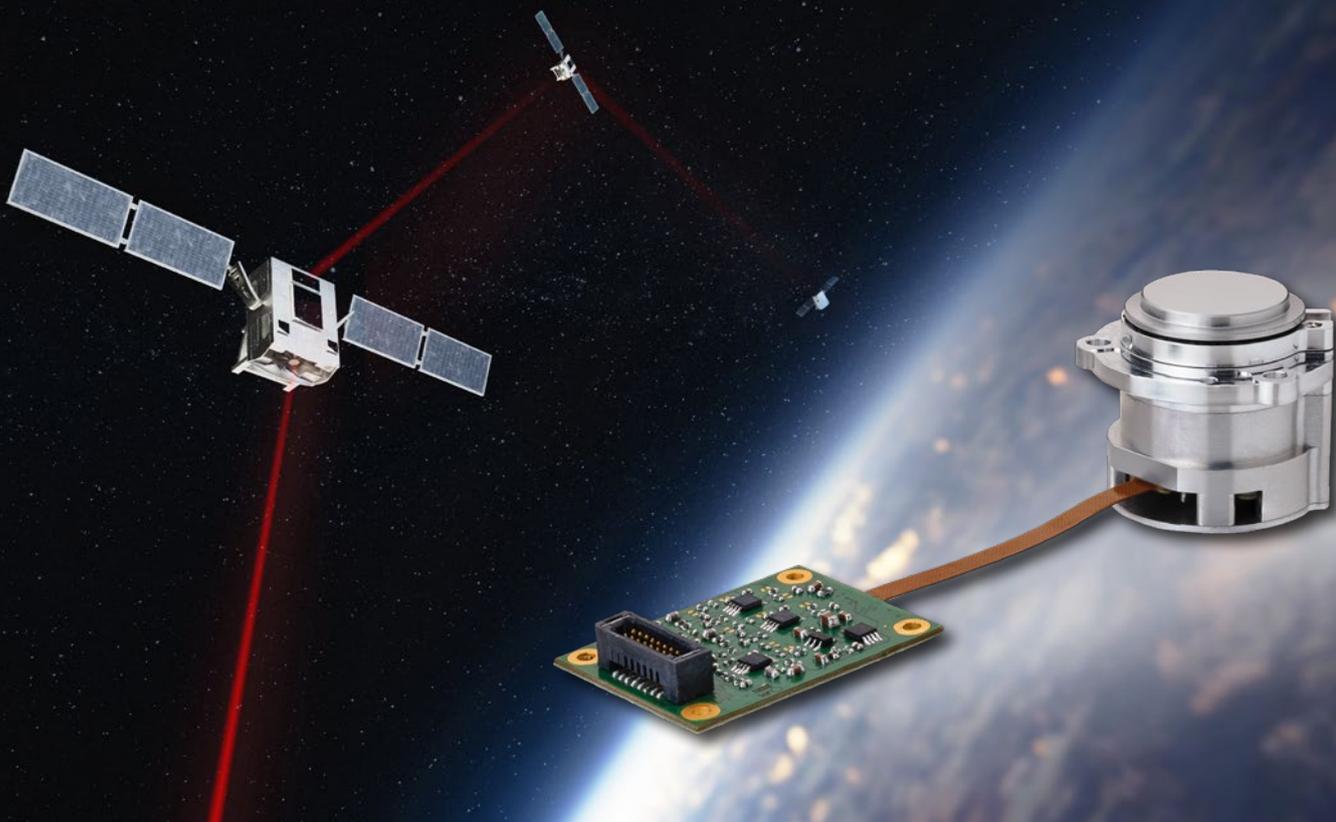




# Maggiore precisione.

**FSM3000** // Fast Steering Mirror per una precisa guida del raggio laser



# Sistemi di specchi orientabili estremamente dinamici e robusti

## FSM3000

### Fast Steering Mirror – Specchi orientabili miniaturizzati per l'orientamento del raggio laser

I Fast Steering Mirror sono sistemi micromeccatronici impiegati per la deviazione rapida e precisa di raggi di luce o laser. I sistemi dinamici utilizzano uno specchio a elevatissima planarità, che viene spostato da un attuatore costituito da due bobine elettromagnetiche per ogni asse di inclinazione, nonché sensori di spostamento a correnti parassite ad alta precisione.

