



HEIDENHAIN



**Systemes de mesure
angulaire modulaires
à balayage optique**



Vous trouverez des informations dans les catalogues suivants :

- Systèmes de mesure angulaire étanches
- Capteurs rotatifs
- Systèmes de mesure pour entraînements électriques
- Systèmes de mesure linéaire à règle nue
- Systèmes de mesure linéaire pour machines-outils à commande numérique
- Electroniques d'interface HEIDENHAIN
- Commandes numériques HEIDENHAIN ou sur le site Internet www.heidenhain.fr.

La parution de ce catalogue invalide toutes les versions précédentes. Pour toute commande passée chez HEIDENHAIN, la version de catalogue qui prévaut correspond toujours à l'édition courante à la date de la commande.

Les normes (EN, ISO, etc.) s'appliquent uniquement si elles sont expressément citées dans le catalogue.



Informations complémentaires :

Pour une description détaillée de toutes les interfaces disponibles et des informations électriques d'ordre général, consulter le catalogue *Interfaces des systèmes de mesure HEIDENHAIN*.

Sommaire

Vue d'ensemble			
Systèmes de mesure angulaire de HEIDENHAIN			4
Tableau d'aide à la sélection	Systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage optique		6
	Systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage magnétique		10
	Systèmes de mesure angulaire absolus étanches		12
	Systèmes de mesure angulaire incrémentaux étanches		14
Caractéristiques techniques et instructions de montage			
Principes de mesure	Support de mesure		16
	Procédé de mesure absolue		16
	Procédé de mesure incrémentale		17
	Balayage photoélectrique		18
Précision de la mesure			20
Fiabilité			24
Exécutions mécaniques et montage			26
Informations générales			34
Sécurité fonctionnelle			36
Spécifications techniques			
	<i>Série ou modèle</i>	<i>Précision de la gravure</i>	
Systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage optique	ERP 880	$\pm 0,9''$	38
	ERP 4080/ERP 8080	jusqu'à $\pm 1,0''$	40
	Série ERO 6000	jusqu'à $\pm 2,0''$	42
	ERO 6180	$\pm 10''$	44
	Série ECA 4000	jusqu'à $\pm 1,5''$	46
	Série ERA 4000	jusqu'à $\pm 1,7''$	54
	Série ERA 7000	jusqu'à $\pm 1,6''$	60
	Série ERA 8000	jusqu'à $\pm 1,9''$	64
Raccordement électrique			
	Signaux incrémentaux	$\sim 1 V_{CC}$	68
		\square TTL	69
	Valeurs de position	EnDat	70
		Fanuc, Mitsubishi, Panasonic	71
Câbles et connecteurs			73
Équipements de diagnostic et de contrôle			79
Electroniques d'interface			82
Electroniques d'exploitation			84

Systèmes de mesure angulaire de HEIDENHAIN

Typiquement, les systèmes de mesure angulaire sont des systèmes de mesure qui garantissent une précision de $\pm 5''$ ou plus et qui comptent plus de 10 000 traits.

Les systèmes de mesure angulaire sont utilisés dans des applications qui acquièrent des angles avec une très grande précision, de l'ordre de quelques secondes d'arc.

Exemples :

- Plateaux circulaires de machines-outils
- Têtes pivotantes de machines-outils
- Axes C sur tours
- Machines à mesurer les engrenages
- Unités d'impression sur des machines d'imprimerie
- Spectromètres
- Télescopes
- etc.

Les capteurs rotatifs sont quant à eux utilisés dans des applications pour lesquelles la précision n'a que peu de pertinence, par exemple dans la technique d'automatisation, les entraînements électriques, etc.

Il faut différencier les systèmes de mesure angulaire en fonction de leur intégration dans l'ensemble mécanique :

Systèmes de mesure angulaire étanches à arbre creux et accouplement statorique intégré

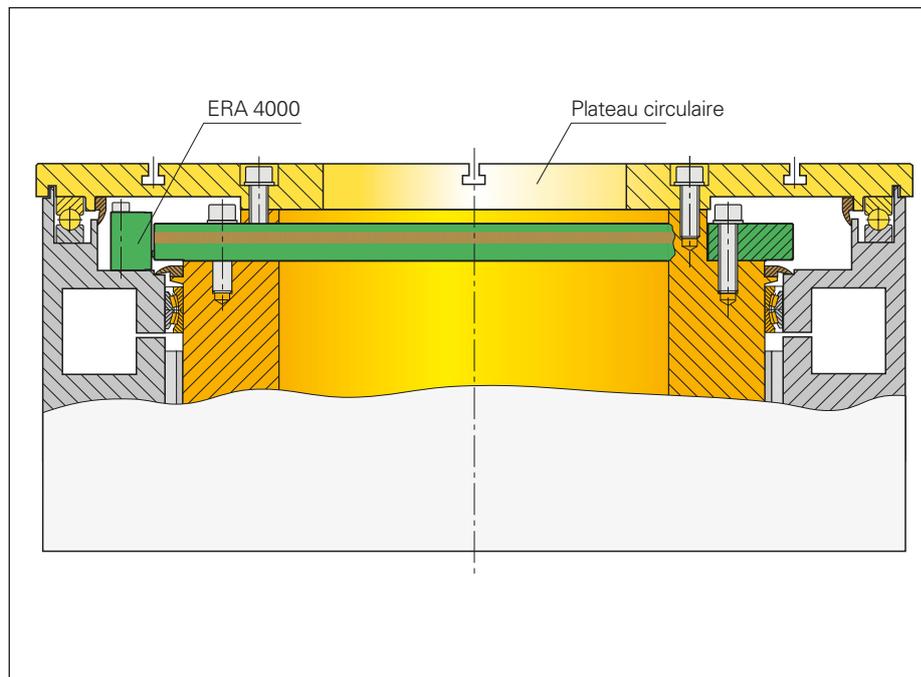
L'accouplement statorique intégré est conçu de manière à absorber uniquement le couple de rotation dû au frottement du roulement lorsque l'arbre est soumis à une accélération angulaire. Ces systèmes de mesure angulaire témoignent donc d'un bon comportement dynamique. Grâce à l'accouplement statorique, les écarts générés par l'accouplement sur l'arbre sont compris dans la précision du système. Les systèmes de mesure angulaire **RCN**, **RON** et **RPN** sont équipés d'un accouplement statorique intégré, alors que les modèles **ECN** présentent un accouplement qui est monté à l'extérieur.

Autres avantages :

- Forme compacte, espace de montage réduit
- Arbres creux jusqu'à 100 mm
- Facilité de montage
- Existe aussi avec **Functional Safety**.

Tableau d'aide à la sélection

- pour les systèmes de mesure angulaire absolus, voir page 12/13
- pour les systèmes de mesure angulaire incrémentaux, voir page 14/15



Montage du système de mesure angulaire **ERA 4000** sur le plateau circulaire d'une machine-outil



Système de mesure angulaire absolu **RCN 8580**



Système de mesure angulaire incrémental **ROD 880** avec accouplement plat **K 16**



Système de mesure angulaire incrémental **ERA 4000**



Système de mesure angulaire incrémental **ERM 2000**



Informations complémentaires :

Vous trouverez des informations détaillées sur les systèmes de mesure angulaire étanches sur le site internet www.heidenhain.fr ou dans les catalogues *Systèmes de mesure angulaire étanches* et *Systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage magnétique*.

Systèmes de mesure angulaire étanches pour accouplement d'arbre séparé

Les systèmes de mesure angulaire à arbre plein **ROD** et **ROC** conviennent notamment aux applications qui exigent des vitesses de rotation élevées ou des tolérances de montage assez larges. Les accouplements d'arbre permettent d'obtenir des tolérances axiales de ± 1 mm.

Tableau d'aide à la sélection, voir page 14/15

Systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage optique

Les systèmes de mesure angulaire sans roulement **ERP**, **ERO** et **ERA** conviennent particulièrement bien pour les applications de haute précision qui offrent un espace limité. Autres avantages :

- Arbre creux de grand diamètre (jusqu'à 10 m avec une solution à ruban)
- Vitesses de rotation élevées jusqu'à $20\,000\text{ min}^{-1}$
- Pas de couple supplémentaire avec les joints d'étanchéité
- Segments possibles
- Existe aussi avec **Functional Safety**.

Les systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage optique existent avec différents supports de division :

- **ERP/ERO** : disque gradué en verre sur moyeu
- **ERA/ECA 4000** : tambour en acier
- **ERA 7000/8000** : ruban en acier

Comme les systèmes de mesure angulaire ne sont pas livrés cartésisés, c'est le montage qui, en principe, garantit le respect de l'indice de protection requis.

Tableau d'aide à la sélection, voir pages 6 à 9

Systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage magnétique

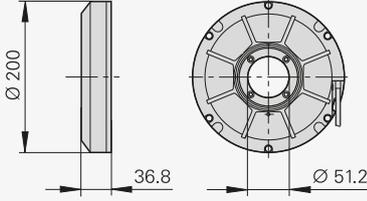
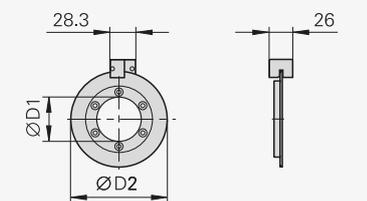
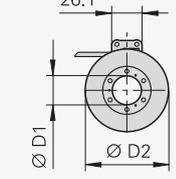
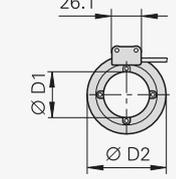
Très robustes, les **ERM** sont spécialement conçus pour une utilisation sur des machines de production. Du fait de leur grand diamètre intérieur disponible et de leur structure compacte, ils sont prédestinés pour une utilisation :

- sur l'axe C des tours
- sur les axes rotatifs simples et les axes inclinés (par ex. pour l'asservissement de la vitesse de rotation sur des entraînements directs ou pour l'intégration dans des réducteurs)
- sur des fraiseuses ou des axes auxiliaires, pour l'orientation de la broche

Tableau d'aide à la sélection, voir page 10/11

Tableau d'aide à la sélection

Systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage optique

Série	Exécution et montage	Principales dimensions en mm	Diamètres D1/D2	Précision de la gravure	Vitesse de rotation méc. admissible ¹⁾
Systèmes de mesure angulaire avec division sur un disque en verre					
ERP 880	Réseau de phases sur le disque gradué en verre avec moyeu, vissé sur la face frontale de l'arbre		—	± 0,9"	≤ 1000 min ⁻¹
ERP 4000	Réseau de phases sur disque gradué en verre avec moyeu, vissé sur la face frontale de l'arbre		D1 : 8 mm D2 : 44 mm	± 2"	≤ 300 min ⁻¹
ERP 8000			D1 : 50 mm D2 : 108 mm	± 1"	≤ 100 min ⁻¹
ERO 6000	Division METALLUR sur disque en verre avec moyeu, vissé sur la face frontale de l'arbre		D1 : 25/95 mm D2 : 71/150 mm	± 5" / ± 3,5"	≤ 1600 min ⁻¹ / ≤ 800 min ⁻¹
ERO 6100	Division en chrome sur verre ; vissé sur la face frontale de l'arbre		D1 : 41 mm D2 : 70 mm	± 10"	≤ 3500 min ⁻¹

¹⁾ Eventuellement limitée en fonctionnement à cause de la vitesse de rotation électriquement admissible

²⁾ Avec interpolation intégrée

	Interface	Périodes de signal/tour	Marques de référence	Modèle	Page
	~ 1 V _{CC}	180000	une	ERP 880	38
	~ 1 V _{CC}	131072	aucune	ERP 4080	40
	~ 1 V _{CC}	360000	aucune	ERP 8080	
	~ 1 V _{CC}	9000 18000	une	ERO 6080	42
	□ TTL	45000 à 900000 ²⁾	une	ERO 6070	
	~ 1 V _{CC}	4096	une	ERO 6180	44



ERP 880



ERP 4080



ERO 6080

Série	Exécution et montage	Principales dimensions en mm	Diamètres D1/D2	Précision de la gravure	Vitesse de rotation méc. admissible ¹⁾
Systèmes de mesure angulaire avec division sur un tambour en acier					
ECA 4000 ²⁾³⁾	Tambour gradué en acier avec centrage en trois points		D1 : 70 mm à 512 mm D2 : 104,63 mm à 560,46 mm	± 3" à ± 1,5"	≤ 15000 min ⁻¹ à ≤ 8500 min ⁻¹
	Tambour gradué en acier avec collier de centrage			± 3,7" à ± 2"	
ERA 4x80	Tambour gradué en acier avec centrage en trois points		D1 : 40 mm à 512 mm D2 : 76,5 mm à 560,46 mm	± 5" à ± 2"	≤ 10000 min ⁻¹ à ≤ 1500 min ⁻¹
	Tambour gradué en acier avec collier de centrage			D1 : 40 mm à 270 mm D2 : 76,5 mm à 331,31 mm	± 4" à ± 1,7"
Systèmes de mesure angulaire avec division sur ruban en acier					
ERA 7000	Ruban de mesure en acier pour montage intérieur, exécution en cercle entier ⁴⁾ , ruban tendu sur la circonférence		458,62 mm à 1146,10 mm	± 3,9" à ± 1,6"	≤ 250 min ⁻¹ à ≤ 220 min ⁻¹
ERA 8000	Ruban de mesure en acier pour montage extérieur, version cercle entier ⁴⁾ , ruban tendu sur la circonférence		458,11 mm à 1145,73 mm	± 4,7" à ± 1,9"	Env. ≤ 45 min ⁻¹

1) Eventuellement limitée en fonctionnement à cause de la vitesse de rotation électriquement admissible

2) Existe aussi avec **Functional Safety**.

3) Existe aussi pour les applications dans le vide.

4) Segments disponibles sur demande

	Interface	Périodes de signal/tour	Marques de référence	Type	Page
	EnDat 2.2	–	–	ECA 4412	46
	Fanuc α i			ECA 4492F	
	Mitsubishi			ECA 4492M	
	Panasonic			ECA 4492P	
	EnDat 2.2			ECA 4410	
	Fanuc α i			ECA 4490F	
	Mitsubishi			ECA 4490M	
	Panasonic			ECA 4490P	
	$\sim 1 V_{CC}$	12000 à 52000	une ou à distances codées	ERA 4280C	54
		6000 à 44000		ERA 4480C	
		3000 à 13000		ERA 4880C	
	$\sim 1 V_{CC}$	12000 à 52000	une ou à distances codées	ERA 4282C	58
	$\sim 1 V_{CC}$	36000 à 90000	à distances codées	ERA 7480C	60
	$\sim 1 V_{CC}$	36000 à 90000	à distances codées	ERA 8480C	64



ECA 4000



ERA 4000



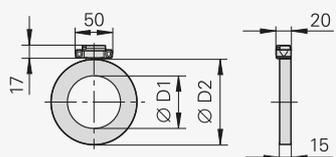
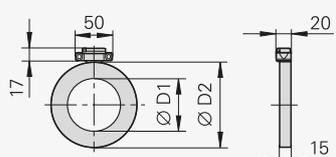
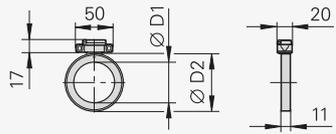
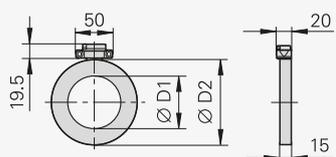
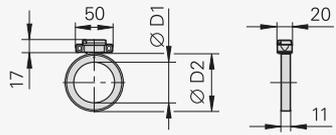
ERA 7480



ERA 8480

Tableau d'aide à la sélection

Systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage magnétique

	Principales dimensions en mm	Diamètres	Nombre de traits	Période de signal
Série ERM 2200		D1 : 70 mm à 380 mm D2 : 113,16 mm à 452,64 mm	1800 à 7200	Env. 200 µm
Série ERM 2400		D1 : 40 mm à 410 mm D2 : 75,44 mm à 452,64 mm	600 à 3600	Env. 400 µm
		D1 : 40 mm à 100 mm D2 : 64,37 mm à 128,75 mm	512 à 1024	Env. 400 µm
		D1 : 40 mm; 55 mm D2 : 64,37 mm, 75,44 mm	512, 600	
Série ERM 2410		D1 : 40 mm à 410 mm D2 : 75,44 mm à 452,64 mm	600 à 3600	Env. 400 µm
Série ERM 2900		D1 : 40 mm à 100 mm D2 : 58,06 mm à 120,96 mm	192 à 400	Env. 1000 µm

¹⁾ La valeur de position est calculée à l'intérieur de l'appareil, à partir des signaux incrémentaux obtenus après franchissement de deux marques de référence.

