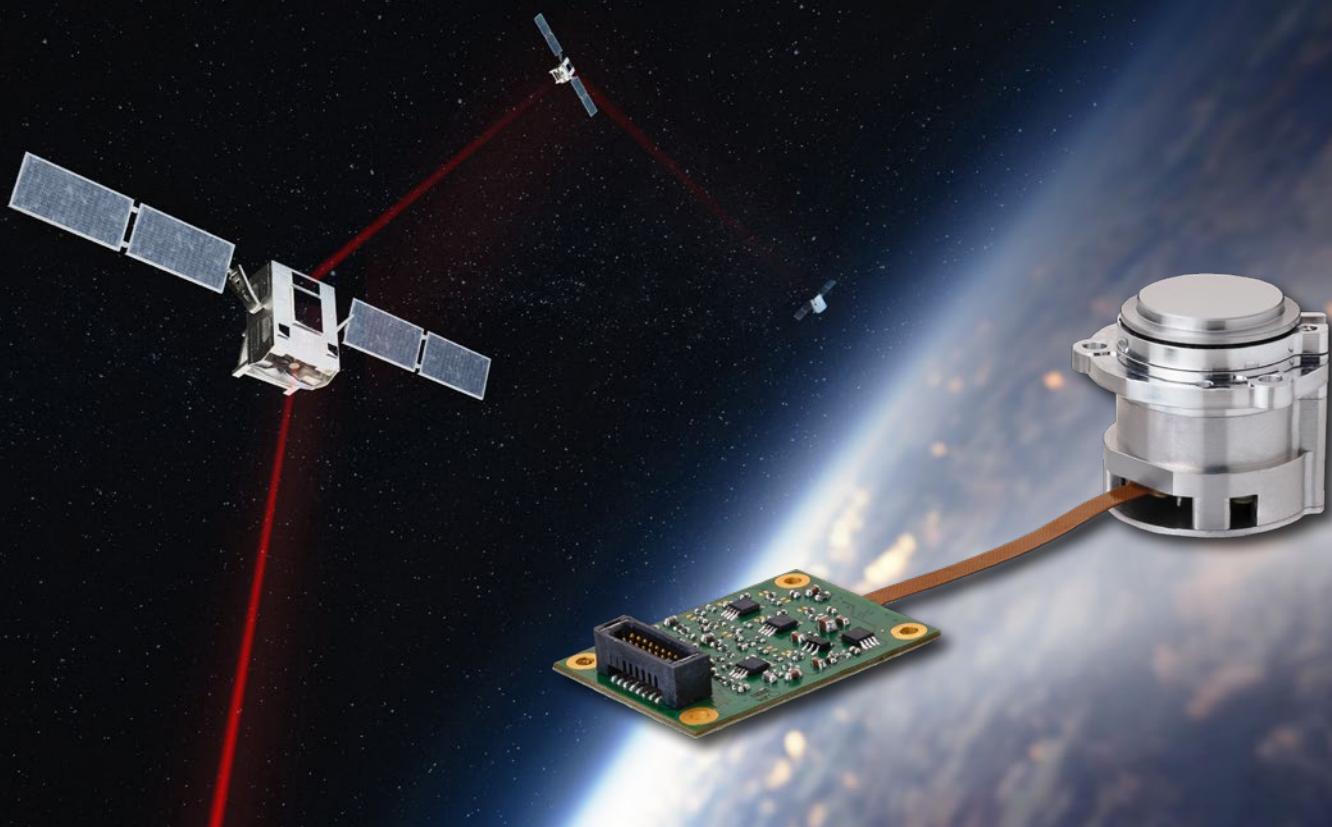




Plus de précision.