Il Fast Steering Mirror può essere controllato con estrema precisione su due assi. Un punto di rotazione centrale consente un movimento sincronizzato, senza giochi né usura.

I sistemi di specchi orientabili vengono impiegati per la comunicazione ottica e la stabilizzazione dei raggi laser nel settore aerospaziale e della difesa, nonché nella metrologia ottica e nell'industria.

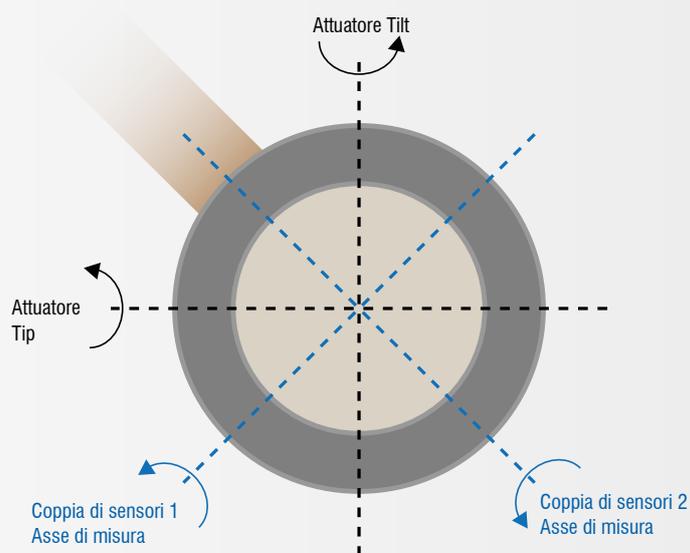


### Principio di funzionamento

I Fast Steering Mirror della Micro-Epsilon si basano sul principio Voice Coil. Il movimento dello specchio avviene tramite quattro bobine attuatrici, due per ciascun asse di rotazione. Alimentando le bobine con la corrente si genera un campo magnetico intorno alla bobina, che crea una coppia e fa inclinare lo specchio attorno all'asse di rotazione (tip / tilt). Il tutto avviene senza usura e tramite un punto di rotazione centrale.

Quattro sensori a correnti parassite, incapsulati in un anello ceramico, misurano la posizione dello specchio. Due sensori contrapposti definiscono un asse di misura e vengono combinati per ottenere la quota di deviazione del segnale ed emetterla in forma analogica. L'offset tra gli assi degli attuatori e sensori può essere corretto matematicamente per semplificare il riferimento agli assi attuatori. Un ulteriore sensore monitora inoltre le temperature all'interno dell'FSM e le trasmette. Attraverso un polinomio di linearizzazione, che tiene conto anche del segnale di temperatura, è possibile determinare con estrema precisione la posizione effettiva dello specchio.

Nel funzionamento closed-loop, ad esempio, dal lato del cliente è possibile confrontare questo risultato come valore angolare reale con un valore di riferimento presente nel regolatore, controllando la corrente fornita dall'elettronica di potenza attraverso la bobina attuatrice.