²⁾ Eventuellement limitée en fonctionnement à cause de la vitesse de rotation électriquement admissible

Vitesse de rotation mécaniquement admissible ²⁾	Interface	Modèle	Informations complémentaires
14500 min ⁻¹ à 3000 min ⁻¹	~ 1 V _{CC}	AK ERM 2280 TTR ERM 2200C	Catalogue <i>Systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage magnétique</i>
19000 min ⁻¹ à 3000 min ⁻¹	□ TTL	AK ERM 2420 TTR ERM 2400	
	~ 1 V _{CC}	AK ERM 2480 TTR ERM 2400	
42000 min ⁻¹ à 20000 min ⁻¹	~ 1 V _{CC}	AK ERM 2480 TTR ERM 2404	
33000 min ⁻¹ ; 27000 min ⁻¹	~ 1 V _{CC}	AK ERM 2480 TTR ERM 2405	
19000 min ⁻¹ à 3000 min ⁻¹	EnDat 2.2 ¹⁾	AK ERM 2410 TTR ERM 2400C	
47000 min ⁻¹ à 16000 min ⁻¹	~ 1 V _{CC}	AK ERM 2980 TTR ERM 2904	



ERM 2280



ERM 2480



ERM 2484



ERM 2485

Tableau d'aide à la sélection

Systèmes de mesure angulaire absolus étanches

Série	Principales dimensions en mm	Précision du système	Vitesse de rotation méc. admissible	Valeurs de position/tour	Interface
Avec accouplement statorique intégré					
RCN 2000		± 5"	≤ 1500 min ⁻¹	67 108 864 ± 26 bits	EnDat 2.2
		± 2,5"			EnDat 2.2
					Fanuc αi
					Mitsubishi
					EnDat 2.2
		EnDat 2.2			
Fanuc αi					
Mitsubishi					
RCN 5000		± 5"	≤ 1500 min ⁻¹	67 108 864 ± 26 bits	EnDat 2.2
		± 2,5"			EnDat 2.2
					Fanuc αi
					Mitsubishi
					EnDat 2.2
		EnDat 2.2			
Fanuc αi					
Mitsubishi					
RCN 8000		± 2"	≤ 500 min ⁻¹	53 687 0912 ± 29 bits	EnDat 2.2
		± 1"			EnDat 2.2
					Fanuc αi
					Mitsubishi
					EnDat 2.2
		EnDat 2.2			
Fanuc αi					
Mitsubishi					
Avec accouplement statorique monté à l'extérieur					
ECN 200		± 10"	≤ 3000 min ⁻¹	33 554 432 ± 25 bits	EnDat 2.2
					EnDat 2.2
					83 886 08 ± 23 bits
					Fanuc α
Mitsubishi					

	Signaux incrémentaux	Périodes de signal/tour	Modèle	Informations complémentaires
	~ 1 V _{CC}	16 384	RCN 2380	Catalogue Systèmes de mesure angulaire étanches
	-	-	RCN 2310	
	-	-	RCN 2390F	
	-	-	RCN 2390M	
	~ 1 V _{CC}	16 384	RCN 2580	
	-	-	RCN 2510	
	-	-	RCN 2590F	
	-	-	RCN 2590M	
	~ 1 V _{CC}	16 384	RCN 5380	
	-	-	RCN 5310	
	-	-	RCN 5390F	
	-	-	RCN 5390M	
	~ 1 V _{CC}	16 384	RCN 5580	
	-	-	RCN 5510	
	-	-	RCN 5590F	
	-	-	RCN 5590M	
	~ 1 V _{CC}	32 768	RCN 8380	
	-	-	RCN 8310	
	-	-	RCN 8390F	
	-	-	RCN 8390M	
	~ 1 V _{CC}	32 768	RCN 8580	
	-	-	RCN 8510	
	-	-	RCN 8590F	
	-	-	RCN 8590M	
	~ 1 V _{CC}	2048	ECN 225	Catalogue Systèmes de mesure angulaire étanches
	-	-	ECN 225	
	-	-	ECN 223F	
	-	-	ECN 223 M	



RCN 2000



RCN 5000



RCN 8000
Ø 60 mm



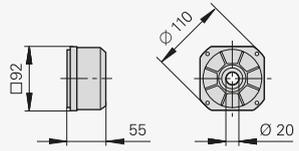
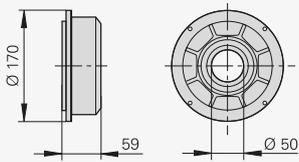
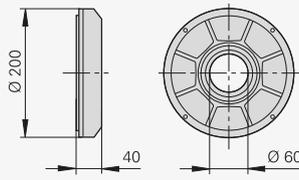
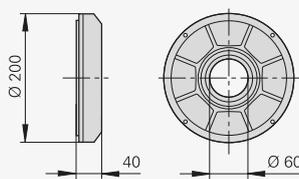
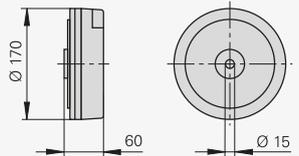
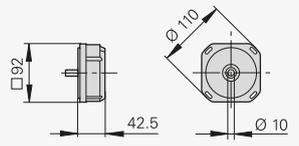
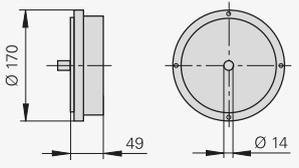
RCN 8000
Ø 100 mm



ECN 200
Ø 50 mm

Tableau d'aide à la sélection

Systèmes de mesure angulaire incrémentaux étanches

Série	Principales dimensions en mm	Précision du système	Vitesse de rotation méc. admissible ¹⁾	Interface
Avec accouplement statorique intégré				
RON 200		± 5"	≤ 3000 min ⁻¹	□ TTL
		± 2,5"		□ TTL
RON 700		± 2"	≤ 1000 min ⁻¹	~ 1 V _{CC}
				~ 1 V _{CC}
RON 800 RPN 800		± 1"	≤ 1000 min ⁻¹	~ 1 V _{CC}
RON 900		± 0,4"	≤ 100 min ⁻¹	~ 11 μA _{CC}
Pour accouplement d'arbre séparé				
ROD 200		± 5"	≤ 10000 min ⁻¹	□ TTL
ROD 700		± 2"	≤ 1000 min ⁻¹	~ 1 V _{CC}
		± 1"	≤ 1000 min ⁻¹	~ 1 V _{CC}

¹⁾ Eventuellement limitée en fonctionnement à cause de la vitesse de rotation électriquement admissible

²⁾ Avec interpolation intégrée

	Périodes de signal/ tour	Modèle	Informations complémentaires
	18000 ²⁾	RON 225	Catalogue Systèmes de mesure angulaire étanches
	180000/90000 ²⁾	RON 275	
	18000	RON 285	
	18000	RON 287	
	18000	RON 785	
	18000/36000	RON 786	
	36000	RON 886	
	180000	RPN 886	
	36000	RON 905	

	18000 ²⁾	ROD 220	Catalogue Systèmes de mesure angulaire étanches
	180000 ²⁾	ROD 270	
	18000	ROD 280	
	18000/36000	ROD 780	
	36000	ROD 880	



RON 285



RON 786



RON 905



ROD 280



ROD 780

Principes de mesure

Support de mesure

Sur les systèmes de mesure HEIDENHAIN à balayage optique, la mesure est matérialisée par des structures régulières appelées "divisions".

Ce sont alors des substrats en verre ou en acier qui servent de support à ces divisions. Sur les systèmes destinés à mesurer de grandes longueurs, en revanche, c'est un ruban en acier qui sert de support à la mesure.

Les divisions fines sont obtenues avec des procédés photo-lithographiques de conception spéciale HEIDENHAIN.

- AURODUR : traits dépolis gravés sur un ruban en acier revêtu d'une couche d'or ; période de division typique de 40 μm
- METALLUR : des traits métalliques déposés sur de l'or forment une division insensible aux salissures ; période de division typique de 20 μm
- DIADUR : traits en chrome particulièrement résistants (période de division typique 20 μm) ou structure tridimensionnelle en chrome sur verre (période de division typique 8 μm)
- Réseau de phases SUPRADUR : structure planaire tridimensionnelle particulièrement insensible aux salissures avec une période de division typique de 8 μm , voire moins
- Réseau de phases OPTODUR : structure planaire tridimensionnelle, avec réflexion particulièrement élevée ; période de division typique de 2 μm , voire moins

Ces procédés permettent d'obtenir non seulement des périodes de divisions très fines, mais également une division très nette et très homogène. Avec le principe de balayage photoélectrique, ils jouent ainsi un rôle déterminant dans l'obtention de signaux de sortie de haute qualité.

La société HEIDENHAIN fabrique ses matrices originales sur des machines de grande précision qu'elle a elle-même construites.

DIADUR, AURODUR et METALLUR sont des marques déposées de la société DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH, Traunreut.

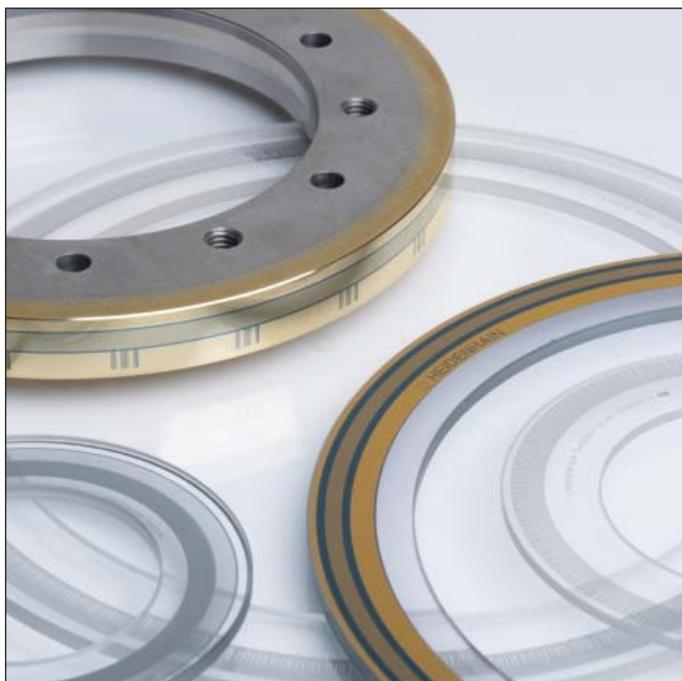
Procédé de mesure absolue

Avec le procédé de mesure absolue, la valeur de position est disponible dès la mise sous tension du système de mesure et peut être exploitée à tout moment par l'électronique d'exploitation. Il n'est donc pas nécessaire de déplacer les axes pour connaître la position de référence.

L'information de position absolue est déterminée à partir de la **division du disque gradué** qui a la forme d'une structure série codée. La structure de code est précise pour une rotation. Une piste incrémentale séparée est balayée suivant le principe de balayage à un seul champ et interpolée pour la valeur de position.



Disque gradué avec une piste codée série et une piste incrémentale



Disques et tambours gradués absolus et incrémentaux

Procédé de mesure incrémentale

Dans le cas d'un **procédé de mesure incrémentale**, la division est constituée d'une structure en réseau de phases régulières. L'information de position est obtenue **par comptage** des différents incréments (pas de mesure) à partir de n'importe quel point zéro défini. Une référence absolue reste toutefois nécessaire pour déterminer les positions. Pour cette raison, le support de mesure est doté d'une piste auxiliaire qui comporte une **marque de référence**. La position absolue de la règle, qui a été définie avec la marque de référence, correspond exactement à un pas de mesure. Pour pouvoir établir une référence absolue ou pour pouvoir retrouver le dernier point de référence utilisé, il est nécessaire de franchir la marque de référence.

Dans le pire des cas, cela implique une rotation jusqu'à 360°. Pour faciliter le franchissement de la marque de référence, de nombreux systèmes de mesure HEIDENHAIN sont dotés de **marques de référence à distances codées**. La piste de référence comporte alors plusieurs marques de référence qui sont espacées à des distances différentes les unes des autres. L'électronique consécutive détermine la référence absolue dès lors que deux marques de référence voisines ont été franchies, soit après un mouvement rotatif de quelques degrés (voir écart de base G dans le tableau). Les systèmes de mesure avec marques de référence à distances codées portent la lettre "C" à la suite de leur désignation (par ex. ERA 4200 C).

Avec les marques de référence à distances codées, la **référence absolue** est calculée par comptage des incréments qui séparent deux marques de référence, selon la formule suivante :

$$\alpha_1 = (\text{abs } A - \text{sgn } A - 1) \times \frac{G}{2} + (\text{sgn } A - \text{sgn } D) \times \frac{\text{abs } M_{RR}}{2}$$

avec :

$$A = \frac{2 \times \text{abs } M_{RR} - G}{TP}$$

sachant que :

α_1 = position angulaire absolue de la première marque de référence franchie par rapport à la position zéro, en degrés

abs = valeur absolue

sgn = fonction "signe"
(fonction signe = "+1" ou "-1")

M_{RR} = valeur de mesure entre les marques de référence franchies en degrés

G = écart de base entre deux marques de référence fixes (voir tableaux)

TP = période de division ($\frac{360^\circ}{\text{Période de signal}}$)

D = sens de rotation (+1 ou -1)
D'après le plan d'encombrement, la rotation équivaut à "+1".

ERA 7480C, ERA 8480C

Période de signal z	Nombre de marques de référence	Ecart nominal G
36 000	72	10°
45 000	90	8°
90 000	180	4°

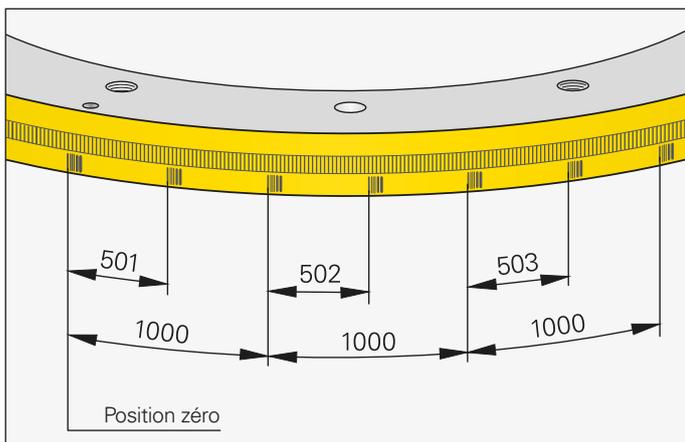


Schéma d'une division circulaire avec des marques de référence à distances codées (exemple pour l'ERA 4480 avec 20 000 traits)

ERA 4000C

Période de signal avec période de division			Nombre de marques de référence	Ecart de base G
20 µm	40 µm	80 µm		
-	-	3000	6	120°
8192	4096	4096	8	90°
-	-	5000	10	72°
12000	6000	-	12	60°
-	-	7000	14	51,429°
16384	8192	8192	16	45°
20000	10000	10000	20	36°
24000	12000	12000	24	30°
-	-	13000	26	27,692°
28000	14000	-	28	25,714°
32768	16384	-	32	22,5°
40000	20000	-	40	18°
48000	24000	-	48	15°
52000	26000	-	52	13,846°
-	38000	-	76	9,474°
-	44000	-	88	8,182°

Balayage photoélectrique

La plupart des systèmes de mesure HEIDENHAIN fonctionnent selon le principe de balayage photoélectrique. Il s'agit d'un procédé de balayage sans contact, et donc sans usure, qui permet de détecter même les traits de division les plus fins, d'une largeur de quelques microns, et qui génère des signaux de sortie de périodes très faibles.

Plus la période de division d'un support de mesure est fine, plus les effets de la diffraction influencent le balayage photoélectrique. Sur ses systèmes de mesure angulaire, HEIDENHAIN a recours à deux principes de balayage :

- le **principe de mesure par projection** pour les périodes de division de 20 μm et 40 μm
- le **principe de mesure interférentiel** pour les périodes de division très petites, par ex. 8 μm

Principe de mesure par projection

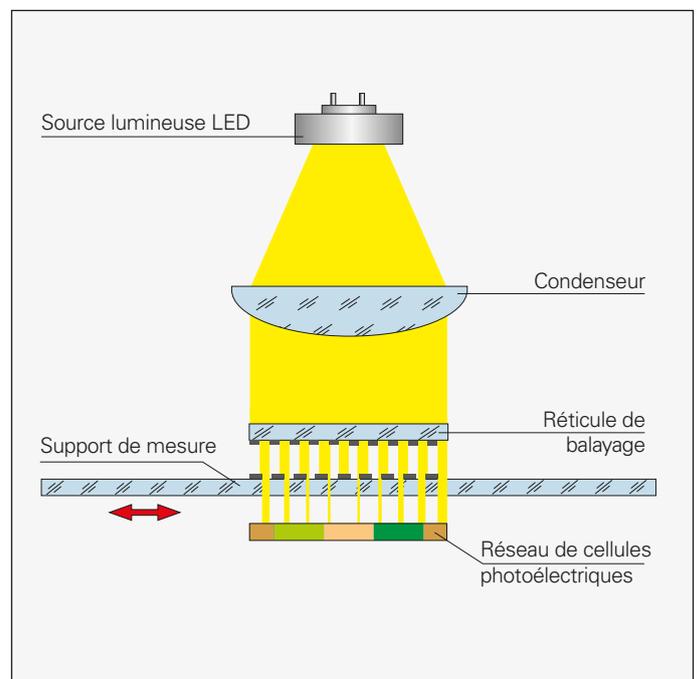
En termes simples, le principe de mesure par projection génère un signal par projection de lumière. Deux réseaux de traits d'une période de division identique ou similaire – le support de mesure et le réticule de balayage – se déplacent l'un par rapport à l'autre. Le matériau du réticule de balayage est transparent. La division du support de mesure peut, quant à elle, être déposée sur un matériau transparent ou réfléchissant.

Lorsqu'un faisceau lumineux parallèle traverse un réseau de traits, on observe des alternances de champs clairs et de champs foncés. A cet endroit se trouve un réticule. Ainsi, lorsque les deux réseaux de traits sont déplacés l'un par rapport à l'autre, la lumière traversante est modulée : elle passe lorsque les interstices entre les traits se trouvent face à face, mais elle ne passe pas si les traits recouvrent ces interstices. Un réseau de cellules photoélectriques convertit ces variations d'intensité lumineuse en signaux électriques. La division spéciale du réticule de balayage filtre alors le flux lumineux de telle façon que les signaux de sortie générés ont une forme presque sinusoïdale.

Plus la période de division du réseau de traits est fine, plus la distance et la tolérance entre le réticule de balayage et le barreau de verre sont faibles. Avec ce principe, il est possible d'obtenir des tolérances pratiques pour le montage des systèmes de mesure qui ont une période de division de 10 μm ou plus.

Les systèmes de mesure angulaire ERA fonctionnent par exemple selon le principe de mesure par projection.

Principe de mesure par projection



Principe de mesure interférentiel

Le principe de mesure interférentiel utilise la diffraction et l'interférence de la lumière sur de fins réseaux de divisions pour générer les signaux destinés à mesurer le déplacement.

C'est un réseau de phases qui sert de support à la mesure : des traits réfléchissants d'une épaisseur de 0,2 µm sont déposés sur une surface plane et réfléchissante. Face au support de mesure se trouve un réticule de balayage. Celui-ci est constitué d'un réseau de phases transparent avec une période de division identique à celle du barreau de verre.

Lorsqu'elle rencontre le réticule de balayage, l'onde lumineuse plane est divisée par diffraction en trois ondes partielles d'ordre 1, 0 et -1 avec quasiment la même intensité lumineuse. Celles-ci sont diffractées sur le barreau de verre avec réseau de phases de manière à ce que la majeure partie de l'intensité lumineuse se situe dans l'ordre de diffraction réfléchi 1 et -1. Ces ondes partielles se rejoignent sur le réseau de phases du réticule de balayage où elles subissent une nouvelle diffraction et s'interfèrent. Il en résulte alors trois trains d'ondes qui quittent le réticule de balayage sous des angles différents. Les cellules photoélectriques convertissent ces intensités lumineuses en signaux électriques.