FSM3000 // Fast Steering Mirrors – pour un guidage précis des faisceaux laser



Systèmes de miroirs inclinables hautement dynamiques et robustes

FSM3000

Fast Steering Mirror – Miroirs inclinables miniaturisés pour l'alignement d'un faisceau laser

Les miroirs à orientation rapide sont des systèmes micromécatroniques utilisés pour la déflexion rapide et précise de faisceaux lumineux ou laser. Ces systèmes dynamiques utilisent un miroir à haute planéité qui est déplacé par un actionneur sous la forme de deux bobines électromagnétiques par axe d'inclinaison, ainsi que des capteurs de déplacement à courants de Foucault de haute précision.

Le miroir à orientation rapide peut être contrôlé de manière extrêmement précise sur deux axes. Un point de pivotement central permet un mouvement synchrone sans jeu ni usure.

Les systèmes de miroirs inclinables sont utilisés pour la communication optique et pour la stabilisation des faisceaux laser dans l'aérospatiale, la défense, la métrologie optique et l'industrie.

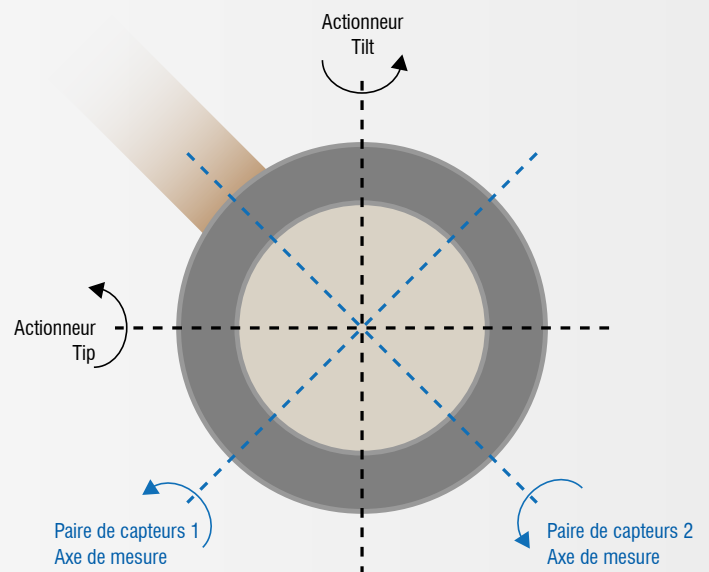


Principe de fonctionnement

Les miroirs à orientation rapide de Micro-Epsilon sont basés sur le principe de la bobine mobile. Le miroir est déplacé par quatre bobines d'actionnement, qui forment deux par deux les axes de rotation. L'alimentation de courant produit un champ magnétique autour des bobines, ce qui génère un couple et incline le miroir autour de l'axe de rotation (Tip/Tilt). Cet actionnement se fait sans usure et autour d'un point de pivotement central.

Quatre capteurs à courants de Foucault intégrés dans un anneau en céramique mesurent la position du miroir. Chaque paire de capteurs opposés définit un axe de mesure. Les mesures sont calculées conjointement pour obtenir la composante d'inclinaison du signal et la transmettre sous forme analogique. Le désalignement des axes des actionneurs et des capteurs peut être corrigé mathématiquement, ce qui simplifie la référence aux axes des actionneurs. De plus, un capteur additionnel surveille les températures dans le FSM et les transmet. La position réelle du miroir peut être déterminée très précisément à l'aide d'un polynôme de linéarisation, qui prend également en compte le signal de température.

En boucle fermée, ce résultat peut par exemple être calculé par l'utilisateur comme une valeur d'angle réelle avec une valeur de consigne du contrôleur, et le courant fourni par l'électronique de puissance peut être régulé par la bobine de l'actionneur.