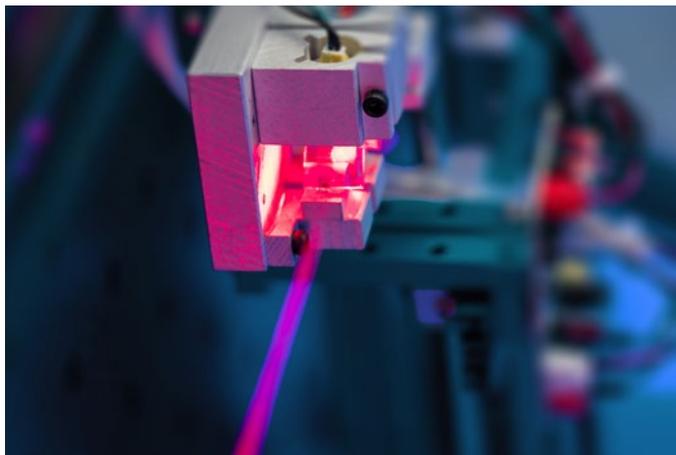
## Campi di impiego e applicazioni

### Settori / Rami industriali

- Aerospaziale
- Difesa
- Metrologia ottica
- Semiconduttori

### Applicazioni

- Comunicazione laser
- Lavorazione basata su laser
- Imaging ottico
- Tracking



### Comunicazione satellitare

Attraverso il Fast Steering Mirror, i raggi laser vengono guidati nell'orbita terrestre bassa per migliaia di chilometri e alla velocità di 25.000 km/h, al fine di stabilire comunicazioni satellitari sicure. Gli FSM3000 hanno un design estremamente robusto e operano con grande precisione e affidabilità anche in orbita.

### Lavorazione laser, ad es. dicing

Nella produzione elettronica i Fast Steering Mirror vengono impiegati per reindirizzare il laser destinato al sezionamento dei chip. Nel cosiddetto dicing, un laser separa i singoli chip da un wafer. Il taglio del sottile contorno del chip viene eseguito grazie all'elevata frequenza di oscillazione e alla precisione dell'FSM3000.



### Tracking

Nel tracciamento ottico di oggetti o veicoli, ad esempio tramite droni, i Fast Steering Mirror si occupano della comunicazione laser tra il drone e una stazione di terra.

### Stabilizzazione dell'immagine

Per ottenere immagini rapide, gli obiettivi devono rimanere il più stabili possibile durante il movimento, in modo da produrre immagini nitide. I Fast Steering Mirror supportano la compensazione dei movimenti dell'obiettivo, in modo che ogni singolo scatto possa avvenire in condizioni di quasi immobilità. In particolare, in questo ambito risultano vantaggiosi l'orientamento preciso e la risposta rapida dell'FSM i.

# Sistemi di specchi orientabili estremamente dinamici e robusti

## FSM3000

-  Elevata dinamicità con eccellente comportamento del regolatore fino a 1,5 kHz
-  Ampio angolo di deviazione di  $\pm 1,5^\circ$  (26 mrad)
-  Misurazione della posizione ad alta risoluzione  $< 0,7 \mu\text{rad}$
-  Design compatto, specchio di grandi dimensioni ( $\varnothing 20 \text{ mm}$ )
-  Robusto e stabile per il settore aerospaziale e della difesa, l'ottica e l'industria
-  Ottimizzato per applicazioni in serie



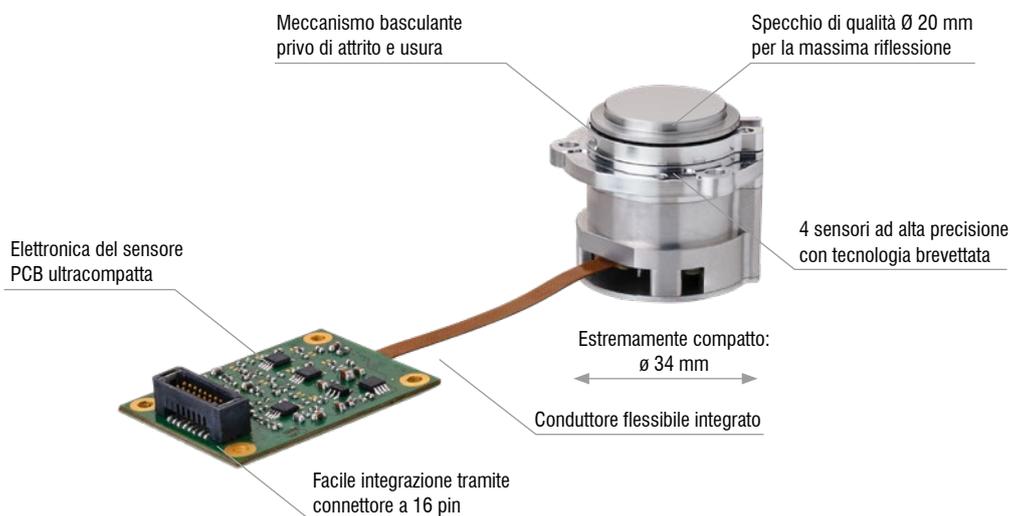
### Eccezionale combinazione di dinamicità e angolo di deviazione

