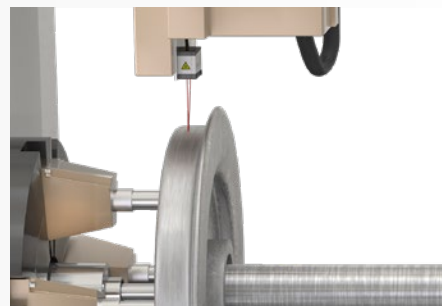
Esempi di applicazioni



Misurazione della distanza delle testine di stampa



Misurazione dello spessore delle lamine degli elettrodi



Test di usura degli pneumatici

optoNCDT 1900 con interfaccia Ethernet industriale integrata (Dati tecnici generali)



Modello		ILD1900-xx con interfaccia Ethernet industriale integrata
Velocità di misura ^[1]		regolabile a 7 livelli: 10 kHz / 8 kHz / 4 kHz / 2 kHz / 1 kHz / 500 Hz / 250 Hz
Stabilità in temperatura ^[2]		±0,005 % FS / K
Fonte luminosa		Laser a semiconduttore ≤ 1 mW, 670 nm (rosso) con classe laser 2
Classe laser		Classe 2 secondo la norma DIN EN 60825-1: 2022-07 (classe 3 disponibile su richiesta)
Tensione di alimentazione ^[3]		11 ... 30 V CC o PoE
Consumo Energetico		< 3 W (24 V)
Ingresso segnale		1 x laser HTL/TTL on/off
Interfaccia digitale		EtherCAT / EtherNet/IP / PROFINET
Attacco		Pigtail integrato da 0,3 m con presa M12 a 12 pin; possibilità di estensione opzionale a 3 m / 6 m / 9 m (vedere Accessori per il cavo di connessione adatto)
Intervallo di temperatura	Stoccaggio	-20 ... +70 °C (senza condensa)
	Esercizio	0 ... +50 °C (senza condensa)
Urto/shock (DIN EN 60068-2-27)		15 g / 6 ms in 3 assi
Vibrazione (DIN EN 60068-2-6)		30 g / 20 ... 500 Hz
Classe di protezione (DIN EN 60529)		IP67
Materiale		Alloggiamento in alluminio
Peso		ca. 185 g (pigtail incluso)
Elementi di controllo e visualizzazione ^[4]		Pulsante di selezione: impostazione di fabbrica, modifica della modalità operativa; Interfaccia web per la configurazione: Preimpostazioni specifiche per l'applicazione, selezione dei picchi, segnale video, medie liberamente selezionabili, riduzione dei dati, gestione delle impostazioni; 1 x LED a colori per alimentazione/stato 2 x LED a colori per stato del bus di campo

^[1] La velocità di misura massima dipende dal bus di campo e dal tempo del ciclo del bus; impostazione di fabbrica: Velocità di misura 4 kHz, mediana 9

^[2] Nel centro intervallo di misurazione; il valore specificato si ottiene solo montando il sensore su un supporto metallico.

È necessario garantire una buona dissipazione del calore dal sensore alla staffa; il valore è valido nell'intervallo da 20 a 50 °C

^[3] PoE non possibile con PROFINET

^[4] Connessione al PC tramite cavo di rete (per EtherCAT: sensore in modalità di impostazione Ethernet)