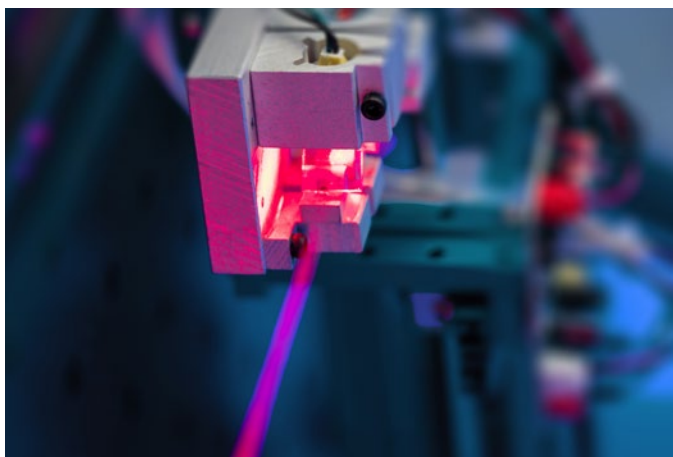
Domaines d'utilisation et applications

Secteurs / Industries

- Aviation
- Défense
- Technologie de mesure optique
- Semi-conducteurs

Applications

- Communication laser
- Traitement par laser
- Imagerie optique
- Tracking



Communications par satellite

Les miroirs à orientation rapide guident les faisceaux laser en orbite terrestre basse sur des milliers de kilomètres et à des vitesses de 25 000 km/h, de manière à établir des communications satellitaires sécurisées. Les systèmes FSM3000 sont extrêmement robustes et fonctionnent de manière très précise et fiable, même en orbite.

Traitement au laser, par exemple pour une découpe en dés

Dans la production électronique, les miroirs à orientation rapide sont utilisés pour guider le laser lors de la découpe des puces. Dans le processus dit de découpage en dés, un laser découpe les puces individuelles dans un wafer. La découpe du contour fin des puces est réalisée à l'aide du FSM3000 grâce à sa fréquence de basculement élevée et à sa grande précision.



Tracking

Lors du suivi optique d'objets ou de véhicules, par exemple par des drones, les miroirs à orientation rapide prennent en charge la communication laser entre le drone et une station au sol.

Stabilisation d'image

Pour une imagerie rapide, les objectifs doivent rester aussi stables que possible pendant le mouvement pour produire des images nettes. Les miroirs à orientation rapide aident à compenser les mouvements de l'objectif afin que chaque prise de vue puisse être capturée depuis une position pratiquement fixe. L'orientation précise et la réponse rapide du FSM sont ici particulièrement avantageux.

Systèmes de miroirs inclinables hautement dynamiques et robustes

FSM3000

-  Dynamique élevée avec un excellent comportement de régulation jusqu'à 1,5 kHz
-  Angle d'inclinaison important de $\pm 1,5^\circ$ (26 mrad)
-  Mesure de position à haute résolution $< 0,7 \mu\text{rad}$
-  Format compact, grand miroir ($\varnothing 20 \text{ mm}$)
-  Robuste et stable pour l'aérospatiale, la défense, l'optique et l'industrie
-  Optimisé pour les applications de production en série



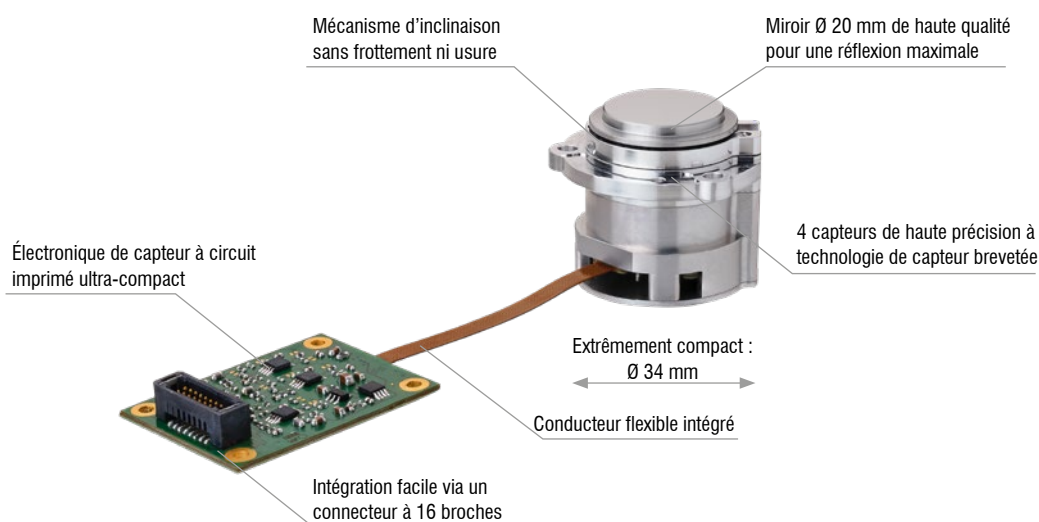
Combinaison exceptionnelle de comportement dynamique et d'angle d'inclinaison