I Fast Steering Mirror FSM3000 sono specchi orientabili compatti e miniaturizzati, impiegati per una deviazione precisa o un posizionamento mirato della luce laser. L'FSM3000 si distingue per un ampio intervallo di movimento di  $\pm 1,5^\circ$  per asse di inclinazione, combinato con tempi di reazione molto brevi, che consente di gestire applicazioni dinamiche con elevata precisione.

Specchi ad alta precisione con eccellente qualità superficiale ed elevata riflettività garantiscono inoltre una deviazione della luce quasi senza perdite e con un riscaldamento ridotto.

### Robusto e stabile in campo aperto fino allo spazio

I sistemi di specchi deviabili FSM3000 convincono per la loro robustezza, il design compatto e il peso ridotto. Ciò li rende non solo facili da integrare, ma anche estremamente resistenti, capaci di sopportare forti urti e vibrazioni durante il lancio di un razzo, anche senza Launch Lock. Anche nello spazio o in condizioni di vuoto, i sistemi operano in modo estremamente affidabile e stabile.

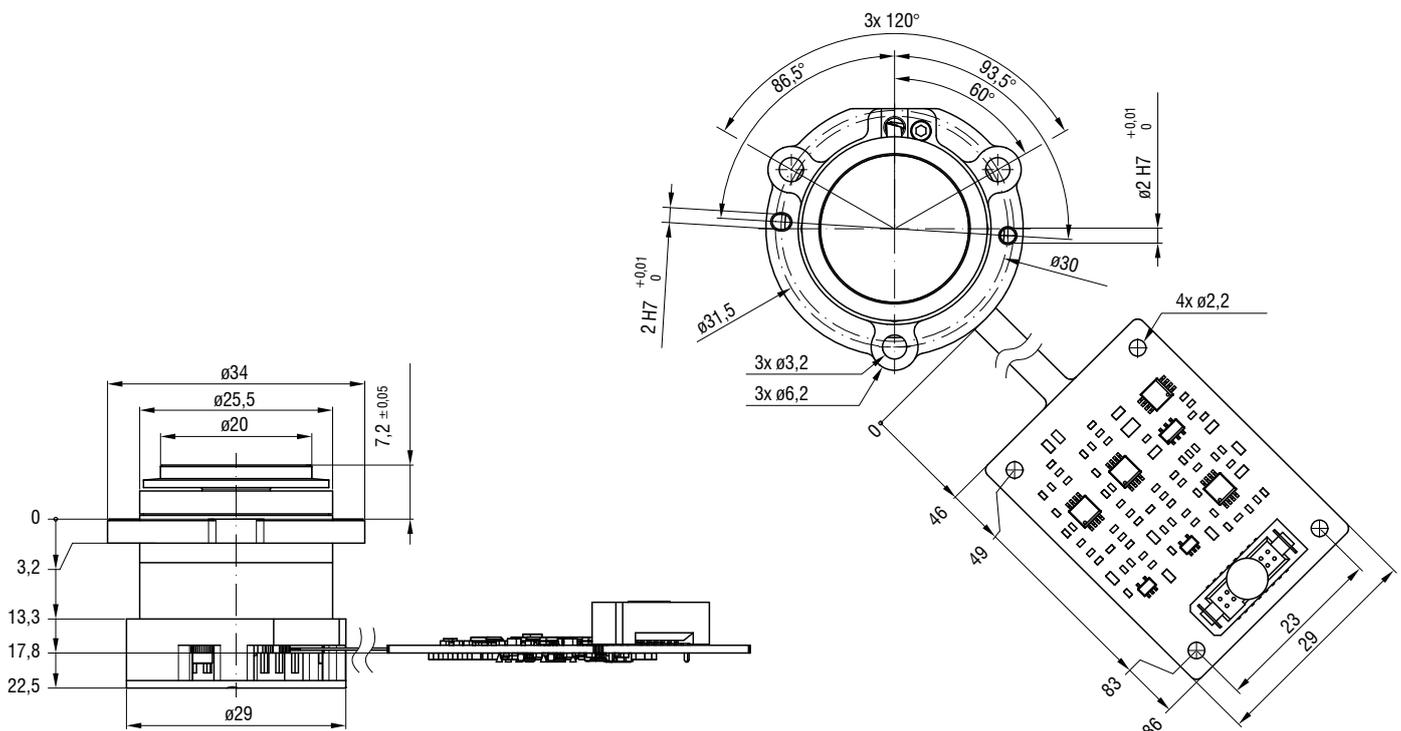


Modello		FSM3000-M20-A26/A1/S1
Numero di assi		2 (tip-tilt)
Angolo di inclinazione <sup>[1]</sup>		nominale $\pm 1,5^\circ$ (26 mrad)
Risoluzione		$< 0,7 \mu\text{rad}$
Linearità <sup>[2]</sup>		0,2% (RMS)
Frequenza di oscillazione		fino a 2 kHz
Tensione di alimentazione		Sensore: $+5 \text{ V} (\pm 1\%)$ , opzionalmente $+8 \text{ V} (\pm 10\%)$