Laser-Line - optoNCDT 1900LL

Modello		ILD1900-2LL	ILD1900-6LL	ILD1900-10LL	ILD1900-25LL	ILD1900-50LL
Campo di misura		2 mm	6 mm	10 mm	25 mm	50 mm
Inizio intervallo di misurazione		15 mm	17 mm	20 mm	25 mm	40 mm
Centro intervallo di misurazione		16 mm	20 mm	25 mm	37,5 mm	65 mm
Fine intervallo di misurazione		17 mm	23 mm	30 mm	50 mm	90 mm
Linearità ^[1]		< $\pm 1 \mu\text{m}$	< $\pm 1,2 \mu\text{m}$	< $\pm 2 \mu\text{m}$	< $\pm 5 \mu\text{m}$	< $\pm 10 \mu\text{m}$
		< $\pm 0,05 \% \text{ FS}$	< $\pm 0,02 \% \text{ FS}$	< $\pm 0,02 \% \text{ FS}$	< $\pm 0,02 \% \text{ FS}$	< $\pm 0,02 \% \text{ FS}$
Riproducibilità ^[2]		< $0,1 \mu\text{m}$	< $0,25 \mu\text{m}$	< $0,4 \mu\text{m}$	< $0,8 \mu\text{m}$	< $1,6 \mu\text{m}$
Diametro dello spot ^[3]	Inizio	55 x 480 μm	100 x 600 μm	125 x 730 μm	210 x 950 μm	235 μm x 1280 μm
	Centro	40 x 460 μm	50 x 565 μm	55 x 690 μm	80 x 970 μm	125 μm x 1500 μm
	Fine	55 x 440 μm	100 x 525 μm	125 x 660 μm	220 x 1000 μm	325 μm x 1740 μm
	Ø più piccolo	40 x 460 μm a 16 mm	50 x 565 μm a 20 mm	55 x 690 μm a 25 mm	80 x 970 μm a 37,5 mm	115 x 1450 μm a 59 mm
Luce ambientale consentita		50.000 lx				

^[1] Relativo all'uscita digitale; FS = del fondo scala

Dati validi per superfici bianche e a riflessione diffusa (ceramica di riferimento Micro-Epsilon per sensori ILD)

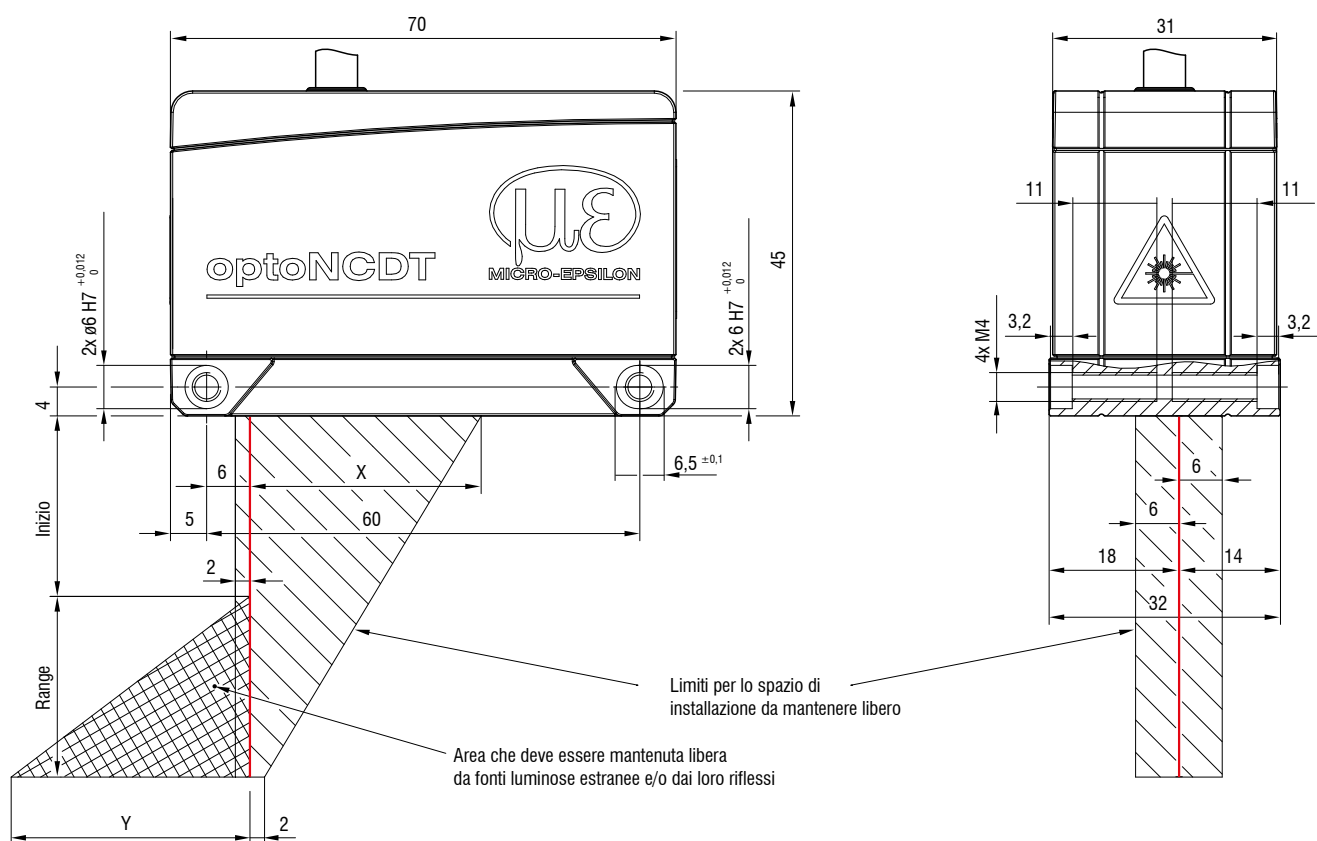
^[2] Valore tipico per la misurazione a 4 kHz e mediana 9