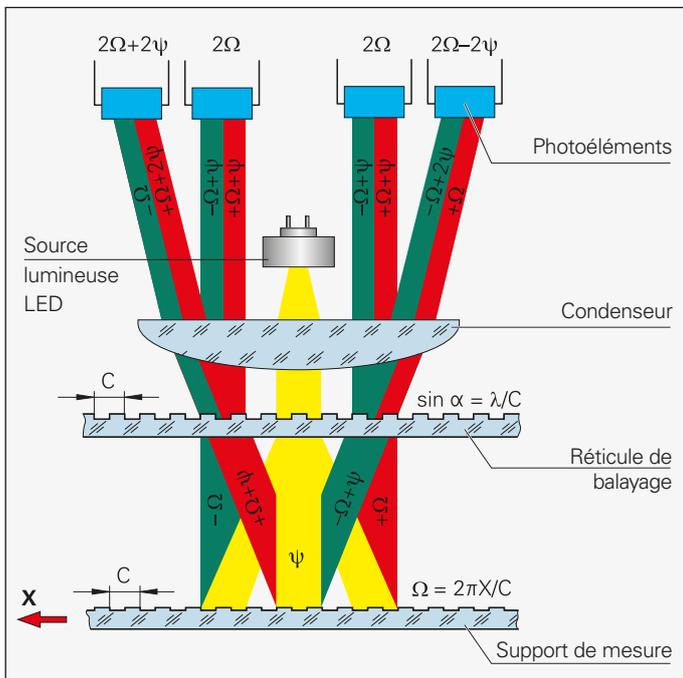
En fonction du type de mouvement entre la barre de verre et le réticule de balayage, les fronts des ondes diffractées subissent un décalage de phase plus ou moins important. Ainsi, lorsque la période de division se décale d'une période, le front d'une onde de l'ordre de diffraction 1 se décale d'une longueur d'onde dans le sens positif, tandis qu'une onde de l'ordre -1 est décalée d'une longueur d'onde dans le sens négatif. Comme ces deux ondes interfèrent entre elles en sortie du réseau de phases, elles se déphasent l'une par rapport à l'autre de deux longueurs d'onde. Un mouvement d'une période de division entre la règle et le réticule de balayage revient donc à obtenir deux périodes de signal.

Les systèmes de mesure interférentiels fonctionnent avec de fines périodes de division, par exemple 8 µm, 4 µm, voire plus fin. Leurs signaux de balayage sont exempts d'harmoniques et peuvent être hautement interpolés. Ils sont particulièrement adaptés aux petits pas de mesure et à un haut niveau de précision.

Les systèmes de mesure angulaire ERP fonctionnent par exemple selon le principe interférentiel.

Principe de mesure interférentiel (schéma de l'optique)

- C Période de division
- ψ Variation de phase de l'onde lumineuse lors de sa traversée du réticule de balayage
- Ω Variation de phase de l'onde lumineuse due au mouvement x du barreau de verre



Précision de la mesure

La précision de la mesure angulaire dépend principalement des éléments suivants :

- la qualité de la division
- la stabilité du support de la division
- la qualité du balayage
- la qualité de l'électronique qui traite les signaux
- l'excentricité de la division par rapport au palier
- les erreurs du palier
- l'accouplement à l'arbre à mesurer

Ces facteurs d'influence incluent à la fois des écarts propres aux systèmes de mesure et des facteurs dépendants de l'application. Pour pouvoir évaluer le niveau de précision globale qu'il est possible d'atteindre, il faut tenir compte de tous ces facteurs d'influence.

Erreurs propres aux systèmes de mesure

Les erreurs propres aux systèmes de mesure sont indiquées dans les spécifications techniques :

- Précision de la gravure
- Erreurs d'interpolation sur une période de signal

Précision de la gravure

La précision de la gravure $\pm a$ dépend de la qualité de la gravure, autrement dit des éléments suivants :

- de l'homogénéité et de la netteté de la division
- de l'alignement de la division sur le support de division
- Sur les systèmes de mesure avec un support de division massif : de la stabilité du support de division qui permet de garantir la précision même à l'état monté
- Sur les systèmes de mesure avec ruban de mesure en acier : des erreurs dues à un ruban qui aurait été inégalement tendu au montage, ainsi que des erreurs au niveau du point de jonction du ruban de mesure, sur les exécutions en cercle entier

Pour calculer la précision de la gravure $\pm a$ dans des conditions idéales, il utilise une tête caprice de série et mesurer les erreurs d'interpolation aux positions qui correspondent à des multiples entiers de la période de signal.

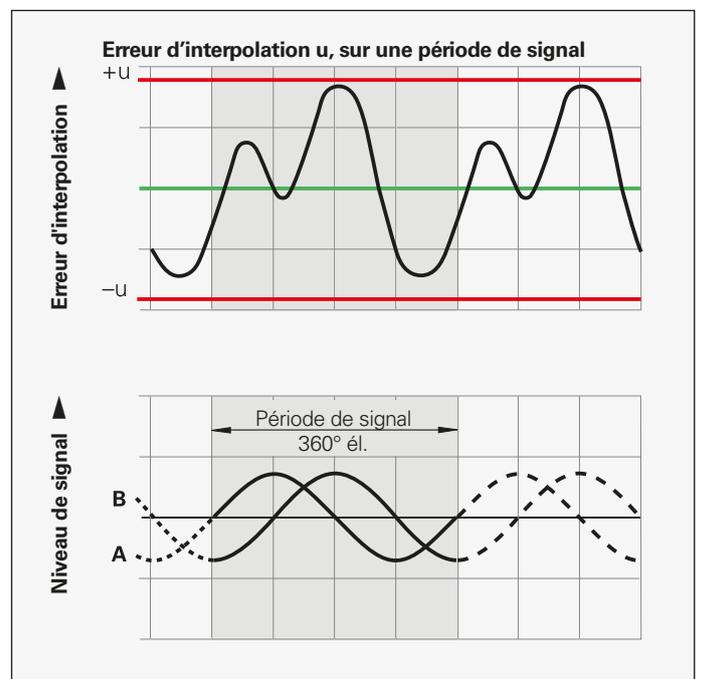
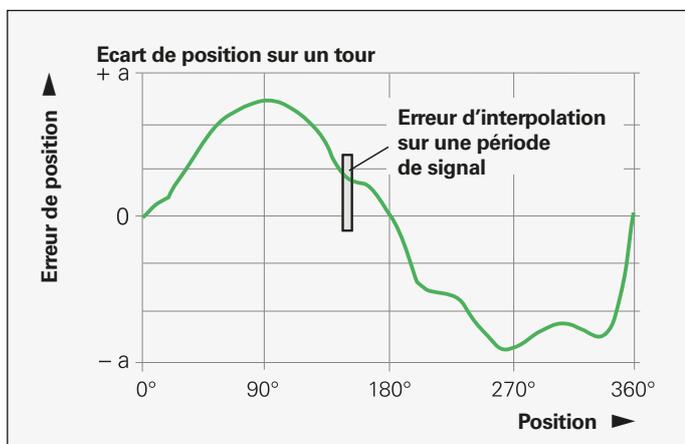
Erreurs d'interpolation sur une période de signal

Les erreurs d'interpolation sur une période de signal $\pm u$ sont imputables à la qualité du balayage (sur les systèmes de mesure dotés d'une électronique de comptage et de mise en forme des impulsions intégrée) et à la qualité de l'électronique de traitement des signaux. Sur les systèmes de mesure délivrant des signaux de sortie sinusoïdaux, c'est toutefois l'électronique consécutive qui influence les erreurs de l'électronique de traitement des signaux.

Le résultat est influencé par les facteurs suivants :

- la finesse de la période de signal
- l'homogénéité et la netteté de la période de division
- la qualité des structures de filtre du balayage
- la caractéristique des capteurs
- la stabilité et la dynamique du traitement ultérieur des signaux analogiques

Ces facteurs d'influence ont été pris en compte dans les erreurs d'interpolation qui sont spécifiées pour une période de signal.



Les erreurs d'interpolation sur une période de signal $\pm u$ sont indiquées en pourcentage de la période de signal. Sur les systèmes de mesure angulaire sans roulement encastrables, cette valeur est généralement inférieure à $\pm 1\%$ de la période de signal (ERP 880 : $\pm 1,5\%$). Pour connaître les valeurs spécifiques, se référer aux spécifications techniques.

Les erreurs d'interpolation sur une même période de signal ont une influence sur certains déplacements, aussi petits soient-ils, et sur les mesures répétitives. Il en résulte des fluctuations de la vitesse de rotation, en particulier dans la boucle d'asservissement de vitesse.

Erreurs propres à l'application

En ce qui concerne les **systèmes de mesure sans roulement**, le montage et le réglage de la tête caprice ont une incidence cruciale sur la précision totale recherchée, en plus des erreurs propres au système de mesure. Le montage excentrique de la division et les défauts de concentricité de l'arbre à mesurer sont notamment des facteurs importants. Pour pouvoir juger de la précision globale, il est primordial de déterminer et de prendre en compte les erreurs propres à l'application.

La précision indiquée pour les systèmes de mesure avec roulement intégré tient toutefois déjà compte des erreurs du roulement et de l'accouplement de l'arbre (voir catalogue *Systèmes de mesure angulaire avec roulement intégré*).

Erreurs dues à l'excentricité de la division par rapport au roulement

En montant le disque gradué avec moyeu, le tambour gradué ou le ruban de mesure en acier, il se peut que la division soit excentrée par rapport au palier. Les écarts dimensionnels et les erreurs de forme de l'arbre client peuvent également accroître l'excentricité. Le rapport entre l'excentricité e , le diamètre de la division D et l'écart de mesure $\Delta\varphi$ est le suivant (voir figure ci-dessous) :

$$\Delta\varphi = \pm 412 \cdot \frac{e}{D}$$

$\Delta\varphi$ = Erreur de mesure en " (secondes d'arc)

e = Excentricité du tambour gradué par rapport au palier, en μm (1/2 tour)

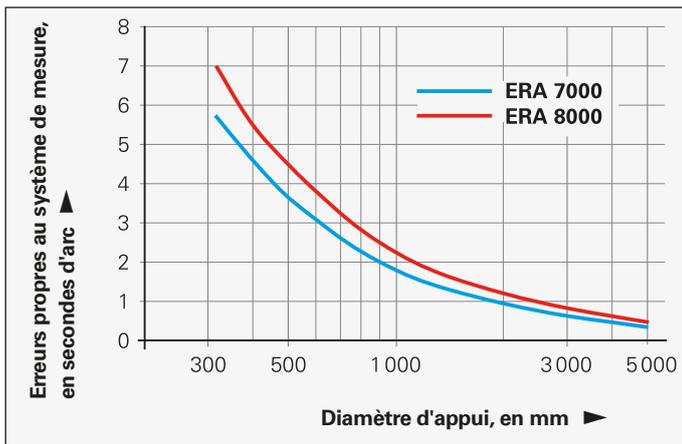
D = Diamètre moyen de la division, en mm

M = Centre de la gravure

φ = Angle "véritable"

φ' = Angle lu

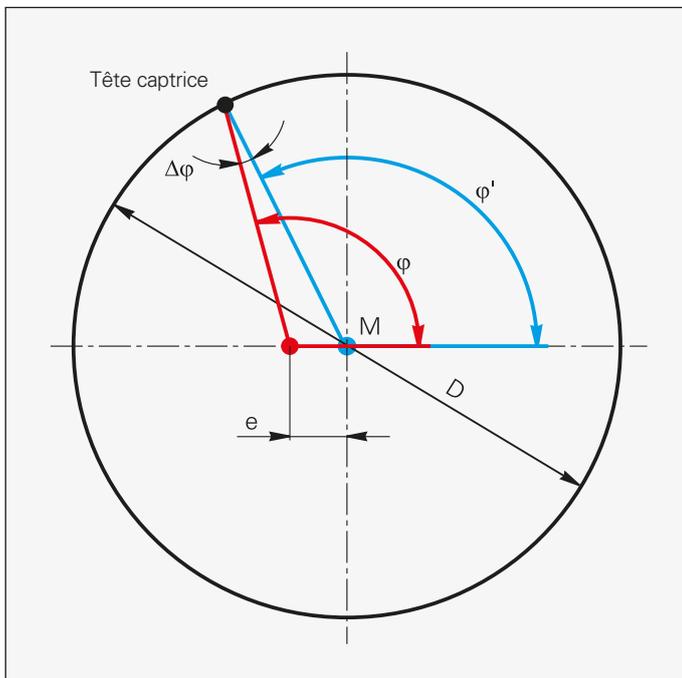
Écarts propres aux systèmes de mesure des séries ERA 7000 et ERA 8000



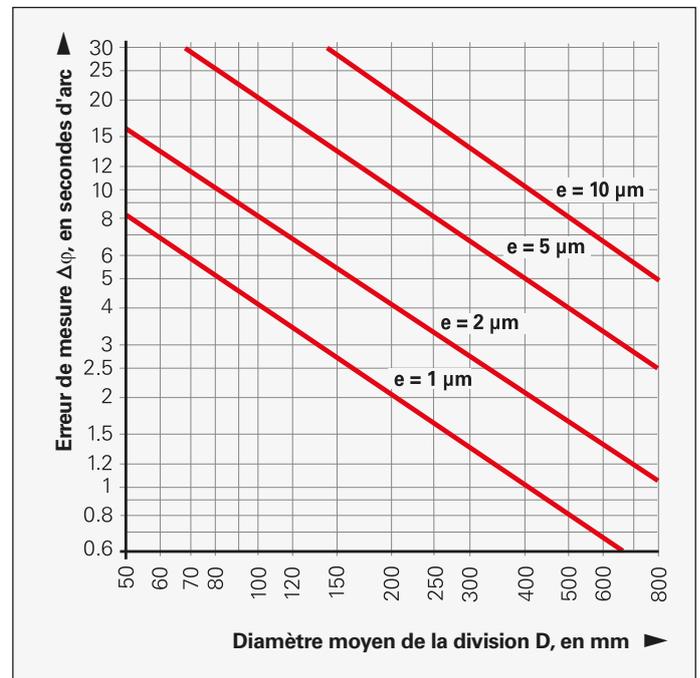
Diamètre moyen de la division D sur :

ERP 880	D = 126 mm
ERP 4000	D = 40 mm
ERP 8000	D = 104 mm
ERO 6000	D = 64 ou 142 mm
ERO 6100	D = 64 mm
ERA 4000	D $\hat{=}$ Diamètre extérieur du tambour
ECA 4000	
ERA 7000	D $\hat{=}$ Diamètre d'appui du ruban de mesure
ERA 8000	

Excentricité de la division par rapport au palier



Erreurs de mesure résultantes $\Delta\varphi$ avec différentes excentricités e , en fonction du diamètre de division moyen D



Défaut de concentricité du palier

Le rapport qui existe pour l'écart de mesure $\Delta\varphi$ s'applique également à l'écart de concentricité du palier si e a pour valeur l'excentricité, soit la moitié de l'erreur de concentricité (moitié de la valeur d'affichage). L'élasticité du palier sous l'effet d'une charge radiale de l'arbre provoque des erreurs de même nature.

Déformation de la division due au montage

En termes de sections transversales, de surfaces de référence, de position de la division par rapport à la surface de montage, de trous filetés (etc.), les tambours et les disques gradués avec moyeu sont conçus de manière telle que le montage et le fonctionnement n'ont qu'une influence marginale sur la précision des appareils.

Écarts de forme et de diamètre de la surface d'appui (sur les séries ERA 7000 et ERA 8000)

Les écarts de forme de la surface de montage peuvent influencer la précision globale qu'il est possible d'atteindre.

Les exécutions en segment connaissent des erreurs angulaires supplémentaires $\Delta\varphi$ lorsque le diamètre nominal d'appui n'est pas exactement respecté :

$$\Delta\varphi = (1 - D'/D) \cdot \varphi \cdot 3600$$

avec :

$\Delta\varphi$ = erreur du segment en secondes d'arc

φ = angle du segment en degrés

D = diamètre nominal d'appui du ruban

D' = diamètre effectif d'appui du ruban

Pour éliminer cette erreur, il suffit d'indiquer la période de signal valide z' sur 360° pour le diamètre réel d'appui du ruban D', sur la commande. Ceci équivaut à la relation suivante :

$$z' = z \cdot D'/D$$

avec z = période de signal nominale sur 360°

z' = période de signal effective sur 360°

Sur les exécutions en segment, il est en principe conseillé d'utiliser un système de mesure par comparaison, par ex. un système de mesure angulaire avec roulement, pour vérifier l'angle réel.

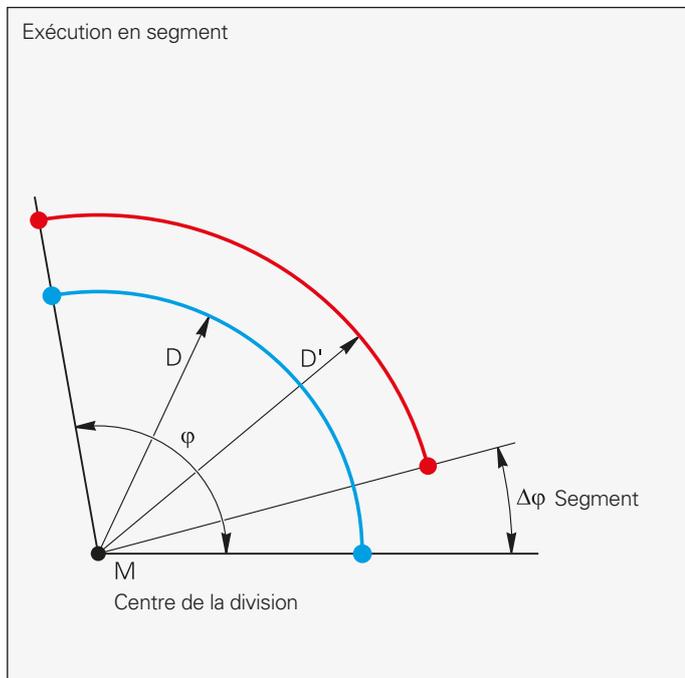
Possibilités de compensation

Le montage excentrique de la division et les erreurs de concentricité de l'arbre à mesurer sont à l'origine de la plupart des erreurs propres aux applications. Une méthode courante et efficace pour éliminer ce type d'erreurs consiste à monter deux têtes caprices, ou plus, réparties de manière équidistante et homogène sur la périphérie du support de division. L'électronique consécutive se base alors sur les différentes valeurs de position pour n'en délivrer qu'une seule.