Consumo energetico		Sensore: $< 0,5 \text{ W}$ Attuatore: statico 115 mW a $1,5^\circ$ (nominale)
Corrente massima assorbita		Attuatore: ca. 7 mA/mrad
Resistenza della bobina		$3,5 \Omega \pm 0,5 \Omega$
Induttanza		$540 \mu\text{H} \pm 40 \mu\text{H}$
Uscita analogica		Angolo: $-4 \dots +4 \text{ V}$ (per asse) Temperatura: $0 \dots +4,5 \text{ V}$ ( $115 \dots -50 \text{ }^\circ\text{C}$ , non lineare)
Connessione		Connettore a 16 pin tipo Samtec TFM-108-02
Montaggio		Specchio: Fissaggio a vite tramite 3 fori di fissaggio (foro passante $\varnothing 3,2 \text{ mm}$ ) Elettronica del sensore: Fissaggio a vite tramite 4 fori di fissaggio (foro passante $\varnothing 2,2 \text{ mm}$ )
Intervallo di temperatura	Stoccaggio	$-40 \dots +80 \text{ }^\circ\text{C}$
	Esercizio <sup>[3]</sup>	$-10 \dots +65 \text{ }^\circ\text{C}$ ( $-40 \dots +80 \text{ }^\circ\text{C}$ )
Urto (DIN EN 60068-2-27)		ca. 220 g / 100 Hz $> 400\text{g}$ (x/y), 600g (z) / 2 kHz
Vibrazione (DIN EN 60068-2-6)		fino a 55 g RMS
Materiale		Corpo in alluminio (EN AW-6082 T6)
Peso		ca. 55 g
Formato del protocollo		JSON (XML opzionale) Contiene coefficienti polinomiali, coefficienti di temperatura e ulteriori informazioni
Parametri dello specchio		
Substrato		Alluminio RSA905
Rivestimento		Dielettrico (opzionale oro protetto)
Dimensione dello specchio		$\varnothing 20 \text{ mm}$ (opzionale 12,5 mm)
Apertura libera		$> \varnothing 18,5 \text{ mm}$
Riflettività		$> 99,3\%$ (@1550 nm)
Deviazione superficiale		26 nm RMS