^[3] $\pm 10\%$; Inizio = inizio intervallo di misurazione; Centro = centro intervallo di misurazione; Fine = fine intervallo di misurazione

Diametro dello spot determinato con laser lineare utilizzando il metodo Knife-Edge 90/10 emulato

Dimensioni

optoNCDT 1900



Range	Inizio	X	Y
2	15	23	3
6	17	27	9
10	20	33	14
25	25	33	33
50	40	36	45
100	50	37	75
200	60	39	130
500	100	43	215

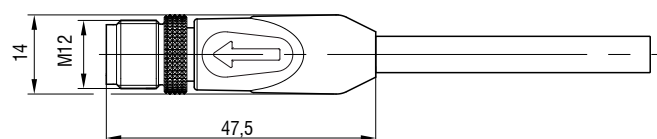
(Dimensioni in mm, non in scala)

Inizio = inizio intervallo di misurazione;

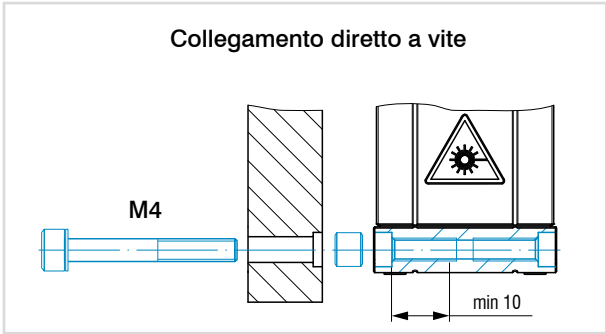
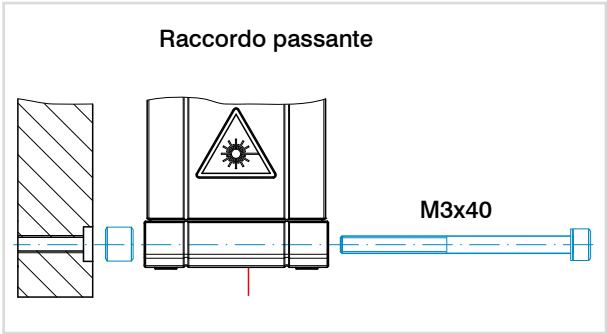
Centro = centro intervallo di misurazione;

Fine = fine intervallo di misurazione

Connettore (lato sensore)



Opzioni di montaggio



Accessori per optoNCDT 1900/1910

Alimentazione

PS2020 (alimentatore 24 V / 2,5 A; ingresso 100-240 V CA, uscita 24 V CC / 2,5 A; montaggio su guida standard simmetrica 35 mm x 7,5 mm, DIN 50022)

Pellicola protettiva

Pellicola protettiva trasparente 52 x 15 mm per IL1900

Custodia protettiva

Con pulizia e raffreddamento ad aria, vedere pagina 62

In dotazione

- 1 sensore IL1900/1910
- 1 istruzioni di montaggio
- 1 protocollo di calibrazione
- Accessori (2 bussole di centraggio, 2 M3 x 40)