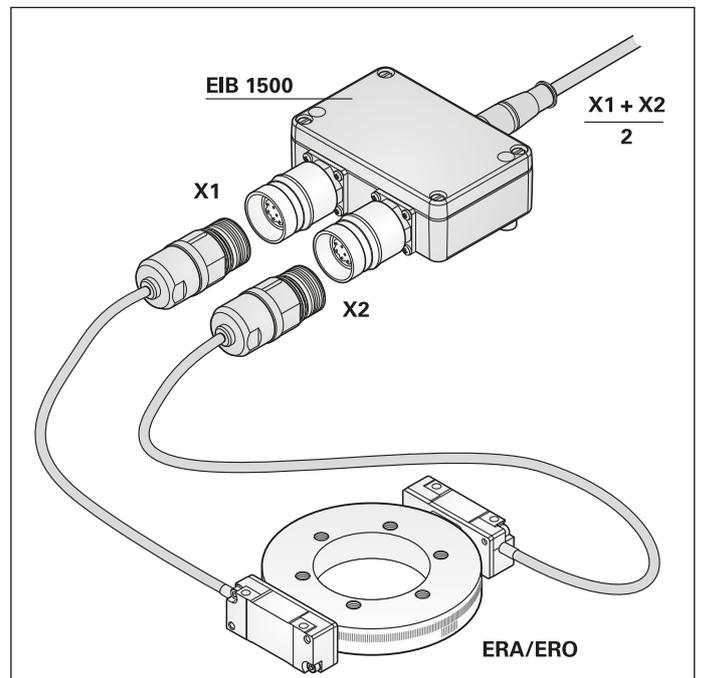
Avec l'EIB 1500, HEIDENHAIN propose une électronique capable de calculer en temps réel la position de deux têtes caprices sans la moindre répercussion négative sur la boucle d'asservissement (voir *Électroniques d'exploitation et d'affichage*).

Dans la pratique, l'amélioration qu'il est effectivement possible d'obtenir en termes de précision dépend fortement de la situation de montage et de l'application. En principe, toutes les erreurs d'excentricité (erreurs reproductibles dues à des défauts de montage, erreurs non reproductibles dues à des erreurs de concentricité du palier) parviennent ainsi à être éliminées, tout comme toutes les harmoniques impaires de l'erreur de division.

Erreur angulaire due à un écart du diamètre d'appui du ruban



Calcul de la position de deux têtes caprices pour compenser les erreurs d'excentricité et de concentricité



Procès-verbal de mesure

Avant livraison, tous les systèmes de mesure angulaire de HEIDENHAIN sont soumis à un contrôle de fonctionnement et de précision. La précision des systèmes de mesure angulaire est déterminée à l'aide d'un déplacement sur une rotation. Le nombre de positions de mesure est choisi de manière à ce que les écarts d'ondes longues et les erreurs d'interpolation puissent être acquis avec une très grande précision, sur une période de signal. Ceci ne tient toutefois pas compte des écarts de montage.

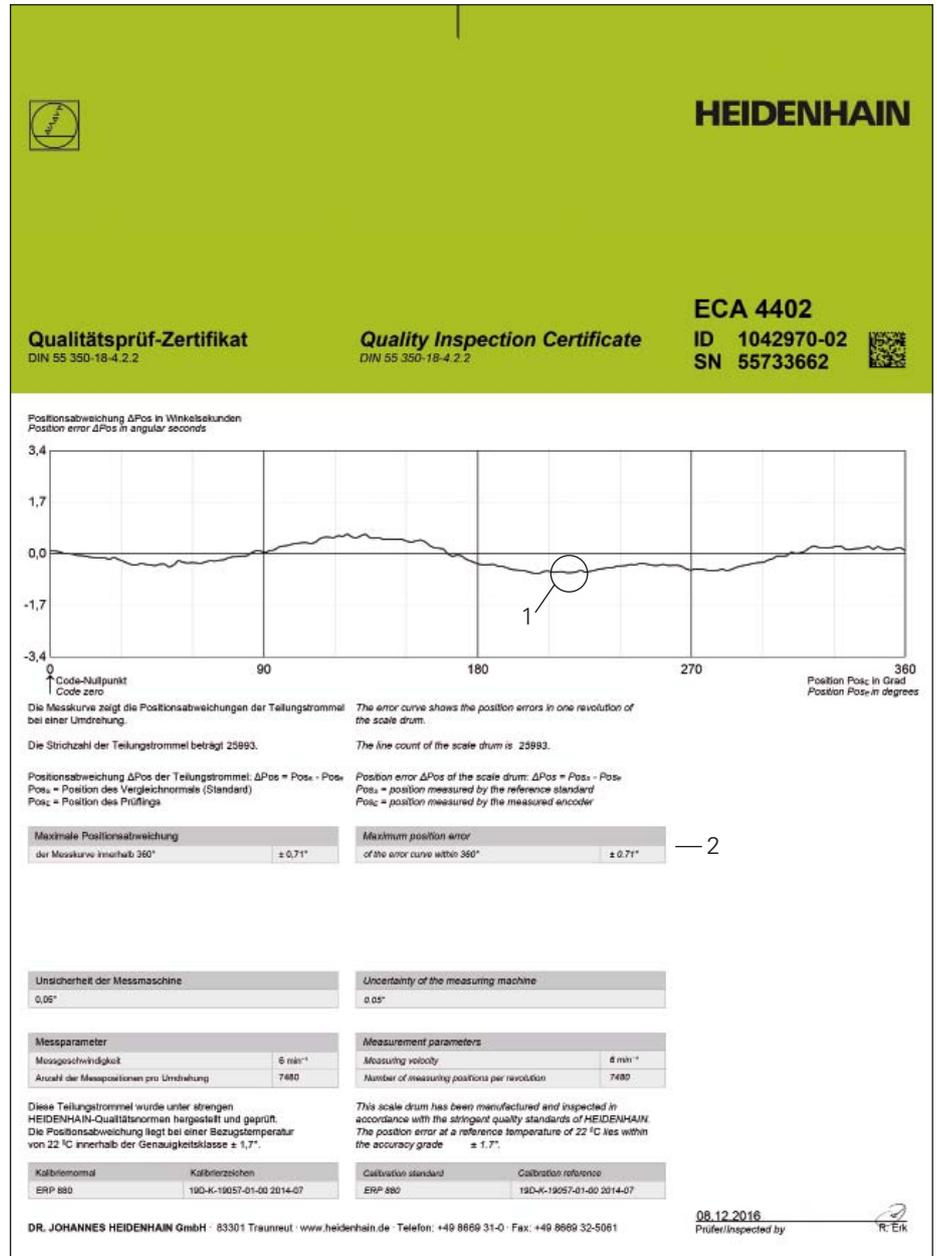
Le **certificat de contrôle qualité** atteste de la **précision de division** spécifiée pour chaque système de mesure. Les **étalons de référence** utilisés y sont aussi mentionnés, en vue de garantir une certaine traçabilité par rapport à des étalons nationaux ou internationaux reconnus, comme le prévoit la norme EN ISO 9001.

Pour les séries ERP, ERO 6000, ERA 4000 et ECA 4000, un procès-verbal de mesure vient également documenter les **erreurs de position** déterminées. Les paramètres de mesure et l'incertitude de mesure y sont également indiqués.

Plage de température

Les systèmes de mesure sont contrôlés à une **température de référence** de 22 °C. L'écart de position figurant sur le procès-verbal de mesure est valable à cette température.

Les systèmes de mesure angulaire à balayage optique qui sont pourvus d'un support de division massif, sont étalonnés chez HEIDENHAIN dans les mêmes conditions de montage que celles de leur application. Cela permet de garantir, sur la machine, la même précision que celle constatée chez HEIDENHAIN.



Exemple de procès-verbal de mesure pour un tambour gradué ECA 4402

- 1 Représentation graphique de la précision de la division
- 2 Résultat de l'étalonnage

Fiabilité

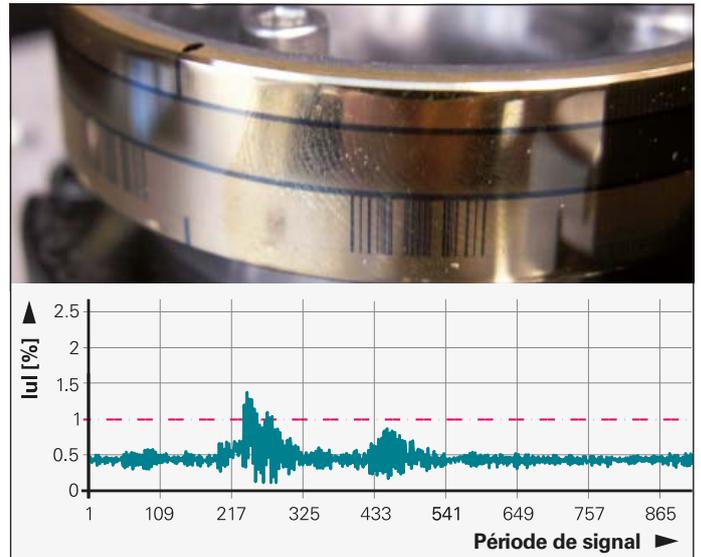
Les systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage optique de HEIDENHAIN sont optimisés en vue d'une utilisation sur des machines de précision rapides. Malgré leur structure ouverte, ils sont très peu sensibles aux salissures, restent très stables dans la durée et sont faciles à monter.

Faible sensibilité aux salissures

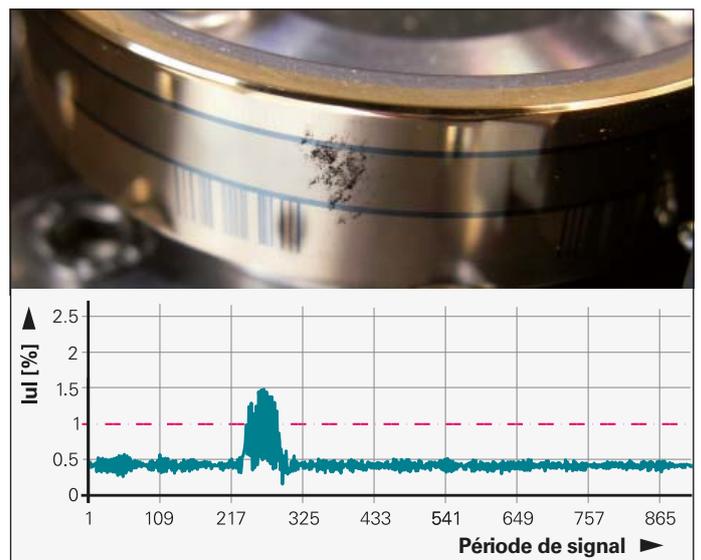
Outre l'excellente qualité du réseau de divisions, le procédé de balayage a lui aussi une influence directe sur la précision et la fiabilité des systèmes de mesure. Les systèmes de mesure HEIDENHAIN fonctionnent avec un **balayage à un seul champ**. Les signaux de balayage ne sont générés qu'à partir d'un seul champ de balayage. Les salissures présentes sur le support de mesure (par ex. traces de doigt, résidus graisseux, etc.) nuisent elles aussi à l'intensité lumineuse des composants des signaux et donc aux signaux de balayage. Les signaux de sortie voient alors leur amplitude modifiée, ce qui n'est pas le cas de l'offset et du déphasage. Il est toujours possible de les interpoler fortement, car les erreurs d'interpolation sur une période de signal restent faibles.

Le **grand champ de balayage** réduit en outre la sensibilité aux salissures. Selon le type de salissure, il est aussi possible d'éviter une panne du système de mesure. Ainsi, même la présence de taches d'encre d'impression, de poussières de platine, d'eau ou d'huile sur 3 mm de diamètre n'empêche pas l'appareil de fournir des signaux de mesure de qualité élevée. Les erreurs de position sur une rotation restent bien inférieures à la valeur de précision spécifiée.

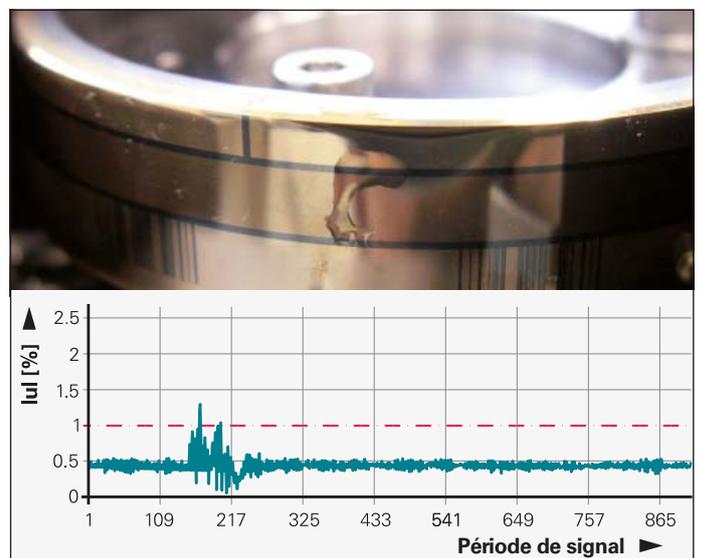
Les figures ci-contre font état des résultats de tests effectués avec des salissures sur un ERA 4000. Les valeurs maximales indiquées pour l'erreur d'interpolation sont représentées sur une période de signal $|\mu|$. Même en présence d'importantes salissures, la valeur spécifiée de $\pm 1\%$ n'est que très légèrement dépassée.



Salissure causée par des traces de doigts



Salissure causée par des résidus de toner



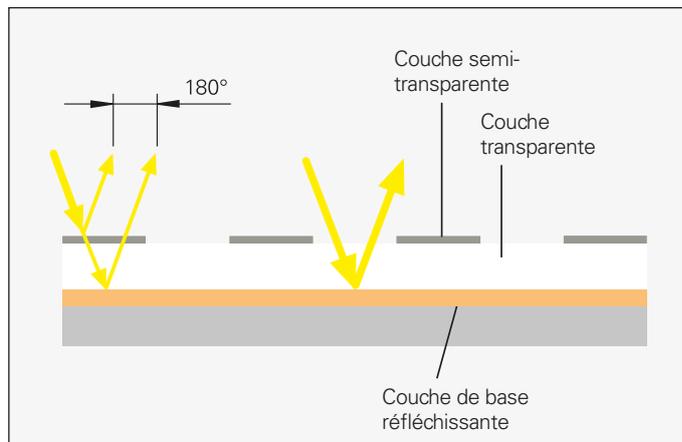
Salissure à cause d'une goutte d'eau

Des supports de mesure résistants

Comme les systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage optique sont conçus de manière ouverte, leur support de mesure est soumis à des charges importantes. Pour cette raison, HEIDENHAIN a généralement recours à des divisions robustes qui sont obtenues par des procédés spéciaux.

Dans le cas du procédé DIADUR, les structures en chrome dur sont déposées sur un support en verre ou en acier.

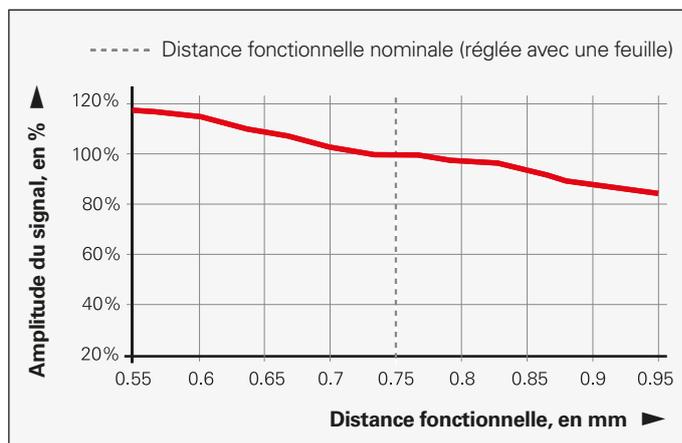
Dans le cas du procédé METALLUR, une couche réfléchissante en or est dotée d'une fine couche intermédiaire en verre. Celle-ci est recouverte d'un réseau de traits en chrome semi-transparent d'une épaisseur de quelques nanomètres seulement, qui ont un pouvoir absorbant. Les supports avec division METALLUR s'avèrent particulièrement robustes et insensibles aux salissures, car la faible hauteur des structures ne laisse pratiquement aucune possibilité d'accumulation de poussières, de salissures ou de particules d'humidité.



Structure d'une division METALLUR

Tolérances de montage pratiques

Les tolérances de montage des systèmes de mesure angulaire modulaires de HEIDENHAIN n'ont qu'une influence négligeable sur les signaux de sortie. Il est à noter que les fluctuations de la distance fonctionnelle entre le support de la division et la tête captrice ne modifient que très légèrement l'amplitude du signal. Les erreurs de position sur une période de signal sont quasiment insignifiantes et à peine remarquables. Un tel comportement joue un rôle déterminant dans la grande fiabilité des systèmes de mesure angulaire HEIDENHAIN.



Influence de la distance fonctionnelle sur l'amplitude du signal de l'ERA 4000

Exécutions mécaniques et montage

Informations générales

Les systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage optique se composent d'une tête caprice et d'un support de division. Le support de divisions peut être soit un élément massif (tambour gradué, disque gradué avec moyeu), soit prendre la forme d'un ruban de mesure. Les composants sont exclusivement guidés les uns par rapport aux autres au moyen du guidage de la machine. Par conséquent, il est important de respecter certaines conditions dès l'étape de conception de la machine :

- Le **palier** doit être conçu de manière à atteindre les exigences de précision attendues sur l'axe concerné, tout en respectant les tolérances de distance entre les systèmes de mesure (voir *spécifications techniques*), même en fonctionnement.
- La **surface de montage** du support de division doit respecter les conditions de planéité, de circularité, de concentricité et de diamètre requises pour le système de mesure concerné.
- Pour simplifier le **réglage** de la tête caprice par rapport à la division, la tête doit être fixée au moyen d'une équerre de montage ou de butées adaptées.

Tous les systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage optique et **supports de division massifs** sont conçus de manière à ce que la précision spécifiée puisse être effectivement atteinte dans le cadre de l'application. Les types et les concepts de montage garantissent la meilleure reproductibilité possible.

Centrage de la division

Les divisions HEIDENHAIN étant ultra-précises, ce sont les erreurs de montage (principalement celles causées par l'erreur d'excentricité) qui nuisent à la précision globale possible. Dans la pratique, il existe différentes possibilités de centrage pour réduire l'erreur d'excentricité : celles-ci varient suivant l'appareil et la méthode de montage concernés.

1. Collier de centrage

Le support de la division est inséré sur un arbre, éventuellement par rétraction thermique. Cette méthode simple impose toutefois une géométrie de l'arbre de très grande précision.

2. Centrage en trois points

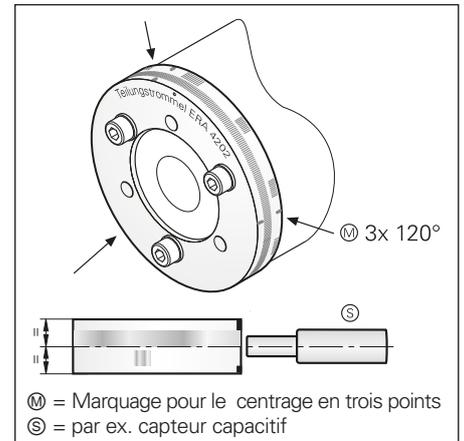
Le support de la division est centré au moyen de trois positions qui sont décalées de 120° entre elles et marquées sur le support de la division. Ainsi, les éventuelles erreurs de circularité de la surface de centrage ne viennent pas nuire au bon alignement du centre de l'axe.