<sup>[1]</sup> A seconda della frequenza di oscillazione

<sup>[2]</sup> Attorno allo zero  $< 30 \mu\text{rad}$

<sup>[3]</sup>  $-40 \dots +80 \text{ }^\circ\text{C}$  con prestazioni ridotte



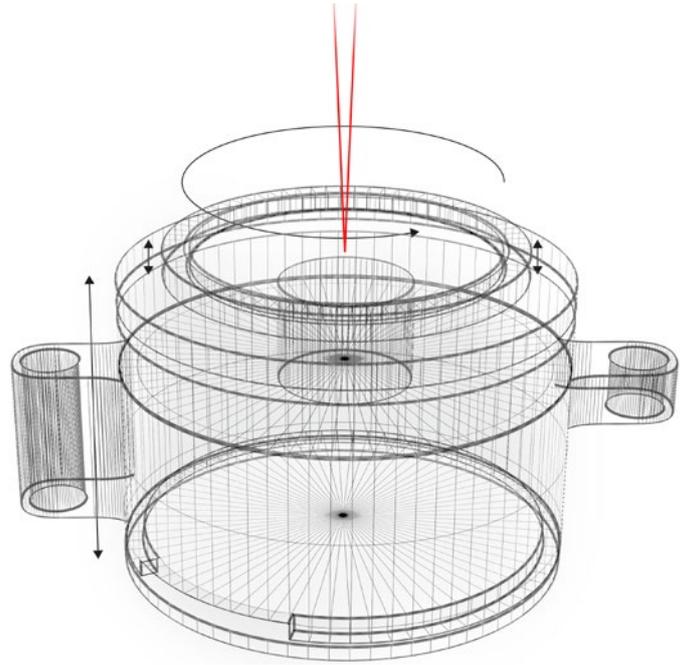
## Fast Steering Mirror – Sviluppo e adattamento su misura

**Catalogo di prodotti fino all'OEM: sistemi di specchi deviabili ottimizzati per l'uso in serie**

Con la serie FSM3000 la Micro-Epsilon offre un portafoglio versatile: sistemi con specchi standard (COTS), modifiche personalizzate (MOTS), fino a sviluppi OEM per applicazioni in serie. Grazie a tecnologie all'avanguardia e processi produttivi specializzati, realizziamo soluzioni complete ed economicamente vantaggiose, anche per le esigenze più elevate.

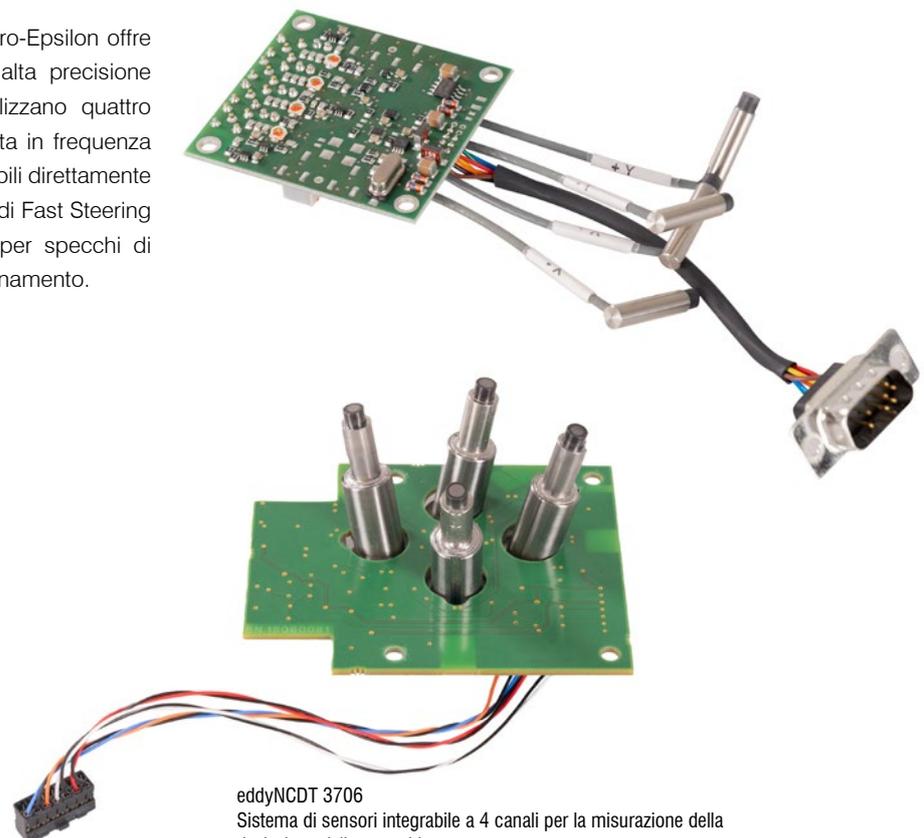
### **Adattamenti tipici per applicazioni OEM:**