Descrizione dell'articolo

ILD1900-	6	LL	CL3B	EtherCAT
				Interfaccia Non specificato: RS422, corrente, tensione (standard) Bus di campo integrato: EtherCAT, EtherNet/IP, PROFINET
				Classe laser Non specificato: Classe 2 (standard) 3B: su richiesta 3R: su richiesta
				Tipo di laser Non specificato: Punto laser rosso (standard) LL: Laser Line
				Campo di misura in mm
				Gamma di modelli ILD1900: Sensore di spostamento laser per l'Advanced Automation

Opzioni di collegamento

optoNCDT 1900

Opzioni di collegamento per sensori con cavo integrato

Diametro del cavo:	5,80 ±0,2 mm
Catena di trascinamento:	sì
Robot:	no
Intervallo di temperatura:	-25 ... 80 °C (in movimento) -40 ... 80 °C (non in movimento)
Raggio di curvatura:	> 30 mm (installazione fissa) > 75 mm (dinamico)

Sensore	Cavo	Tipo	Opzioni di collegamento e accessori
LD1900-xx ILD1900-xxLL ILD1910-xx	Cavo integrato Lunghezza 3 m	Estremità aperte	Connessione alla tensione di alimentazione Alimentazione PS2020  Modulo di interfaccia da RS422 a USB IF2001/USB IC2001/USB  Modulo di interfaccia per la connessione Ethernet industriale IF2035-PROFINET IF2035-EIP IF2035-EtherCAT 

Cavo di connessione adatto alle catene di trascinamento per sensori con pigtail

Diametro del cavo:	6,7 ±0,2 mm
Catena di trascinamento:	sì
Robot:	no
Intervallo di temperatura:	-25 ... 80 °C (in movimento) (fino a +105 °C per max. 3000 ore) -40 ... 80 °C (non in movimento)
Raggio di curvatura:	> 34 mm (installazione fissa) > 67 mm (dinamico) > 81 mm (catena di trascinamento)

Sensore	Cavo	Tipo	Opzioni di collegamento e accessori
ILD1900-xx ILD1900-xxLL ILD1910-xx	Cavo di prolunga pigtail Lunghezze 3 m / 6 m / 9 m / 15 m <i>N. art. Designazione</i> 29011218 PC1900-3/OE 29011219 PC1900-6/OE 29011220 PC1900-9/OE 29011221 PC1900-15/OE	Estremità aperte	Connessione alla tensione di alimentazione PS2020  Modulo di interfaccia da RS422 a USB IF2001/USB IC2001/USB  Modulo di interfaccia per la connessione Ethernet industriale IF2035-PROFINET IF2035-EIP IF2035-EtherCAT 
	Cavo adattatore per scheda di interfaccia PC Lunghezze 3 m / 6 m / 9 m / 15 m <i>N. art. Designazione</i> 29011316 PC1900-3/IF2008 PCIE 29011317 PC1900-6/IF2008 PCIE 29011318 PC1900-9/IF2008 PCIE 29011319 PC1900-15/IF2008 PCIE	Sub-D	Scheda di interfaccia per la registrazione sincronizzata dei dati IF2008PCIE / IF2008E 
	Cavo adattatore per controller C-Box (DPU) Lunghezze 3 m / 6 m / 9 m / 15 m <i>N. art. Designazione</i> 29011320 PC1900-3/C-Box 29011321 PC1900-6/C-Box 29011322 PC1900-9/C-Box 29011323 PC1900-15/C-Box	Sub-D	Modulo di interfaccia da RS422 a USB a 4 vie IF2004/USB 
	Cavo adattatore per modulo Ethernet Lunghezza 2 m <i>N. art. Designazione</i> 29011326 PCE1900-3/M12	M12	Controller per la conversione D/A e il calcolo di max. 2 segnali dai sensori Unità di elaborazione doppia  Modulo di interfaccia per la connessione Ethernet di un massimo di 8 sensori IF2008/ETH 

Cavi di connessione compatibili con i robot

Diametro del cavo:	ca. 7,3 mm
Catena di trascinamento:	no
Robot:	sì
Intervallo di temperatura:	-40 ... 90 °C (in movimento) -50 ... 90 °C (non in movimento)
Raggio di curvatura:	> 37 mm (installazione fissa) > 73 mm (dinamico)