Les miroirs à orientation rapide FSM3000 sont des miroirs inclinables compacts et miniaturisés qui sont utilisés pour un guidage précis ou un positionnement ciblé d'un faisceau laser. Le FSM3000 se caractérise par une large plage de déplacement ($\pm 1,5^\circ$ par axe d'inclinaison) associée à un temps de réponse court, ce qui permet des applications dynamiques de haute précision.

Des miroirs de haute précision avec une excellente qualité de surface et une réflectivité élevée assurent également une redirection de la lumière pratiquement sans pertes et avec un faible échauffement.

Robuste et stable en champ libre et dans l'espace

Les systèmes de miroirs inclinables FSM3000 s'imposent par leur robustesse, leur conception compacte et leur faible poids. Ils sont non seulement faciles à intégrer mais aussi extrêmement résistants, moyennant quoi ils peuvent supporter les chocs et vibrations intenses lors du lancement d'une fusée, même sans verrouillage de lancement. Ces systèmes fonctionnent de manière extrêmement fiable et stable, même dans l'espace ou dans le vide.

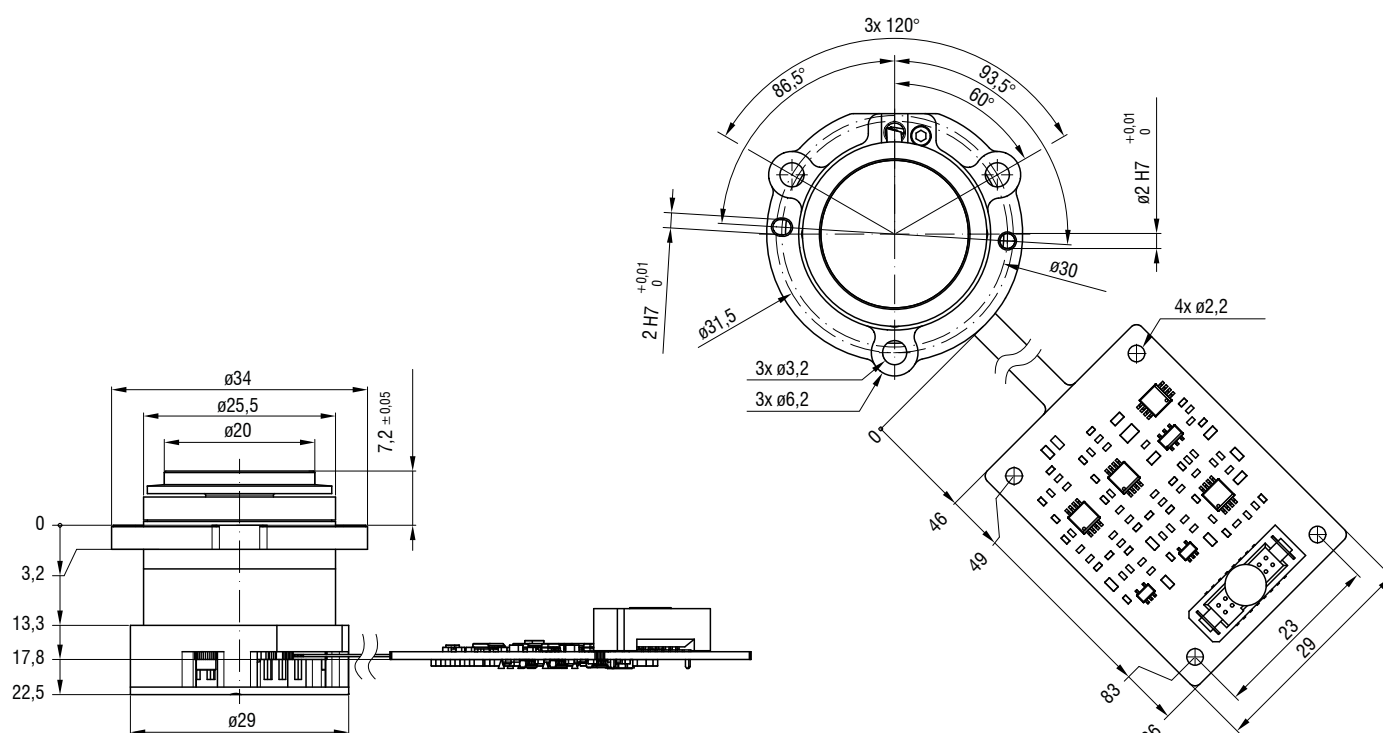


Modèle		FSM3000-M20-A26/A1/S1
Nombre d'axes		2 (Tip-Tilt)
Angle d'inclinaison ^[1]		nominal $\pm 1,5^\circ$ (26 mrad)
Résolution		$< 0,7 \mu\text{rad}$
Linéarité ^[2]		0,2 % (valeur efficace)
Fréquence de basculement		jusqu'à 2 kHz