3. Centrage optique

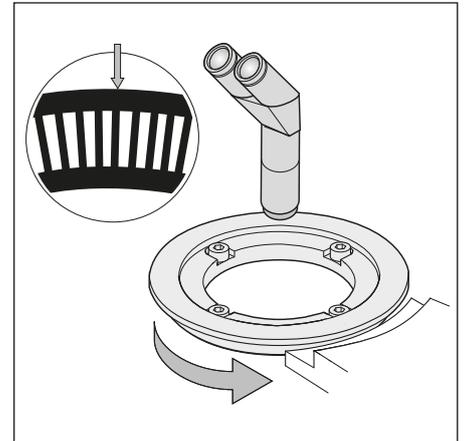
Les supports de division en verre sont fréquemment centrés à l'aide d'un microscope. Des arêtes de référence ou des bagues de centrage d'une précision sans équivoque sont pour cela apposées sur les supports de division.

4. Centrage avec deux têtes caprices

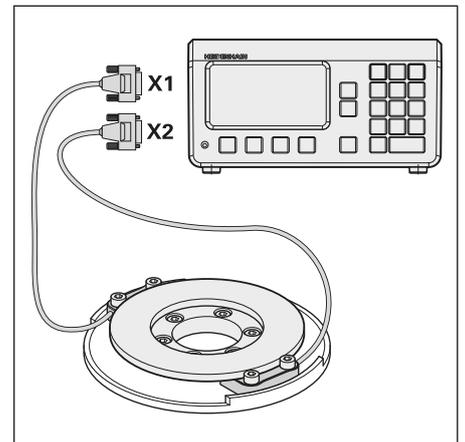
Cette méthode convient pour tous les systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage optique qui sont pourvus d'un support de division massif. Comme les divisions HEIDENHAIN ont une caractéristique d'erreur de grande longueur d'onde et que la division ou la valeur de position sert ici elle-même de référence, cette méthode constitue en effet la méthode de centrage la plus précise qui soit.



Centrage en trois points



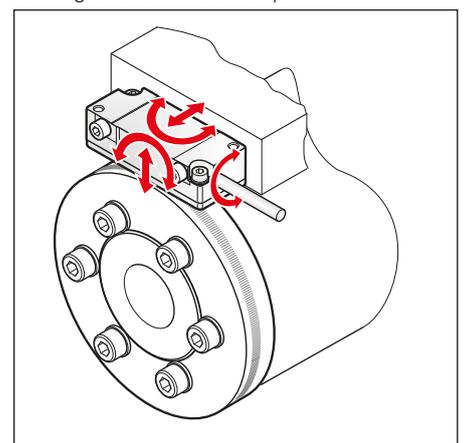
Centrage optique



Centrage avec deux têtes caprices

Têtes caprices

Comme les systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage optique sont installés à même la machine, il est nécessaire de procéder à un réglage exact de la tête caprice une fois le support de division monté. La tête caprice doit en principe être réglable sur cinq axes pour garantir son parfait alignement (voir figure). Ce réglage est toutefois grandement facilité du fait de la structure même des têtes caprices, mais aussi du fait de leur concept de montage et de leurs larges tolérances de montage. Pour monter les systèmes ERA, par exemple, il suffit d'utiliser une feuille de réglage pour ajuster la distance fonctionnelle.



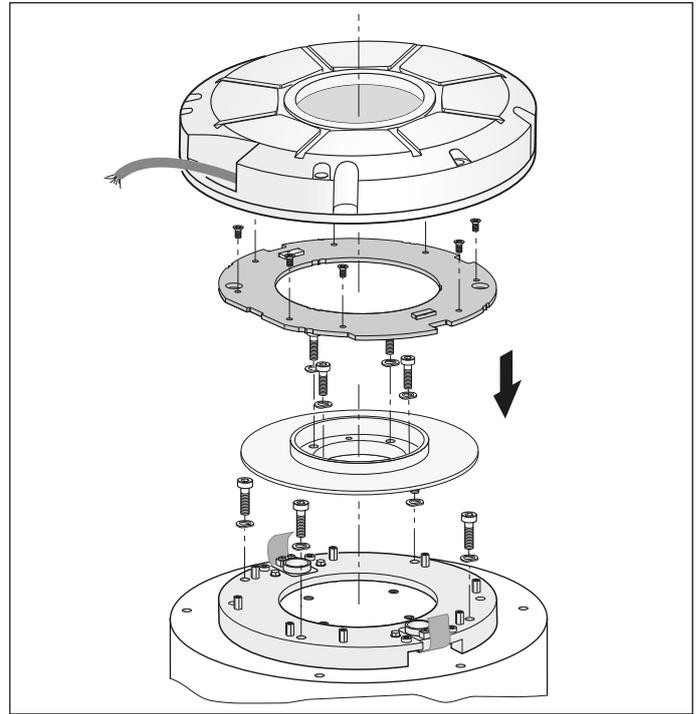
ERP 880

Le système de mesure angulaire modulaire ERP 880 se compose d'une tête caprice, d'un disque gradué avec moyeu et d'une platine. Pour le protéger des contacts et des salissures, des capots de protection sont proposés en accessoires.

Montage de l'ERP 880

Dans un premier temps, la tête caprice est montée sur l'élément fixe de la machine, puis alignée par rapport à l'arbre, avec une précision de l'ordre de $\pm 1,5 \mu\text{m}$. Ensuite, le disque gradué avec moyeu est vissé sur la face frontale de l'arbre, avant d'être réglé à son tour à une excentricité maximale de $\pm 1,5 \mu\text{m}$ par rapport à la tête caprice. Pour finir, la platine est installée, puis connectée à la tête caprice. Le réglage précis est effectué par "centrage électrique" à l'aide du PWM 9 (voir *Equipements de mesure HEIDENHAIN*) et d'un oscilloscope. Un capot peut être monté sur le système de mesure ERP 880 pour le protéger des salissures.

Principe de montage de l'ERP 880



Capot IP40

avec bague de protection IP40
Câble de 1 m avec prise d'accouplement mâle, 12 plots
ID 369774-01

Capot IP64

avec bague d'étanchéité IP64 pour l'arbre
Câble de 1 m avec prise d'accouplement mâle, 12 plots
ID 369774-02



ERP 4080/ERP 8080

Les systèmes de mesure angulaire modulaires ERP 4080 et ERP 8080 ont été prévus pour des tâches de mesure qui nécessitent un niveau de précision et une résolution très élevés. Ils fonctionnent suivant le principe de balayage interférentiel d'un réseau de phases. Ils se composent d'une tête caprice et d'un disque gradué avec moyeu.

Détermination de la cote de montage axiale

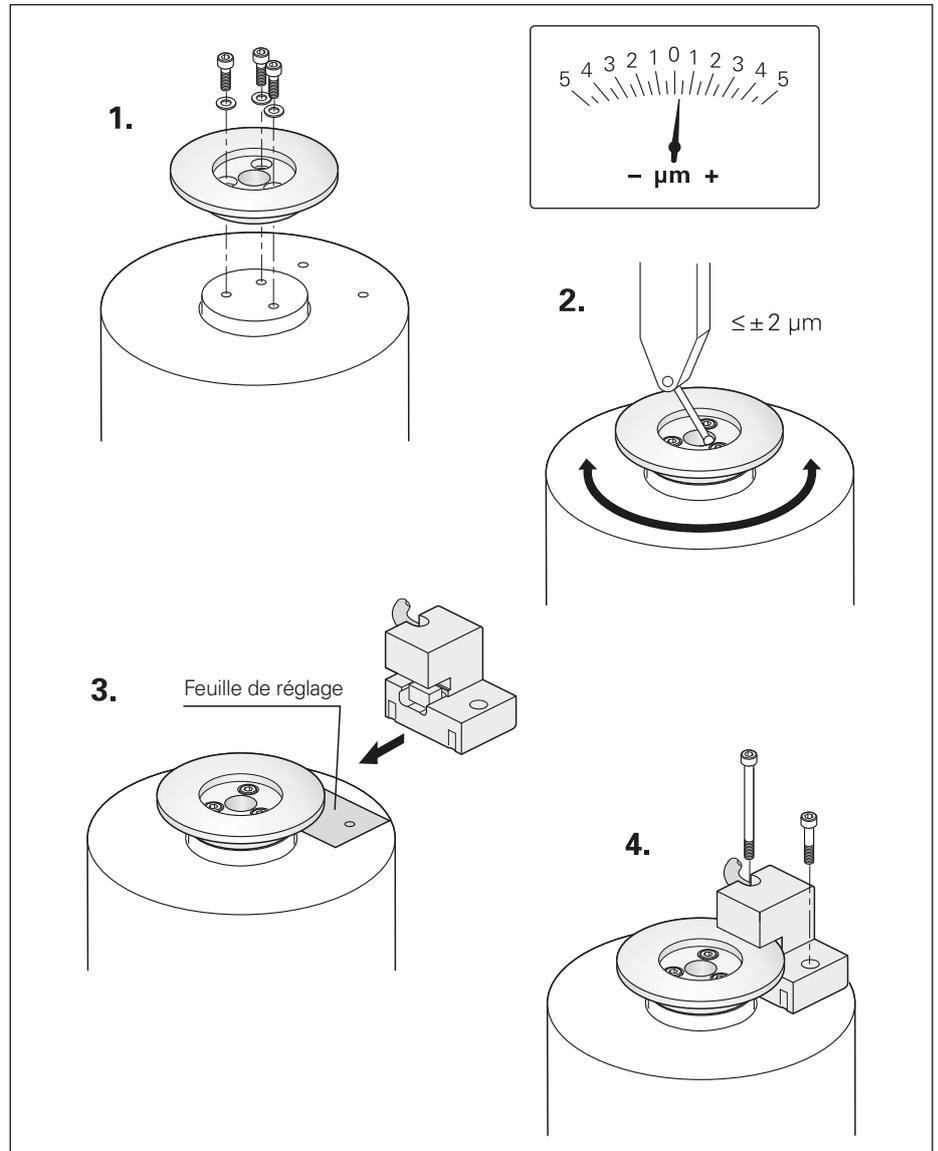
Pour obtenir la meilleure précision possible, il faut veiller à ce que l'erreur de battement de l'arbre et celle du disque gradué avec moyeu ne se cumulent pas. Les positions maximale et minimale de l'erreur de battement du moyeu sont marquées. Il est nécessaire de mesurer l'erreur de battement de l'arbre et de déterminer les positions maximale et minimale. Le disque gradué avec moyeu doit ensuite être monté de manière à réduire l'erreur de battement restante.

Montage du disque gradué avec moyeu

Le disque gradué avec moyeu est inséré sur l'arbre moteur, centré sur le diamètre intérieur du moyeu et fixé par des vis. Le centrage du disque gradué peut être effectué soit par rapport au diamètre intérieur du moyeu, à l'aide d'un comparateur à cadran, soit de manière optique, par rapport au cercle de centrage intégré au disque gradué, soit électriquement, à l'aide d'une deuxième tête caprice montée de manière diamétralement opposée.

Montage de la tête caprice

La fixation de la tête caprice sur sa surface de montage est ajustable. Il faut pour cela utiliser deux vis (ou l'outil d'aide au montage) et les feuilles de réglage correspondantes. Le réglage "électronique" de la tête caprice s'effectue à l'aide du PWM 9 ou du PWM 18 (voir *Equipements de mesure HEIDENHAIN*) : la tête caprice est alors déplacée à l'intérieur des trous de fixation jusqu'à ce que les signaux de sortie présentent une amplitude $\geq 0,9 V_{CC}$.



Accessoires

Outil d'aide au montage

pour régler la tête caprice
ID 622976-02

Adaptateur pour palpeur de mesure

pour mesurer les tolérances de montage
ID 627142-01

Feuilles de réglage

pour le réglage axial de position

10 μm	ID 619943-01
20 μm	ID 619943-02
30 μm	ID 619943-03
40 μm	ID 619943-04
50 μm	ID 619943-05
60 μm	ID 619943-06
70 μm	ID 619943-07
80 μm	ID 619943-08
90 μm	ID 619943-09
100 μm	ID 619943-10

Jeu (une feuille de chaque
entre 10 μm et 100 μm) : ID 619943-11

ERO 6000, ERO 6100

Les systèmes de mesure angulaire modulaires ERO 6000 et ERO 6100 sont composés d'une tête caprice et d'un disque gradué avec moyeu qui sont eux-mêmes positionnés et ajustés par rapport à la machine.

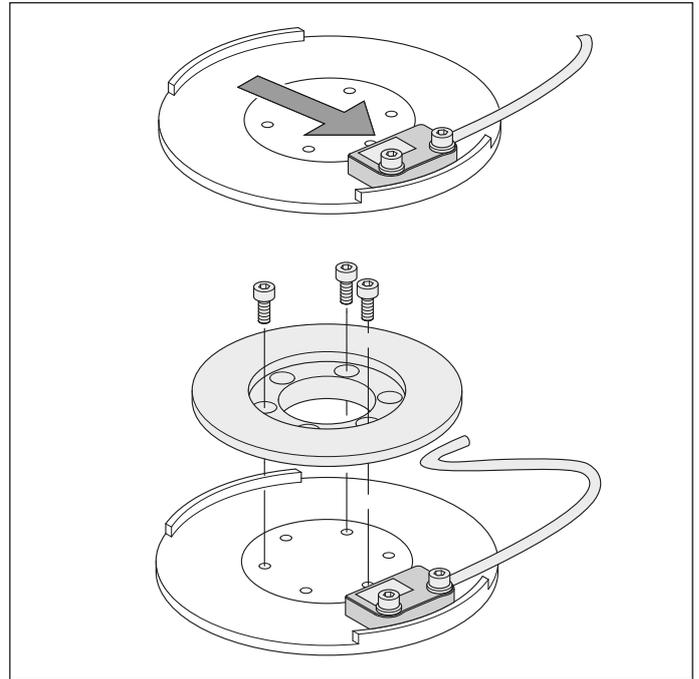
Montage de l'ERO 6000

Pour faciliter le montage de la tête caprice, il est préférable que la surface de butée côté client respecte un diamètre intérieur donné. La tête caprice est appliquée contre cette surface de montage et fixée par deux vis. Tout réglage supplémentaire est donc inutile. Le disque gradué avec moyeu est ensuite fixé sur la face frontale de l'arbre avec des vis. Le centrage peut ensuite être réalisé de manière mécanique, par un centrage en trois points, ou de manière électrique. La distance fonctionnelle entre la tête caprice et le disque gradué est déjà définie par la surface de montage, donc aucun réglage supplémentaire n'est nécessaire, ici non plus.

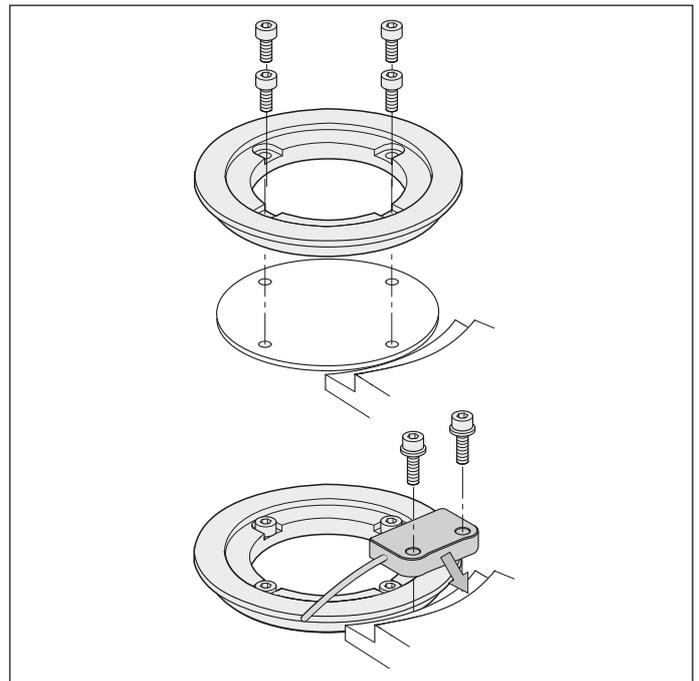
Montage de l'ERO 6100

Le disque gradué avec moyeu est monté en axial sur l'arbre, puis fait l'objet d'un centrage optique. Pour monter facilement la tête caprice, il est conseillé d'utiliser une équerre de montage qui peut être réglée dans le sens axial et qui présente une arête de butée avec un diamètre intérieur défini. La tête caprice est positionnée contre la surface d'appui de l'équerre de montage, et fixée par deux vis. La distance fonctionnelle entre la tête caprice et le disque gradué est réglée avec la feuille de réglage, puis l'équerre de montage est fixée.

Les signaux de sortie sont contrôlés avec le PWT. Le boîtier électronique APE 381 est nécessaire pour les ERO 6x80 (voir *Outils de contrôle HEIDENHAIN*).



Montage de l'ERO 6000



Montage de l'ERO 6100

Séries ERA 4000/ECA 4000

Les systèmes de mesure angulaire modulaires ERA 4000 et ECA 4000 se composent d'un tambour gradué et d'une tête caprice.

Les tambours gradués disponibles sont proposés avec collier de centrage et centrage en trois points.

La variante ERA 4x80 existe pour différents niveaux d'exigences en termes de précision et de vitesse de rotation, avec des périodes de division variées. Pour savoir quelles têtes caprices conviennent en fonction du type de tambour gradué, se référer au tableau ci-après. Il est en outre important de veiller à ce que le diamètre ou la période de signal du tambour gradué concorde bien avec la tête caprice. Les appareils des séries ERA et ECA doivent être protégés des salissures par des mesures adaptées. Les ERA 4480 sont également disponibles avec un capot de protection pour la pressurisation, pour plusieurs diamètres de tambour. Cela nécessite toutefois une tête caprice spéciale (avec raccord d'air comprimé). Le capot de protection pour la pressurisation est à commander séparément, selon le diamètre du tambour.

Les systèmes de mesure angulaire encastrables ERA et ECA sont conçus de manière à pouvoir être montés tout aussi rapidement, et sans réglages complexes.