Sensore	Cavo	Tipo	Opzioni di collegamento e accessori
LD1900-xx ILD1900-xxLL ILD1910-xx	Cavo di prolunga pigtail Lunghezze 3 m / 6 m / 9 m / 15 m <i>N. art.</i> <i>Designazione</i> 29011404 PC1900R-3/OE 29011405 PC1900R-6/OE 29011406 PC1900R-9/OE 29011407 PC1900R-15/OE	Estremità aperte	Connessione alla tensione di alimentazione PS2020  Modulo di interfaccia da RS422 a USB IF2001/USB IC2001/USB  Modulo di interfaccia per la connessione Ethernet industriale IF2035-PROFINET IF2035-EIP IF2035-EtherCAT 

Cavo di connessione per sensori con interfaccia Ethernet industriale integrata

Diametro del cavo:	7,5 ±0,2 mm
Catena di trascinamento:	sì
Robot:	no
Intervallo di temperatura:	-40 ... 90 °C (in movimento) -50 ... 90 °C (non in movimento)
Raggio di curvatura:	> 38 mm (installazione fissa) > 75 mm (dinamico)

Sensore	Cavo	Tipo	Opzioni di collegamento e accessori
ILD1900-xx-PROFINET* ILD1900-xxLL-PROFINET* ILD1900-xx-EtherCAT ILD1900-xxLL-EtherCAT ILD1900-xx-EtherNet/IP ILD1900-xxLL-EtherNet/IP	Cavo di connessione PoE, laser on/off via Hardware Lunghezze 3 m / 6 m / 9 m / 15 m <i>N. art.</i> <i>Designazione</i> 29011332 PC1900-IE-3/OE-RJ45 29011333 PC1900-IE-6/OE-RJ45 29011334 PC1900-IE-9/OE-RJ45 29011444 PC1900-IE-15/OE-RJ45	Estremità aperte & RJ45	Segnale / alimentazione PoE opzionale: interruttore PoE 
ILD1900-xx-EtherCAT ILD1900-xxLL-EtherCAT ILD1900-xx-EtherNet/IP ILD1900-xxLL-EtherNet/IP	Cavo di connessione PoE, laser on/off via Software Lunghezze 3 m / 6 m / 9 m / 15 m <i>N. art.</i> <i>Designazione</i> 29011338 PC1900-IE-3/RJ45 29011355 PC1900-IE-6/RJ45 29011356 PC1900-IE-9/RJ45 29011445 PC1900-IE-15/RJ45	RJ45	

*PoE non possibile con PROFINET

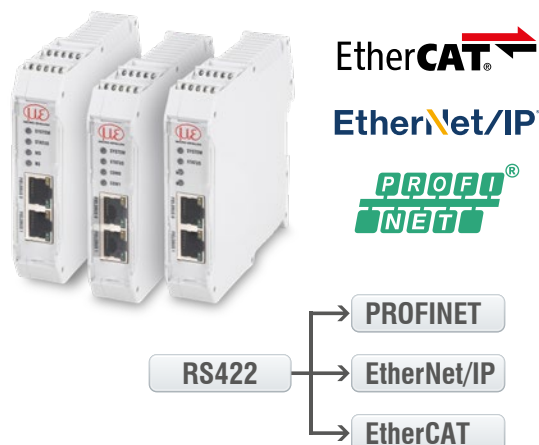
Altri cavi

Diametro del cavo:	6,7 mm
Catena di trascinamento:	sì
Robot:	no
Intervallo di temperatura:	-40 ... 80 °C
Raggio di curvatura:	> 27 mm (installazione fissa) > 51 mm (dinamico)

Ingresso	Cavo	Tipo	Opzioni di collegamento e accessori
2 x Sub-D (PC1900-x/ IF2008 PCIE)	Cavo adattatore per la connessione di due sensori per connettore Sub-D Lunghezza 0,1 m <i>N. art.</i> <i>Designazione</i> 2901528 Cavo adattatore IF2008-Y 	Sub-D	Scheda di interfaccia per la registrazione sincronizzata dei dati IF2008PCIE / IF2008E  Convertitore USB a 4 vie e parametrizzazione IF2004/USB 