Tension d'alimentation		Capteur : +5 V (± 1 %), en option +8 V (± 10 %)
Puissance consommée		Capteur : $< 0,5$ W Actionneur : statique 115 mW à $1,5^\circ$ (nominal)
Consommation en courant max.		Actionneur : env. 7 mA/mrad
Résistance de la bobine		$3,5 \Omega \pm 0,5 \Omega$
Inductance		$540 \mu\text{H} \pm 40 \mu\text{H}$
Sortie analogique		Angle : -4 ... +4 V (par axe) Température : 0 ... +4,5 V (115 ... -50 °C, non linéaire)
Raccordement		Connecteur 16 broches type Samtec TFM-108-02
Montage		Miroir : raccordement à vis avec 3 trous de montage (trou traversant $\varnothing 3,2$ mm) Électronique du capteur : raccordement à vis avec 4 trous de montage (trou traversant $\varnothing 2,2$ mm)
Plage de températures	Stockage	-40 ... +80 °C
	Fonctionnement ^[3]	-10 ... +65 °C (-40 ... +80 °C)
Choc (DIN EN 60068-2-27)		env. 220 g / 100 Hz > 400 g (x/y), 600 g (z) / 2 kHz
Vibration (DIN EN 60068-2-6)		jusqu'à 55 g RMS
Matériau		Boîtier en aluminium (EN AW-6082 T6)
Poids		env. 55 g
Format du protocole		JSON (XML en option) Comporte les coefficients polynomiaux, les coefficients de température et d'autres informations
Paramètres du miroir		
Substrat		Aluminium RSA905
Revêtement		Diélectrique (revêtement or en option)
Taille du miroir		$\varnothing 20$ mm (12,5 mm en option)
Ouverture libre		$> \varnothing 18,5$ mm
Réflectivité		$> 99,3$ % (à 1 550 nm)
État de surface		26 nm RMS