Montage des tambours gradués pour les ERA 4202/ECA 4400

Le centrage s'effectue par rapport au diamètre intérieur du tambour, à l'aide du collier de centrage. Deux méthodes de centrage sont alors possibles :

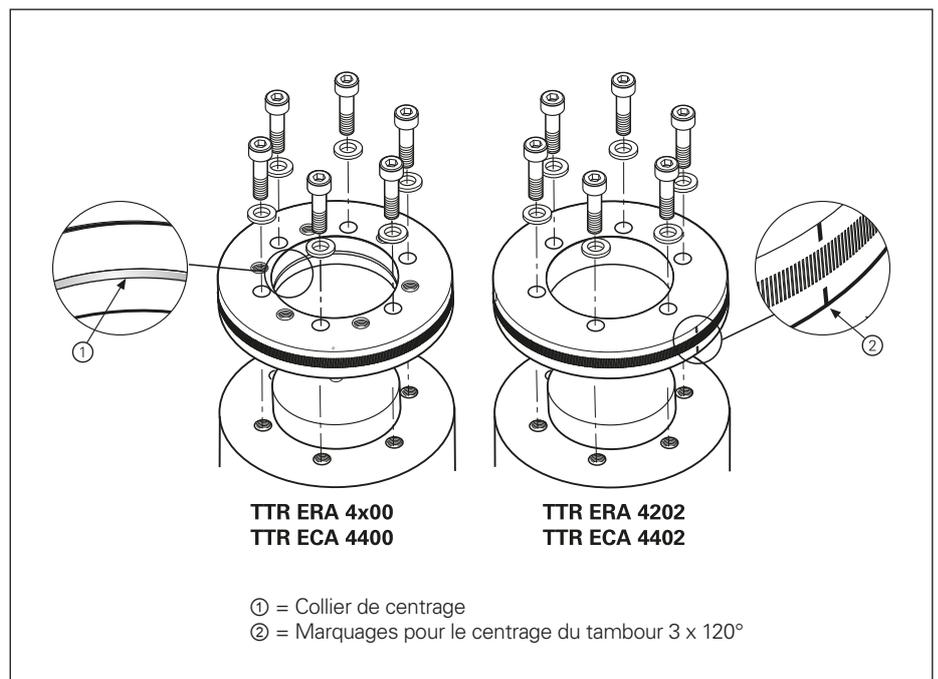
a) Le tambour gradué est inséré ou emmanché sur l'arbre client par rétraction thermique (voir aussi le chapitre relatif à la sécurité fonctionnelle) et fixé avec des vis. Il n'est donc ni nécessaire, ni possible d'ajuster le tambour. Les tambours gradués peuvent (ou doivent) avoir été échauffés au préalable, en prévision du montage.

b) Les tambours gradués sont centrés par rapport au diamètre intérieur, à l'aide du collier de centrage.

Montage des tambours gradués pour les ERA 4202/ECA 4402

Les tambours gradués sont centrés sur le diamètre extérieur à l'aide de trois points espacés de 120°, puis fixés avec des vis. Les avantages du centrage en trois points et les exécutions de tambours en matériau massif permettent d'atteindre des précisions très élevées à l'état monté, sans pour autant nécessiter des réglages importants. Les positions destinées au centrage sont marquées sur le tambour gradué. Il est donc impossible de procéder à un centrage par rapport au diamètre intérieur.

Exécution du tambour gradué	Méthodes de centrage	Type de tambour gradué	Tête caprice adaptée
Avec collier de centrage	<ul style="list-style-type: none"> • Insertion/emmanchement thermique sur l'arbre • Centrage par rapport au diamètre intérieur 	TTR ERA 4200	AK ERA 4280
		TTR ERA 4400	AK ERA 4480
		TTR ERA 4800	AK ERA 4880
		TTR ECA 4400	AK ECA 4410 AK ECA 4490
Avec centrage en trois points	<ul style="list-style-type: none"> • Centrage par rapport au diamètre extérieur 	TTR ERA 4202	AK ERA 4280
		TTR ERA 4402	AK ECA 4410 AK ECA 4490

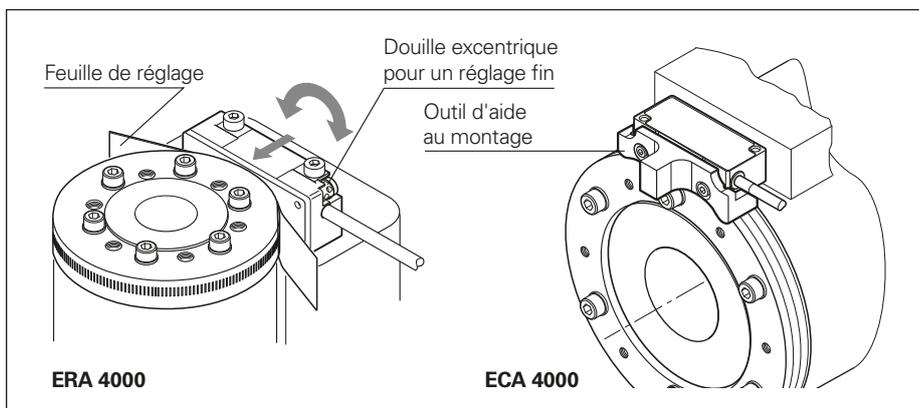


Montage des tambours gradués

Outre les méthodes de centrage spécifiques à l'appareil, il existe aussi le centrage à l'aide de deux têtes caprices.

Montage de la tête caprice

Pour monter la tête caprice, une feuille de réglage ou un outil d'aide au montage est inséré(e) entre le pourtour du tambour gradué et la tête caprice. La tête caprice est positionnée contre la feuille (ou l'outil de montage), vissée, puis la feuille (ou l'outil) est retiré(e). Sur les systèmes de mesure ERA 4000 d'une période de division de 20 µm, on peut aussi se servir d'une douille excentrique pour ajuster finement le champ de balayage.

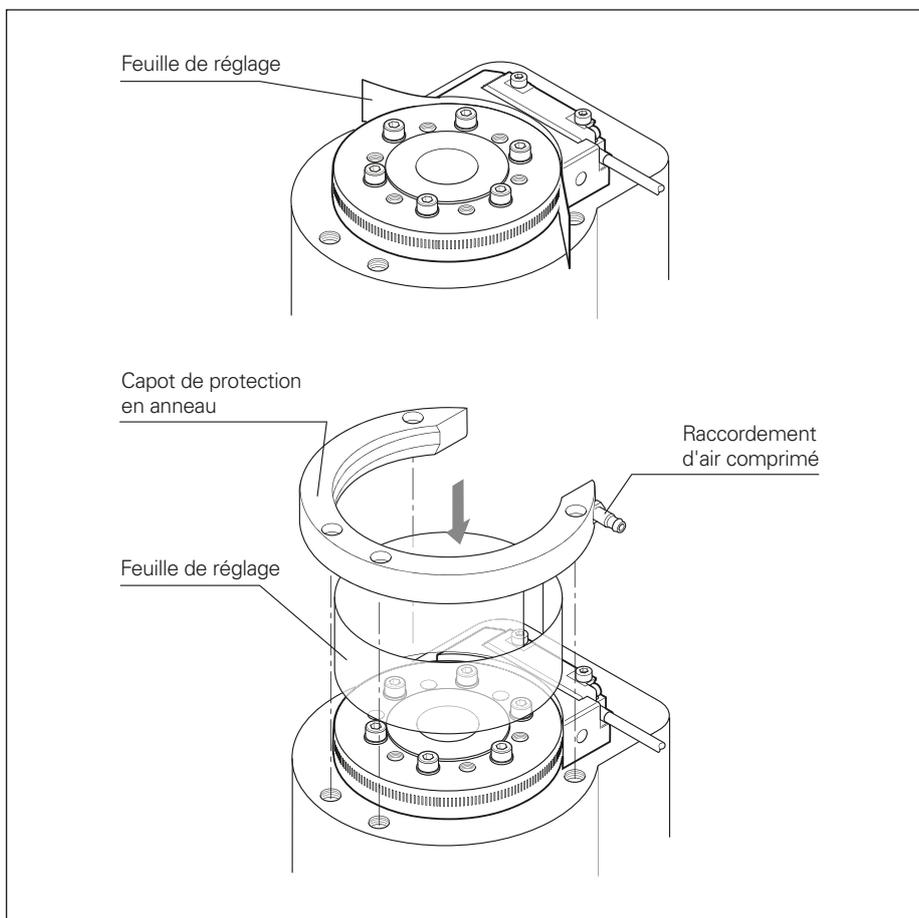


Montage de la tête caprice

Montage du capot de protection de la pressurisation

Certaines variantes de systèmes de mesure angulaire ERA 4000 existent, en option, avec un capot de protection pour la pressurisation, en forme d'anneau. Ainsi, en cas d'application d'air comprimé, ce capot forme une protection supplémentaire contre les salissures.

Le tambour gradué et la tête caprice sont montés comme indiqué précédemment. La feuille de réglage spécialement fournie avec le capot de protection est déposée autour du tambour gradué pour le protéger pendant le montage du capot et pour garantir une distance uniforme. Pour finir, le capot de protection est inséré au-dessus du tambour gradué, puis fixé. La feuille de réglage est ensuite retirée. Pour obtenir des informations sur le raccordement d'air comprimé, se référer aux *Informations mécaniques d'ordre général*.



Montage d'un ERA 4480 avec capot de protection pour la pressurisation

Séries ERA 7000, ERA 8000

Les systèmes de mesure angulaire des séries ERA 7000 et ERA 8000 se composent d'une tête caprice et d'un ruban de mesure monobloc en acier qui sert de support de division. Ce ruban en acier est disponible dans différentes longueurs jusqu'à 30 m. La fixation s'effectue

- pour la série ERA 7000 : sur le **diamètre intérieur**
- pour la série ERA 8000 : sur le **diamètre extérieur**

d'un élément de la machine.

Les systèmes de mesure angulaire ERA 74x0 C et ERA 84x0 C ont été conçus pour des **applications sur cercle entier**.

Ils conviennent donc tout particulièrement à des arbres creux avec un grand diamètre intérieur (environ 400 mm minimum) et à des applications qui requièrent une mesure précise sur une grande circonférence, par exemple sur de grands plateaux circulaires, sur des télescopes, etc.

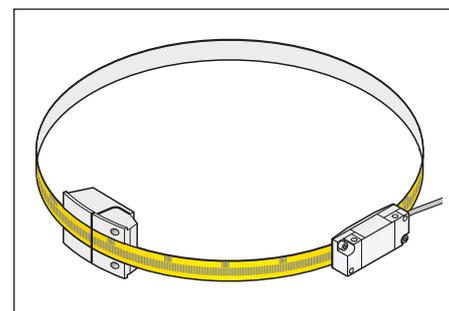
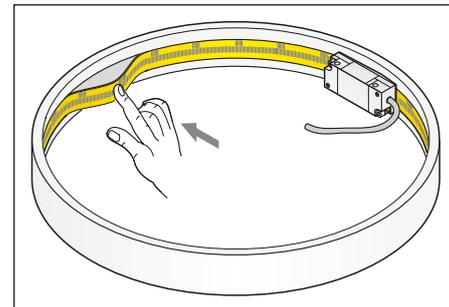
Pour les applications qui ne disposent pas de cercle entier ou qui impliquent une mesure d'angles partiels seulement, il existe des **solutions en segment**.

Montage du ruban de mesure pour les applications sur cercle entier

ERA 74x0C : Une **rainure intérieure** d'un diamètre défini est nécessaire pour l'insertion du ruban de mesure. Celui-ci est alors inséré et fixé à partir du point de jonction. Sa longueur est prévue de manière à ce qu'il tienne de lui-même dans la rainure.

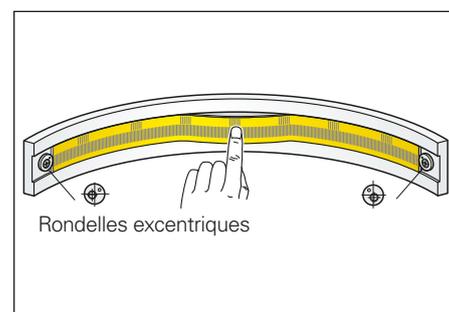
ERA 84x0C : Le ruban de mesure est fourni avec des moitiés d'éléments tendeurs qui sont pré-montées aux extrémités. Une **rainure extérieure** et l'encoche pour l'élément tendeur sont nécessaires pour le montage. Une fois inséré, le ruban de mesure est positionné en butée contre l'arête de la rainure et tendu le long de l'arête à l'aide de l'élément tendeur.

Les deux extrémités du ruban sont usinées avec une précision telle que les écarts angulaires et les écarts de forme du signal observés au niveau de la jonction sont mineurs. Pour éviter tout glissement du ruban dans la rainure, de la colle est utilisée pour le fixer au niveau du point de jonction.

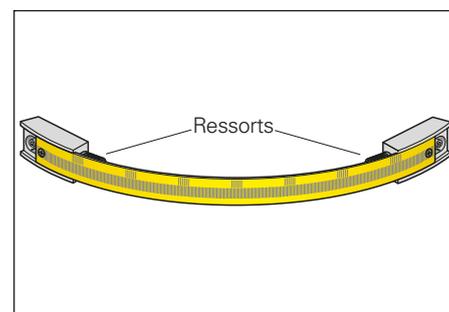


Montage du ruban de mesure pour solutions en segment

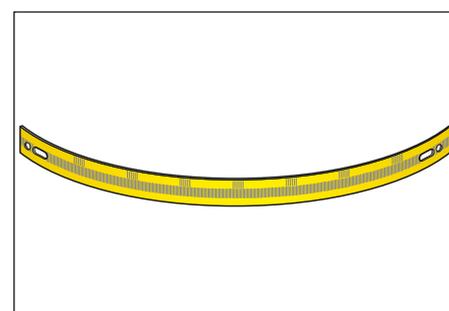
ERA 74x1C : Une rainure intérieure d'un diamètre donné est nécessaire pour l'insertion du ruban. Les deux rondelles excentriques montées dans cette rainure sont réglées de manière à ce que le ruban de mesure puisse être inséré dans la rainure et s'y fixer par simple pression.



ERA 84x1 C : Le ruban de mesure est fourni avec des embouts pré-montés. Une rainure extérieure est nécessaire pour l'insertion du ruban. Cette rainure doit aussi être dotée de deux encoches pour accueillir les embouts. Les embouts sont prévus avec des ressorts de tension qui garantissent une meilleure précision pour une pré-tension optimale du ruban de mesure et une répartition uniforme de la dilatation sur toute la longueur du ruban.



ERA 84x2C : Il est recommandé d'avoir une rainure extérieure ou une butée axiale d'un côté pour l'insertion du ruban de mesure. Le ruban est fourni sans éléments tendeurs. Pour le monter, il faut le pré-contraindre avec un peson à ressort et le visser au niveau des deux trous oblongs.



Détermination du diamètre d'appui

Pour garantir le fonctionnement des marques de référence à distances codées, il faut que la circonférence corresponde à un multiple de 1000 périodes de division. Pour connaître le rapport entre le diamètre d'appui et la période de signal, se référer au tableau.

Détermination de l'angle du segment

Pour les solutions en segment, l'angle du segment choisi comme plage de mesure doit correspondre à un multiple de 1000 périodes de division. De même, la circonférence du cercle entier théorique doit correspondre à un multiple de 1000 périodes de division, car cela simplifie généralement l'adaptation à la commande numérique.

Montage de la tête caprice

Pour monter la tête caprice, la feuille de réglage est positionnée contre le pourtour du tambour gradué. La tête caprice est alors insérée contre la feuille de réglage, puis vissée, et la feuille de réglage est ensuite retirée. Le champ de balayage peut lui aussi être réglé avec précision à l'aide d'une douille excentrique.

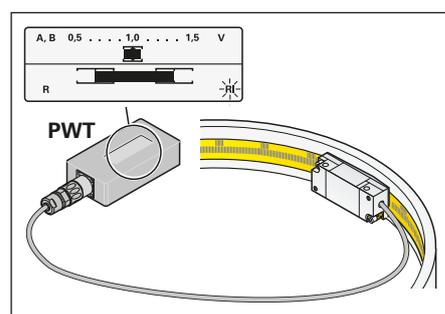
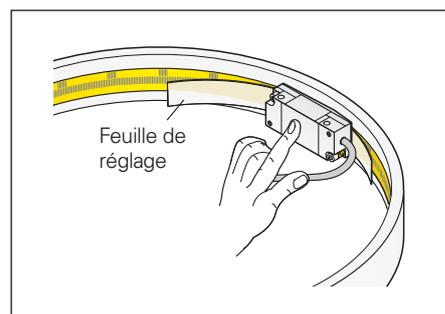
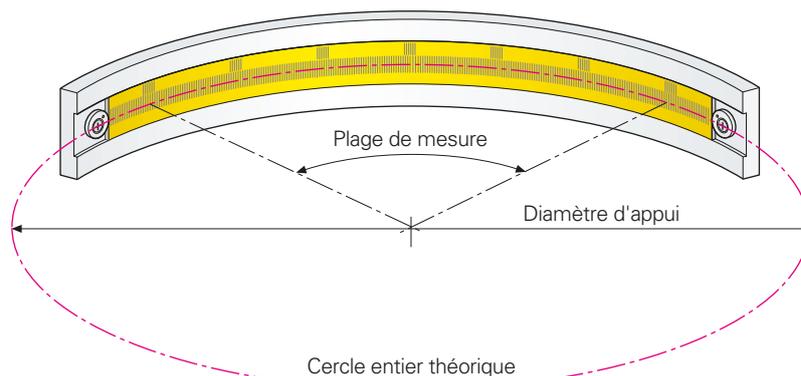
Contrôle des signaux de sortie à la jonction du ruban de mesure

Il faut contrôler les signaux de sortie à la jonction du ruban de mesure – avant même le durcissement de la colle – afin de s'assurer que le montage du ruban de mesure ERA 74x0C et ERA 84x0C est correct.

Le phasemètre PWT de HEIDENHAIN permet de contrôler les signaux de sortie. Lors du déplacement de la tête caprice le long du ruban de mesure, le PWT permet de visualiser la qualité des signaux ainsi que la position des marques de référence. Le phasemètre PWM 9 affiche quantitativement les écarts des signaux de sortie par rapport au signal idéal (voir *Outils de mesure HEIDENHAIN*).

	Diamètre d'appui en mm	Plage de mesure des solutions en segment, en degrés
ERA 7000C	$n \cdot 0,01273112 + 0,3$	$n_1 \cdot 4,583204 : (D-0,3)$
ERA 8000C	$n \cdot 0,0127337 - 0,3$	$n_1 \cdot 4,584121 : (D+0,3)$

n = période de signal sur cercle entier ; n_1 = période de signal sur plage de mesure
 D = diamètre d'appui [mm]



Informations générales

Indice de protection

Les systèmes de mesure angulaire modulaires à **balayage optique** doivent être protégés des impuretés solides et liquides dans le cadre de leur application. Une protection assurée par des joints et de l'air comprimé devra être prévue au besoin.