IF2035: Modulo di interfaccia per la connessione Ethernet industriale

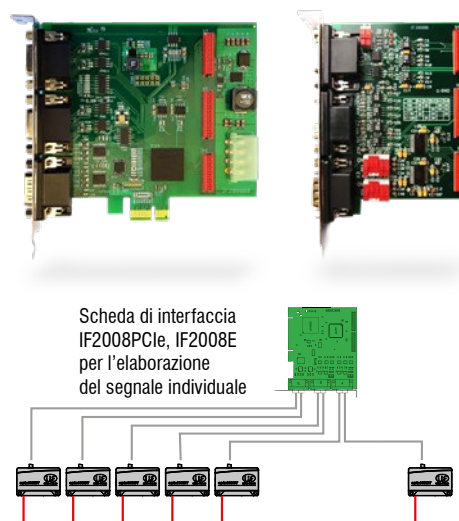
- Collegamento delle interfacce RS422 o RS485 a PROFINET / EtherNet/IP / EtherCAT
- Uscita di sincronizzazione per sensori RS422
- 2 connessioni di rete per diverse topologie di rete
- Velocità di trasmissione dati fino a 4 MBaud
- Sovracampionamento a 4 vie (con EtherCAT)
- Ideale per spazi di installazione ristretti grazie all'alloggiamento compatto e al montaggio su guida DIN



IF2008PCIe/IF2008E:

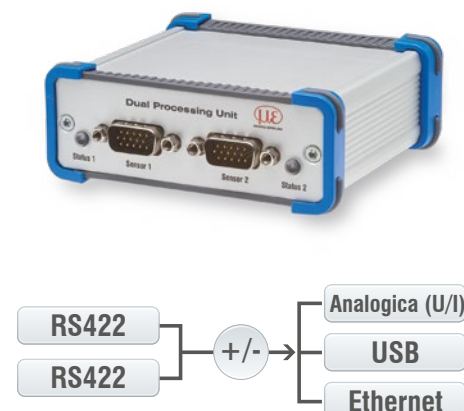
Scheda di interfaccia per la registrazione sincronizzata dei dati

- IF2008PCIe - Scheda base: 4 segnali digitali e 2 encoder
- IF2008E - Scheda di espansione: 2 segnali digitali, 2 segnali analogici e 8 segnali I/O
- Registrazione assolutamente sincrona dei dati per applicazioni multicanale (ad esempio, per la misurazione dello spessore o della planarità)



Dual Processing Unit: Controller per la conversione D/A e il calcolo di max. 2 segnali dai sensori

- Conversione D/A veloce (16 bit, con un massimo di 100 kHz) di 2 segnali di ingresso digitali o elaborazione di 2 segnali digitali del sensore
- Funzioni di calcolo della media e calcolo di spessore, passo, diametro, ovalizzazione e concentricità
- Ingresso trigger
- Uscita multifunzione
- Uscita del valore misurato via Ethernet, USB, uscita analogica 4 ... 20 mA / 0 ... 5 V / 0 ... 10 V / ± 5 V / ± 10 V (scalabile tramite interfaccia web)
- 2 x uscite di commutazione per lo stato del sensore o dell'unità di elaborazione doppia
- Uscita dati parallela su tre interfacce di uscita
- Opzione doppio filtro
- Post-linearizzazione dei valori misurati o calcolati
- Facile impostazione tramite interfaccia web (controller e sensori)



IF2008/ETH: Modulo di interfaccia per la connessione Ethernet di un massimo di 8 sensori

- Integrazione di otto sensori o encoder con interfaccia RS422 nella rete Ethernet
- Quattro ingressi o uscite di commutazione programmabili (logica TTL e HTL)
- Registrazione ed emissione rapida dei dati fino a 200 kHz
- Facile impostazione tramite interfaccia web



IC2001/USB: Cavo convertitore monocanale da RS422 a USB

- Conversione da RS422 a USB
- Cavo di interfaccia a 5 conduttori senza schermo esterno
- Semplice connessione del sensore tramite USB
- Supporta baud rate da 9,6 kBaud fino a 1 MBaud
- Ideale per l'integrazione in macchine e impianti