^[1] Dépend de la fréquence de basculement

^[2] Autour du point zéro $< 30 \mu\text{rad}$

^[3] -40 ... +80 °C avec des performances réduites



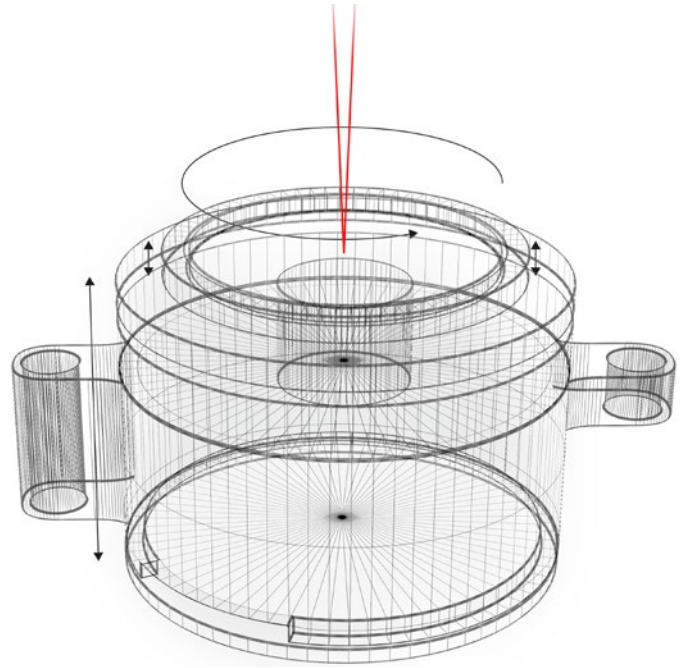
Fast Steering Mirror – développement et adaptation sur mesure

Produits de catalogue pour OEM : systèmes de miroirs inclinables optimisés pour une utilisation en série

Micro-Epsilon offre une gamme polyvalente avec la série FSM3000 : Systèmes à miroirs standard (COTS), modifications selon les spécifications du client (MOTS) et développements OEM pour les applications de production en série. Grâce aux technologies les plus modernes et à des processus de fabrication spécialisés, nous mettons en œuvre des solutions complètes et économiques, même pour les exigences les plus élevées.

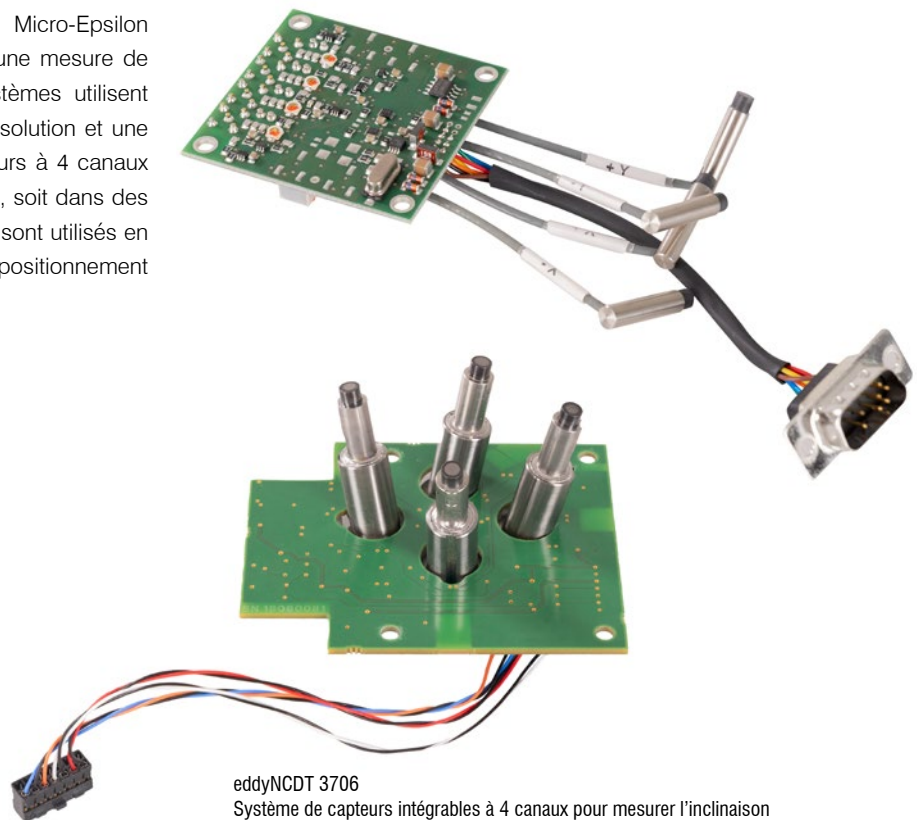
Adaptations typiques pour applications OEM :