Les têtes captrices répondent elles-mêmes en partie à l'indice de protection IP40 (ERA) et IP67 (ECA), conformément à la norme EN 60 529 ou CEI 60529.

Pour certaines variantes de systèmes de mesure angulaire de type ERA 4000, il existe en option des capots de protection de la pressurisation qui permettent d'atteindre l'indice IP40. Ces appareils peuvent également être protégés de la condensation en appliquant de l'air comprimé avec une faible surpression. La structure du capot de protection n'assure pas de protection contre les salissures de type liquide ou poussière. Ce capot constitue toutefois une protection fiable dans de nombreuses applications. Les conditions limites et les conditions de fonctionnement jouent un rôle déterminant.

Sous l'effet d'une pression d'environ $1 \cdot 10^5$ Pa (1 bar), il se forme un flux d'environ 33 litres/min avec les pièces de raccordement HEIDENHAIN avec réducteur intégré. Cette configuration assure, dans la plupart des cas, une bonne protection contre la poussière.

Une méthode éprouvée pour éviter les salissures dans des conditions ambiantes difficiles, pendant le fonctionnement et hors fonctionnement, consiste à couvrir suffisamment la zone dans laquelle le système de mesure est installé, et de le soumettre, en plus d'un capot de protection, à un flux d'air comprimé propre, ou de générer une légère surpression.

L'air comprimé qui est directement injecté dans les systèmes de mesure doit être purifié via un microfiltre et être conforme aux classes de qualité suivantes, selon la norme **ISO 8573-1** (édition 2010) :

- Impuretés solides : **Classe 1**
Taille des particules Nombre de particules par m^3
0,1 μm à 0,5 μm $\leq 20\,000$
0,5 μm à 1,0 μm ≤ 400
1,0 μm à 5,0 μm ≤ 10
- Point de rosée sous pression max. : **Classe 4**
(point de rosée à 3 °C)
- Teneur totale en huile : **Classe 1**
(concentration max. en huile 0,01 mg/m^3)

Accessoires :

Dispositif de pressurisation DA 400

ID 894602-01

DA 400

Pour purifier l'air comprimé, HEIDENHAIN propose le dispositif de filtrage DA 400. Celui-ci est conçu spécialement pour raccorder l'air comprimé aux systèmes de mesure.

Le DA 400 comprend trois niveaux de filtrage (préfiltre, filtre fin et filtre au charbon actif), ainsi qu'un pressostat avec un manomètre. Le manomètre et le pressostat (disponibles comme accessoires) permettent de contrôler efficacement la pressurisation.

En termes d'impuretés, l'air comprimé entrant dans le DA 400 doit être conforme aux classes de qualité suivantes, selon la norme **ISO 8573-1** (édition 2010) :

- Impuretés solides : **Classe 5**
Taille des particules Nombre de particules par m^3
0,1 μm à 0,5 μm non spécifié
0,5 μm à 1,0 μm non spécifié
1,0 μm à 5,0 μm $\leq 100\,000$
- Point de rosée sous pression max. : **Classe 6**
(point de rosée à 10 °C)
- Teneur totale en huile : **Classe 4**
(concentration max. en huile 5 mg/m^3)



Informations complémentaires :

Pour plus d'informations, demander l'Information produit DA 400.



DA 400

Plage de température

La **plage de température de fonctionnement** indique les températures ambiantes dans la limite desquelles les systèmes de mesure angulaire fonctionnent.

La **plage de température de stockage** comprise entre -20 °C et 70 °C s'applique pour l'appareil emballé (ERP 4080/ERP 8080 : 0 °C à 60 °C).

Protection contre les contacts

Après le montage, les pièces en rotation doivent être suffisamment protégées de tout contact involontaire.

Accélération

Pendant le fonctionnement et le montage, les systèmes de mesure angulaire sont soumis à différents types d'accélération.

- Les valeurs maximales de **résistance aux vibrations** spécifiées sont conformes à la norme EN 60 068-2-6.
- Les valeurs d'accélération maximales admissibles (choc semi-sinusoidal) qui sont spécifiées pour la **résistance aux chocs et aux collisions** sont valables pour une durée de 6 ms (EN 60 068-2-27). Dans tous les cas, l'utilisation d'un maillet (ou autre), par exemple pour aligner l'appareil, est à proscrire.

Vitesses de rotation

Les vitesses de rotation maximales admissibles pour les systèmes de mesure angulaire des séries ERA 4000/ECA 4000 ont été déterminées conformément à la directive FKM. Cette directive est utilisée comme une preuve de la résistance calculée des composants, en tenant compte de tous les facteurs pertinents, et reflète l'état actuel de la technique. Les exigences en matière de résistance (10^7 cycles d'effort) sont prises en compte dans le calcul des vitesses de rotation admissibles. Le montage jouant un rôle essentiel, il est impératif de respecter toutes les données et directives figurant dans les spécifications techniques et dans les instructions de montage afin de garantir la validité de la vitesse de rotation.

RoHS

HEIDENHAIN a testé la composition de ses produits conformément aux directives 2002/95/CE ("RoHS") et 2002/96/CE ("WEEE"). Pour une déclaration de conformité RoHS du fabricant, veuillez vous adresser à votre filiale HEIDENHAIN locale.

Pièces d'usure

Les systèmes de mesure HEIDENHAIN sont conçus pour une longue durée de vie. Une maintenance préventive n'est pas nécessaire. Ces systèmes contiennent toutefois des composants qui subissent une usure plus ou moins importante selon l'application et la manipulation qui en est faite. C'est notamment le cas des câbles qui sont soumis à une courbure fréquente.

Sur les systèmes de mesure avec roulement intégré, cela concerne également les paliers, sur les capteurs rotatifs et les systèmes de mesure angulaire, les joints d'étanchéité de l'arbre, et sur les systèmes de mesure linéaire étanches, les lèvres d'étanchéité.

Tests système

En règle générale, les systèmes de mesure HEIDENHAIN sont des composants intégrés dans des systèmes globaux. Dans ces cas-là, des **tests détaillés de l'ensemble de l'installation** doivent impérativement être effectués indépendamment des spécifications du système de mesure.

Les caractéristiques techniques figurant dans ce catalogue valent pour le système de mesure, et non pour le système complet. Toute utilisation du système de mesure qui ne serait pas conforme aux spécifications ou à la destination de l'appareil relève de l'entière responsabilité de l'utilisateur.

Montage

Les cotes et les étapes de montage à respecter sont uniquement celles qui figurent dans les instructions de montage fournies avec l'appareil. L'ensemble des données relatives au montage citées dans ce catalogue ne sont par conséquent fournies qu'à titre indicatif et provisoire. Elles ne sont pas contractuelles.

Sécurité fonctionnelle

Avec le système de mesure angulaire absolu ECA 4410, HEIDENHAIN offre une solution idéale pour déterminer des positions sur des axes rotatifs dans le cadre d'applications avec sécurité fonctionnelle. Combinés à une commande de sécurité, ces systèmes de mesure à capteur unique peuvent être utilisés dans des applications conformes à la catégorie de commande SIL 2 (selon EN 61 508) ou Performance Level "d" (selon EN ISO13 849).

La sécurité de transmission de la position impose deux valeurs absolues, générées indépendamment l'une de l'autre, et des bits d'erreur, qui sont ensuite mis à la disposition de la commande. Les fonctions du système de mesure peuvent alors être utilisées pour plusieurs fonctions de sécurité du système global selon la norme EN 61 800-5-2.

Exclusion d'erreur contre le risque de détachement de l'accouplement mécanique

Le dimensionnement des accouplements mécaniques d'un système d'entraînement relève de la responsabilité du constructeur de machines. Idéalement, l'OEM tient compte des conditions de l'application lorsqu'il conçoit la partie mécanique. Apporter la preuve de la sécurité d'un accouplement prend toutefois beaucoup de temps. Pour cette raison, HEIDENHAIN a mis au point une exclusion d'erreur mécanique pour la série ECA 4410 qui a été attestée par un essai de type.

Le système de mesure angulaire ECA 4410 fournit à tout moment (immédiatement après mise sous tension, par exemple) une valeur de position absolue sûre. La transmission de données série pure s'effectue via l'interface EnDat 2.2 bidirectionnelle.

Outre l'interface de données, l'accouplement mécanique du système de mesure avec le système d'entraînement a lui aussi un rôle pertinent pour la sécurité.

La qualification de l'exclusion mécanique d'erreur a été menée pour un large champ d'applications des systèmes de mesure, ce qui signifie que l'exclusion d'erreur est garantie dans les conditions de fonctionnement listées ci-dessous. La large plage de températures possibles, ajoutée à la multitude de caractéristiques des matériaux possibles, mais aussi les vitesses de rotation et les accélérations maximales admissibles imposent un ajustement serré du tambour. Le dimensionnement de l'ajustement serré, qui tient compte de tous les facteurs de sécurité, impose un assemblage thermique du tambour gradué et influence directement les températures d'assemblage requises.

Selon la norme EN 61 800-5-2 relative aux entraînements électriques, tableau D16, la rupture de l'accouplement entre le système de mesure et l'entraînement est à considérer comme un défaut à prendre en compte. Comme la commande numérique n'est pas en mesure de détecter elle-même ce type de défaut, un système d'exclusion d'erreur s'avère bien souvent nécessaire pour éviter toute rupture de l'accouplement mécanique.

Le montage avec exclusion d'erreur mécanique doit être considéré comme une option. Si votre concept de sécurité ne nécessite pas d'exclusion d'erreur mécanique, le tambour peut tout à fait être fixé sans ajustement serré (voir **W1** dans *Dimensions*).

La documentation contient une description des deux options de montage et des conditions requises.

Accouplement mécanique	Fixation	Position sûre de l'accouplement mécanique ³⁾	Spécifications limitées ⁴⁾
Tambour gradué	Ajustement serré d'après le schéma d'encombrement ; Liaison par vis : ^{1) 2)} Vis M5x20 ISO 4762 8.8 Vis M6x25 ISO 4762 8.8	Diamètre extérieur du tambour entre 104,63 mm et 127,64 mm : ± 0,015° Diamètre extérieur du tambour à partir de 148,2 mm : ± 0,0°	Voir <i>Spécifications techniques</i> : • Vibrations • Chocs • Accélération angulaire maximale • Température de service
Tête caprice	Type de montage I : Liaison par vis : ²⁾ Vis M3x25 ISO 4762 8.8 Type de montage II : Liaison par vis : ²⁾ Vis M3x20 ISO 4762 8.8		Voir <i>Dimensions</i> : • Tolérances de montage Voir <i>Montage</i> : • Matériaux à utiliser • Conditions de montage

¹⁾ Pour les liaisons par vis des tambours gradués, utiliser un frein filet (montage/maintenance)

²⁾ Classe de friction B selon la directive VDI 2230

³⁾ Les exclusions d'erreur ne sont explicitement mentionnées que pour les conditions de montage citées.

⁴⁾ Par rapport à l'ECA 44x2

Matériau

Pour l'arbre client et le stator client, il faut impérativement utiliser le matériau figurant dans le tableau.

Température de montage

Toutes les données relatives aux raccords vissés se réfèrent à une température de montage comprise entre 15 °C et 35 °C.

Assemblage du tambour gradué

Pour une exclusion d'erreur, une surépaisseur de l'arbre est nécessaire. Le tambour gradué de l'ECA 4400 est, de préférence, adapté sur l'arbre par rétraction thermique et fixé en plus par des vis. Pour cela, le tambour gradué doit être lentement échauffé avant d'être monté, en utilisant, de préférence, un four ou une plaque chauffante. Le diagramme ci-contre indique les températures minimales qui correspondent aux différents diamètres de tambours. La température maximale ne doit pas excéder 140 °C.

Pour la rétraction, il est en outre important de veiller à ce que les trous de perçage du tambour gradué coïncident bien avec ceux de l'arbre moteur. Des outils d'aide au centrage adaptés (vis sans tête) peuvent dans ce cas s'avérer nécessaires. Toutes les vis de fixation doivent être à nouveau serrées avec le couple de serrage correspondant à l'état refroidi. Les vis de fixation utilisées pour le montage de la tête caprice et du tambour gradué doivent exclusivement servir à la fixation de la tête caprice et du tambour gradué : aucune autre pièce ne peut être fixée à l'aide de ces mêmes vis.

Démontage du tambour gradué

Pour le démontage, il faut utiliser les filetages de dégagement du tambour gradué. Il faut visser pour cela les vis graissées à l'intérieur et les faire tourner l'une après l'autre jusqu'à ce que le tambour gradué se détache de l'arbre.

Montage de la tête caprice

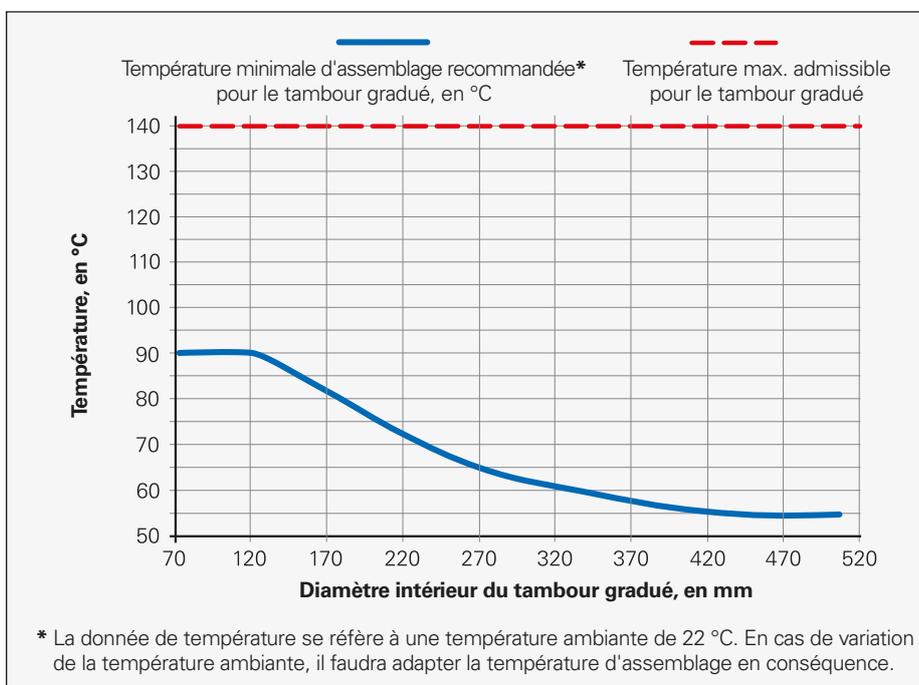
Il faut veiller à la bonne cohérence de toutes les données de diamètres pour l'ensemble des composants du système de mesure (tambour gradué, tête caprice, outil d'aide au montage). Ces données figurent sur les étiquettes signalétiques des différents composants. Un assistant au montage du logiciel ATS vous aide à vérifier la concordance de la tête caprice avec le tambour gradué.

Accessoires :

- Outil d'aide au montage (adapté au diamètre du tambour gradué)
- Assistant au montage du logiciel ATS

Arbre client/Stator client	
Matériau	Acier
Résistance à la traction R_m	$\geq 600 \text{ N/mm}^2$
Résistance au cisaillement τ_m	$\geq 390 \text{ N/mm}^2$
Module d'élasticité E	$\geq 200\,000 \text{ N/mm}^2$ à $215\,000 \text{ N/mm}^2$
Coefficient de dilatation thermique α_{therm}	$(10 \text{ à } 13) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ¹⁾

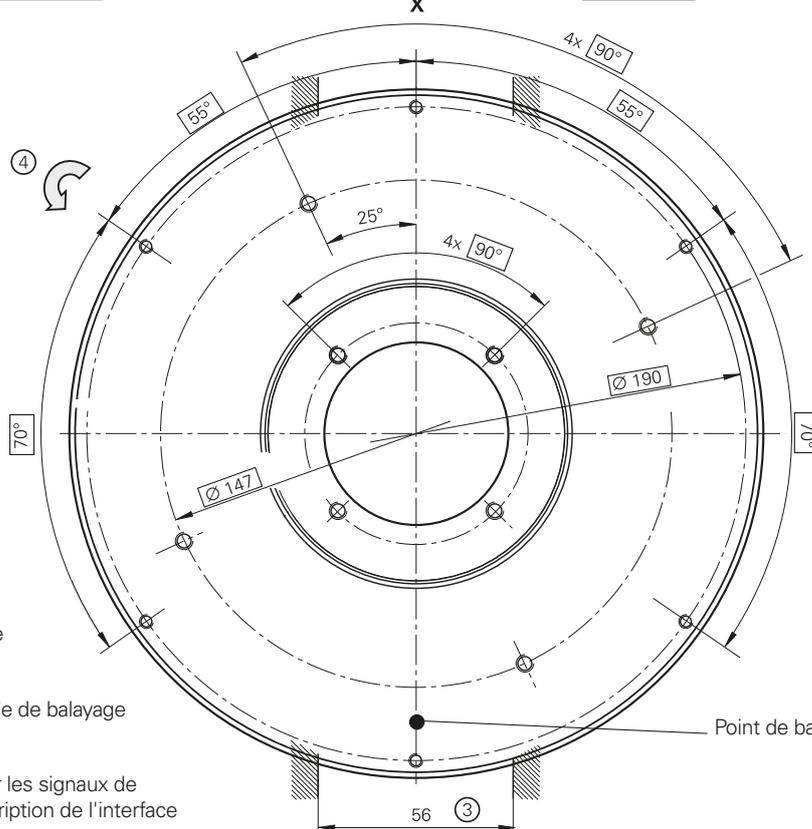
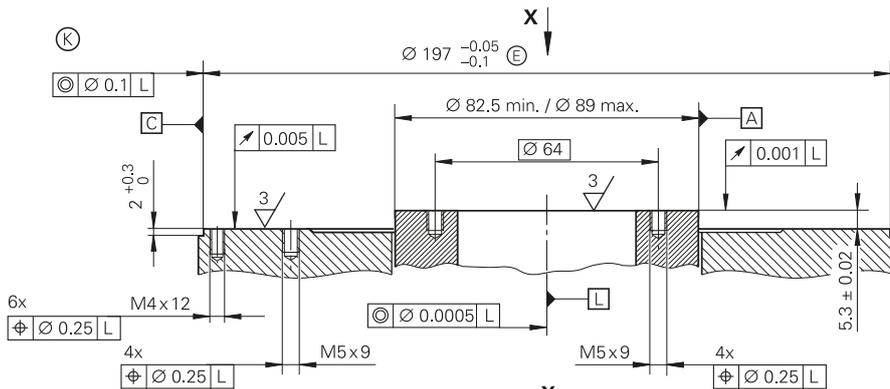
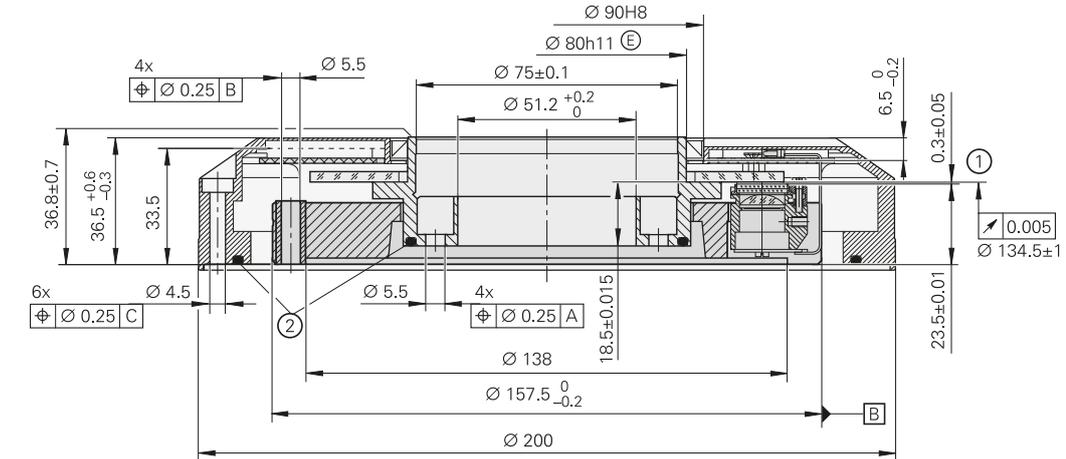
¹⁾ Autres sur demande