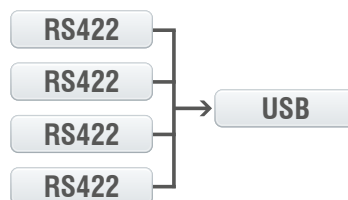
IF2001/USB: Modulo di interfaccia da RS422 a USB

- Conversione da RS422 a USB
- Segnali e funzioni come Laser On/Off, segnali di commutazione e uscita multifunzione vengono fatti passare all'interno del dispositivo
- Supporta baud rate da 9,6 kBaud fino a 12 MBaud
- Robusto alloggiamento in alluminio
- Semplice collegamento del sensore tramite terminali a vite (plug & play)
- Parametrizzazione (convertitore e sensori) via software



IF2004/USB: Modulo di interfaccia da RS422 a USB a 4 vie

- Conversione di 4 segnali digitali (RS422) in USB
- 4 ingressi Trigger, 1 uscita Trigger
- Registrazione sincrona dei dati
- Parametrizzazione (convertitore e sensori) via software



Connessione di 4 sensori tramite cavo adattatore IF2008-Y

Custodia protettiva per ambienti difficili

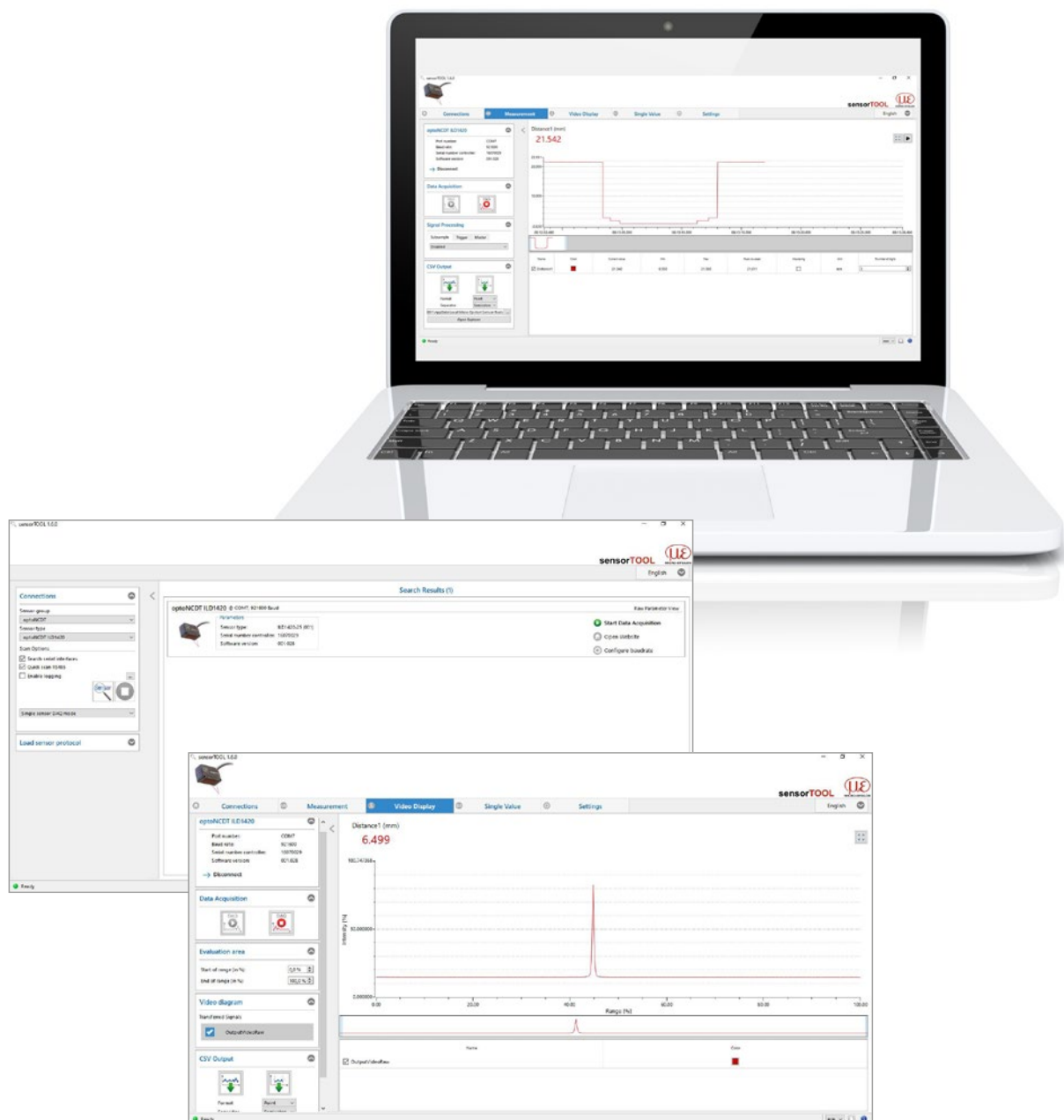
optoNCDT

Versioni SGH e versione SGHF				Versione SGHF-HT
Custodia protettiva taglia S		Custodia protettiva taglia M		
SGH	SGHF	SGH	SGHF	
				
(140 x 140 x 71 mm)		(180 x 140 x 71 mm)		(260 x 180 x 154 mm)
Alloggiamento impermeabile per proteggere il sensore da solventi e detergenti.		Alloggiamento impermeabile per proteggere il sensore da solventi e detergenti.		Custodia protettiva raffreddata ad acqua con finestra e connessione all'aria compressa per attività di misura con temperatura ambiente fino a 200 °C
Ideale per le temperature ambientali elevate. Il raffreddamento ad aria compressa integrato nell'alloggiamento garantisce una protezione ottimale del sensore.		Ideale per le temperature ambientali elevate. Il raffreddamento ad aria compressa integrato nell'alloggiamento garantisce una protezione ottimale del sensore.		Temperatura massima dell'acqua di raffreddamento $T(\max) = 10\text{ °C}$ Portata d'acqua minima $Q(\min) = 3\text{ litri/min}$