- Diamètre du miroir
- Revêtement (en fonction de la puissance laser requise)
- Électronique du capteur (facteur de forme)
- Revêtement au plomb pour l'espace / sans plomb pour les applications industrielles
- Longueur du conducteur flexible
- Interface de montage



Solutions de capteurs pour une mesure de haute précision de l'inclinaison du miroir

Outre les systèmes intégrés de miroirs inclinables, Micro-Epsilon propose des systèmes de capteurs spéciaux pour une mesure de haute précision de l'inclinaison du miroir. Ces systèmes utilisent quatre capteurs à courants de Foucault avec une résolution et une fréquence limite optimisées. Les systèmes de capteurs à 4 canaux sont directement intégrés (soit de manière autonome, soit dans des systèmes de miroirs à orientation rapide existants) et sont utilisés en particulier pour les grands miroirs ou les exigences de positionnement spéciales.



eddyNCDT 3706
Système de capteurs intégrables à 4 canaux pour mesurer l'inclinaison du miroir

Procédés de fabrication modernes pour systèmes de haute précision

Micro-Epsilon est un leader mondial des capteurs de déplacement et des technologies de mesure, avec des décennies d'expérience dans le développement, la fabrication et le déploiement. Une connaissance approfondie de la technologie, des applications et des différents secteurs de l'industrie permet un développement efficace et ciblé de solutions de catalogue et de produits de série pour OEM. Nos installations de production de pointe et nos processus automatisés permettent de réaliser de grands volumes de production avec des normes et des exigences de qualité élevées issues du secteur spatial privé.



Compétence en technologie des capteurs

Nos produits technologiques à capteurs sont développés avec clairvoyance : ils sont compacts, très robustes, faciles à intégrer, et fonctionnent de manière fiable et précise dans pratiquement tous les environnements.



Plus de précision

Les systèmes FSM3000 utilisent la technologie des capteurs à courants de Foucault la plus avancée au monde : extrêmement robustes, précis et hautement dynamiques pour un suivi de position de haute précision.



Une qualité irréprochable

Nos miroirs de haute qualité présentent une réflectivité et une qualité de surface exceptionnelles, ce qui réduit les pertes optiques au minimum.



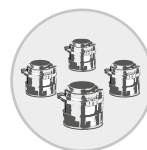
Flexibilité

Les systèmes de capteurs peuvent être adaptés ou développés selon les exigences du client pour une production en grande série.



Expérience dans l'industrie et les applications

Des décennies d'expérience dans les secteurs de l'aérospatiale, des semi-conducteurs et de l'industrie se reflètent dans nos produits, apportant ainsi une valeur ajoutée durable pour nos partenaires commerciaux.



Production en interne hautement spécialisée

Grâce au savoir-faire combiné et à l'intégration verticale du groupe Micro-Epsilon, nous fournissons des capteurs à hautes performances à partir d'une seule source, y compris en grand volume.



Capteurs et systèmes de mesure de Micro-Epsilon



Capteurs et systèmes pour le déplacement, la distance et la position



Capteurs et appareils de mesure de température sans contact



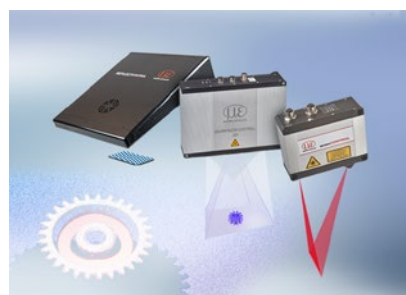
Systèmes de mesure et d'inspection pour les métaux, le plastique et le caoutchouc



Micromètres optiques, guides d'onde optique, amplificateurs de mesure



Capteurs pour la détection des couleurs, analyseurs DEL et spectrophotomètres



Mesure 3D pour l'inspection dimensionnelle et l'inspection de surface