- Diametro dello specchio
- Rivestimento (a seconda della potenza laser richiesta)
- Elettronica del sensore (fattore di forma)
- Con piombo per applicazioni spaziali / senza piombo per l'industria
- Lunghezza del conduttore flessibile
- Interfaccia di montaggio



## Soluzioni di sensori per la misurazione ad alta precisione dell'inclinazione dello specchio

Oltre ai sistemi completi di specchi inclinabili, la Micro-Epsilon offre speciali sistemi di sensori per la misurazione ad alta precisione dell'inclinazione dello specchio. Questi sistemi utilizzano quattro sensori a correnti parassite con risoluzione e risposta in frequenza ottimizzate. I sistemi di sensori a 4 canali sono integrabili direttamente – sia in modalità standalone, sia all'interno di sistemi di Fast Steering Mirror esistenti – e vengono impiegati soprattutto per specchi di dimensioni maggiori o per requisiti specifici di posizionamento.



eddyNCDT 3706  
Sistema di sensori integrabile a 4 canali per la misurazione della deviazione dello specchio

## Moderni metodi di produzione per sistemi ad alta precisione

La Micro-Epsilon è un'azienda fornitrice di sensori di spostamento e metrologia leader a livello mondiale, con decenni di esperienza nello sviluppo, nella produzione e nell'applicazione. La profonda conoscenza di tecnologia, applicazioni e settore consente uno sviluppo efficiente e mirato di soluzioni a catalogo e prodotti in serie OEM. Impianti produttivi all'avanguardia e processi automatizzati permettono di realizzare grandi lotti di produzione con elevati standard e requisiti qualitativi tipici del "New Space".



### Competenza nella tecnologia dei sensori

I nostri sensori sono progettati con lungimiranza: sono compatti, molto robusti, facilmente integrabili e operano in quasi tutti gli ambienti in modo affidabile e preciso.



### Maggiore precisione

I sistemi FSM3000 utilizzano sensori a correnti parassite leader a livello mondiale: estremamente robusti, precisi ed estremamente dinamici per il monitoraggio della posizione ad alta precisione.



### Massima qualità

Specchi di alta qualità con eccellente riflettività e planarità riducono al minimo le perdite ottiche.



### Flessibilità

I sistemi di sensori possono essere adattati o sviluppati su misura per produzioni su larga scala.



### Esperienza in diversi settori e applicazioni

Nei nostri prodotti confluiscono decenni di esperienza nei settori aerospaziale, industriale e dei semiconduttori, che creano un valore aggiunto sostenibile per i nostri partner commerciali.



### Produzione interna altamente specializzata

Riunendo il know-how e le competenze di produzione all'interno del gruppo Micro-Epsilon forniamo sensori efficienti da un unico fornitore, anche in serie.



## Sensori e sistemi di Micro-Epsilon



Sensori e sistemi per spostamento, posizione e dimensione



Sensori e misuratori per la misurazione senza contatto della temperatura



Sistemi di misurazione e ispezione per l'assicurazione qualità



Micrometri ottici, conduttori a fibra ottica, amplificatori per misurazioni e test



Sensori per il riconoscimento cromatico, LED Analyser e spettrofotometri in linea



Metrologia in 3D per la verifica dimensionale e l'ispezione superficiale