La taglia S è adatta per ILD1750-20BL ILD1750-200BL ILD2300-2 / -2LL / -2BL ILD2300-5 / -5BL ILD2300-10 / -10LL / -10BL ILD2300-20 / -20LL ILD2300-50 / -50LL ILD2300-100		La taglia M è adatta per ILD1750-500BL ILD1750-750BL ILD2300-200 ILD2300-300 ILD2310-10 ILD2310-20 ILD2310-40		Adatto per ILD1710-50 / -50BL ILD1710-1000 / -1000BL ILD1750-500BL ILD1750-750BL ILD2300-200 ILD2300-300 ILD2310-10 ILD2310-20 ILD2310-40 ILD2310-50BL

Custodia protettiva SGHF ILD1900
 Custodia protettiva compatto, che viene semplicemente fissato al sensore Il Custodia protettiva è dotato di uno spurgo dell'aria per la pulizia delle finestre di protezione, che raffredda anche il sensore.
Adatto per ILD1900-6 / -6LL ILD1900-10 / -10LL ILD1900-25 / -25LL ILD1900-50 / -50LL ILD1900-100 ILD1900-200 ILD1900-500

sensorTOOL

sensorTOOL di Micro-Epsilon è un potente software utilizzato per gestire uno o più sensori optoNCDT. Con sensorTOOL è possibile accedere al sensore collegato al PC, visualizzare il flusso di dati completo e salvarlo in un file (in formato CSV compatibile con Excel). La configurazione del sensore avviene tramite l'interfaccia web del sensore stesso.



Download gratuito

Tutti gli strumenti software, i driver e le DLL dei driver documentate per una facile integrazione dei sensori nel software esistente o sviluppato in proprio sono disponibili gratuitamente all'indirizzo www.micro-epsilon.de/download

Sensori e sistemi di Micro-Epsilon



Sensori e sistemi per spostamento, posizione e dimensione



Sensori e dispositivi di misura per risoluzione temperatura senza contatto



Sistemi di misurazione e ispezione per garanzia di qualità



Micrometri ottici, fibra ottica, amplificatori di misura e ispezione



Sensori per il rilevamento del colore
Analizzatore LED e spettrometro di colore in linea



Metrologia 3D per il controllo dimensionale e l'ispezione delle superfici