ERP 880

Système de mesure angulaire incrémental de très haute précision

- Résolution élevée
- Capot de protection comme accessoire



mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 ≤ 6 mm: ±0.2 mm

- Câble radial, utilisation axiale possible
- = Axe de rotation du palier
 - ⊙ = Cote de montage côté client
 - 1 = Distance Disque gradué/Réticule de balayage
 - 2 = Joint
 - 3 = Espace libre pour maintenance
 - 4 = Sens de rotation de l'arbre pour les signaux de sortie, conformément à la description de l'interface

ERP 880	
Support de mesure	Réseau de phases DIADUR sur verre
Périodes de signal	180 000
Précision de la gravure	± 0,9"
Erreurs d'interpolation par période de signal¹⁾	± 0,1"
Marques de référence	Une
Diamètre intérieur du moyeu	51,2 mm
Vitesse rot. méca. adm.	≤ 1000 min ⁻¹
Moment d'inertie	1,2 · 10 ⁻³ kgm ²
Déplacement axial adm. de l'arbre moteur	≤ ± 0,05 mm
Interface	~ 1 V _{CC}
Fréquence limite	-3 dB ≥ 800 kHz -6 dB ≥ 1,3 MHz
Raccordement électrique	<i>Avec capot</i> : câble de 1 m, avec prise d'accouplement M23 <i>Sans capot</i> : via connecteur de platine 12 plots (câble adaptateur ID 372164-xx)
Longueur de câble	≤ 150 m (avec câble HEIDENHAIN)
Alimentation en tension	5 V CC ± 0,5 V
Consommation en courant	≤ 250 mA (sans charge)
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 6 ms	≤ 50 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 1000 m/s ² (EN 60068-2-27)
Température de service	0 °C à 50 °C
Indice de protection* EN 60529	<i>Sans capot</i> : IP00 <i>Avec capot</i> : IP40 <i>Avec capot et joint d'étanchéité de l'arbre</i> : IP64
Couple au démarrage	– 0,25 Nm
Poids	3,0 kg 3,1 kg avec capot

* A préciser à la commande

¹⁾ L'erreur d'interpolation sur une période de signal et la précision de la division permettent d'obtenir les écarts propres au système de mesure. Pour les autres écarts relevant du montage de l'arbre à mesurer, voir *Précision de la mesure*.

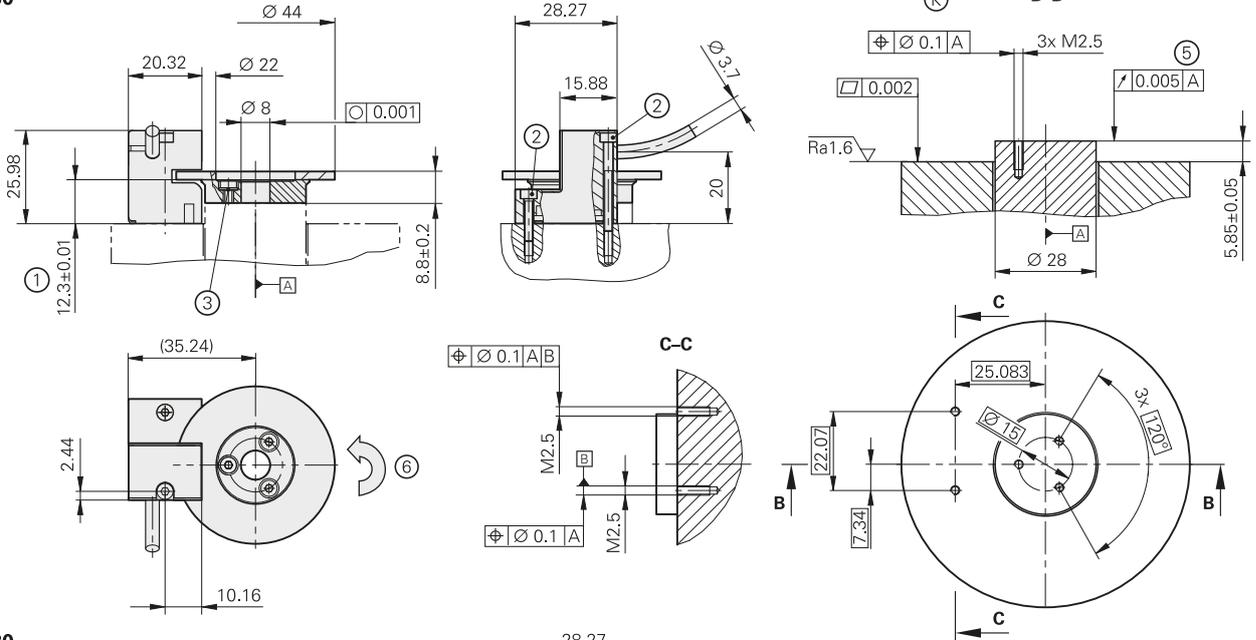
ERP 4080/ERP 8080

Systèmes de mesure angulaire incrémentaux de très grande précision

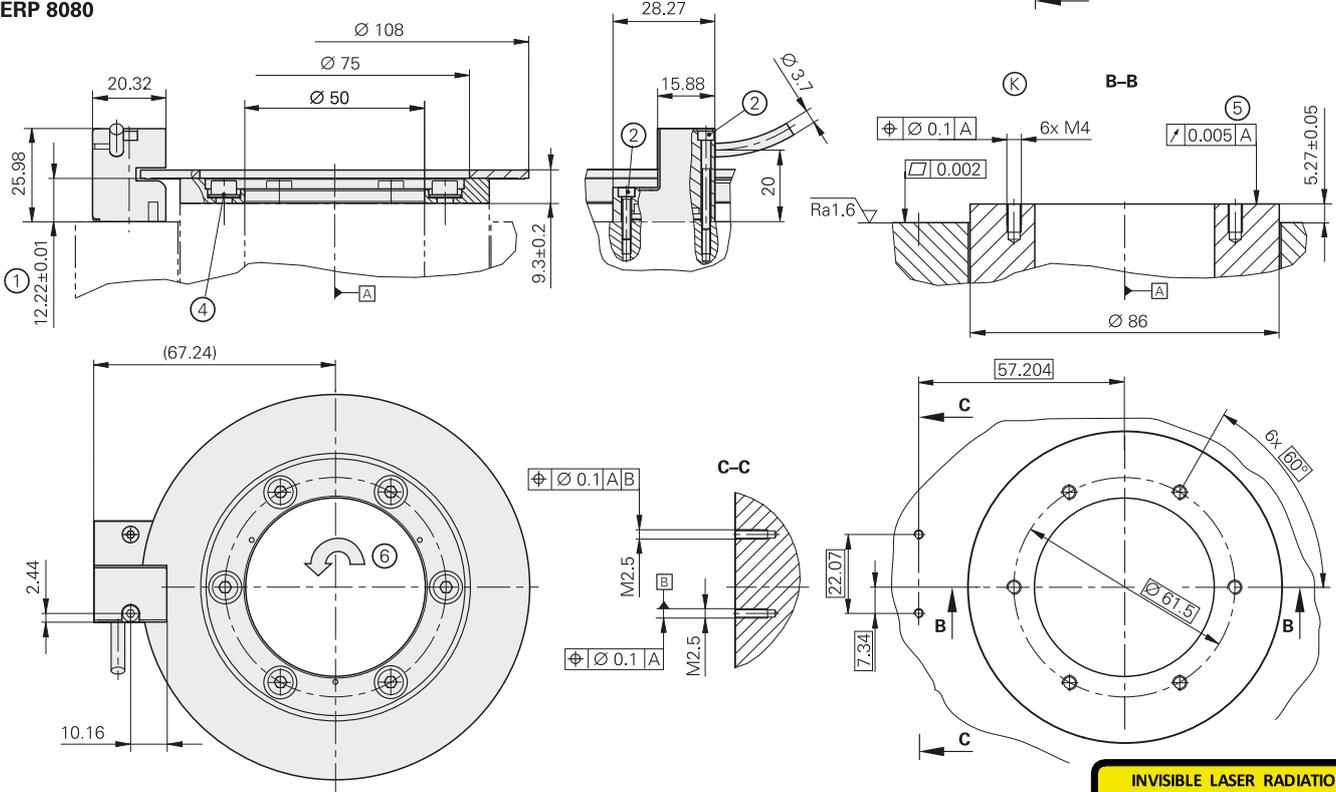
- Résolution très élevée
- Constitués d'une tête caprice et d'un disque gradué sur moyeu



ERP 4080



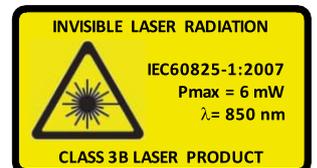
ERP 8080



mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 ≤ 6 mm: ±0.2 mm

- = Palier
 = Cote de montage côté client
 1 = Distance fonctionnelle réglée avec une feuille de réglage
 2 = Vis cylindrique ISO 4762-A2-M2.5
 3 = Vis cylindrique ISO 4762-A2-M2.5 et rondelle ISO 7089-2.5-140HV-A2
 4 = Vis cylindrique ISO 4762-A2-M4 et rondelle ISO 7089-4-140HV-A2
 5 = Surface d'appui non convexe
 6 = Sens de rotation de l'arbre pour les signaux de sortie, conformément à la description de l'interface



Tête caprice	AK ERP 4080	AK ERP 8080
Interface	~ 1 V _{CC}	
Fréquence limite -3 dB	≥ 250 kHz	
Raccordement électrique	Câble de 1 m, avec prise Sub-D, 15 plots	
Longueur de câble	≤ 30 m (avec câble HEIDENHAIN)	
Alimentation en tension	5 V CC ± 0,25 V	
Consommation en courant	≤ 150 mA (sans charge)	
Laser	Tête caprice et cercle gradué montés : classe 1 Tête caprice non montée : classe 3B Diode laser utilisée : classe 3B	
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 6 ms	≤ 50 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 500 m/s ² (EN 60068-2-27)	
Température de service	15 °C à 40 °C	
Poids	Env. 33 g (sans câble)	

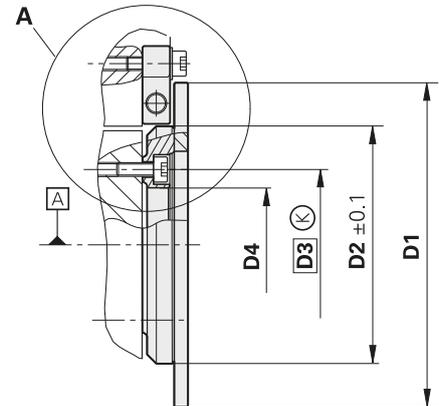
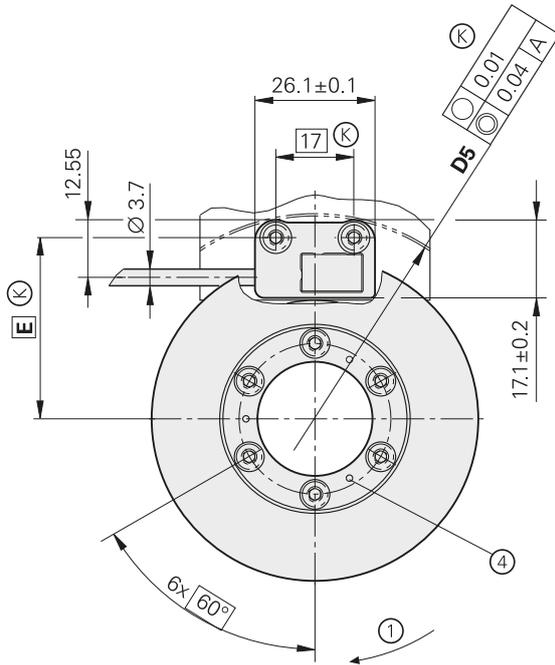
Disque gradué	TKN ERP 4000	TKN ERP 8000
Support de mesure	Réseau de phases sur verre	
Périodes de signal	131 072	360 000
Précision de la division	± 2"	± 1"
Erreurs d'interpolation par période de signal ¹⁾	± 0,1"	± 0,05"
Marques de référence	Aucune	
Diamètre intérieur du moyeu	8 mm	50 mm
Vitesse rot. méca. adm.	≤ 300 min ⁻¹	≤ 100 min ⁻¹
Moment d'inertie	5 · 10 ⁻⁶ kgm ²	250 · 10 ⁻⁶ kgm ²
Déplacement axial adm. de l'arbre moteur	≤ ± 0,01 mm (battement inclus)	
Indice de protection EN 60529	Appareil complet à l'état monté : IP00 (pour application en salle blanche)	
Poids	Env. 36 g	Env. 180 g

¹⁾ L'erreur d'interpolation sur une période de signal et la précision de la division permettent d'obtenir les erreurs propres au système de mesure. Pour connaître les autres erreurs dues au montage et au palier de l'arbre à mesurer, voir *Précision de la mesure*.

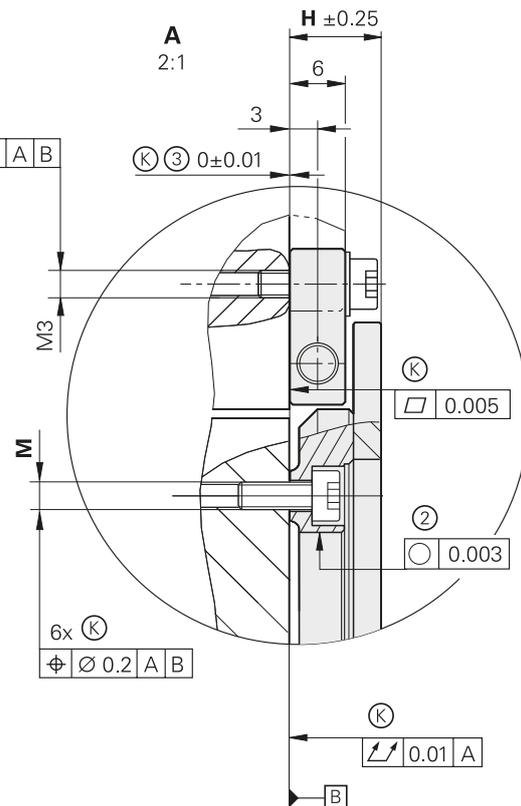
Série ERO 6000

Système de mesure angulaire incrémental de grande précision

- Forme compacte
- Faible poids et faible moment d'inertie
- Constitué d'une tête caprice et d'un disque gradué sur moyeu



D1	D2	D3	D4	D5	E	H	M
∅ 71	∅ 52	∅ 33	∅ 25H6	∅ 88.9H6	39.7	9.9	M3
∅ 150	∅ 130	∅ 107	∅ 95 $^{+0.015}_0$	∅ 166H6	78.7	10.2	M4



mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 ≤ 6 mm: ±0.2 mm

- ▢ = Palier
- ⊗ = Cote de montage côté client
- 1 = Sens de rotation positif
- 2 = Collier de centrage
- 3 = Tolérance de montage entre la surface de montage AK et le disque gradué avec moyeu
- 4 = Marquages pour le centrage du disque gradué (3x 120°)

Tête captrice	AK ERO 6080		AK ERO 6070	
Interface	 1 V _{CC}	 TTL x 5	 TTL x 10	 TTL x 50
Signal de référence	Impulsion rectangulaire			
Interpolation intégrée*	–	5 fois	10 fois	50 fois
Fréquence limite –3 dB	≥ 200 kHz	–	–	–
Fréquence de balayage	–	≤ 200 kHz	≤ 100 kHz	≤ 25 kHz
Ecart a entre les fronts	–	≥ 0,220 μs	≥ 0,220 μs	≥ 0,175 μs
Raccordement électrique	Câble de 3 m avec prise Sub-D (mâle), 15 plots. Pour l'ERO 6070, l'électronique d'interface se trouve dans le connecteur.			
Longueur de câble	≤ 30 m			
Alimentation en tension	5 V CC ± 0,25 V			
Consommation en courant	< 100 mA (sans charge)	< 200 mA (sans charge)		
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 6 ms	≤ 200 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 500 m/s ² (EN 60068-2-27)			
Température de service	0 °C à 50 °C			
Poids	Tête captrice Connecteur Câble	Env. 6 g (sans câble) Env. 32 g Env. 22 g/m	Env. 6 g (sans câble) Env. 140 g Env. 22 g/m	

Disque gradué	TKN ERO 6000	
Support de mesure	Division METALLUR sur verre	
Périodes de signal*	9000	18000
Précision de la division	± 5"	± 3,5"
Erreurs d'interpolation par période de signal¹⁾	± 2"	± 1"
Marques de référence	Une	
Diamètre intérieur du moyeu	25 mm	95 mm
Diamètre extérieur du disque gradué	71 mm	150 mm
Vitesse rot. méca. adm.	≤ 1600 min ⁻¹	≤ 800 min ⁻¹
Moment d'inertie	44 x 10 ⁻⁶ kgm ²	1,1 x 10 ⁻³ kgm ²
Déplacement axial adm.	≤ 0,1 mm	
Ind. de prot. EN 60529	Appareil complet à l'état monté : IP00	
Poids	Env. 84 g	Env. 323 g

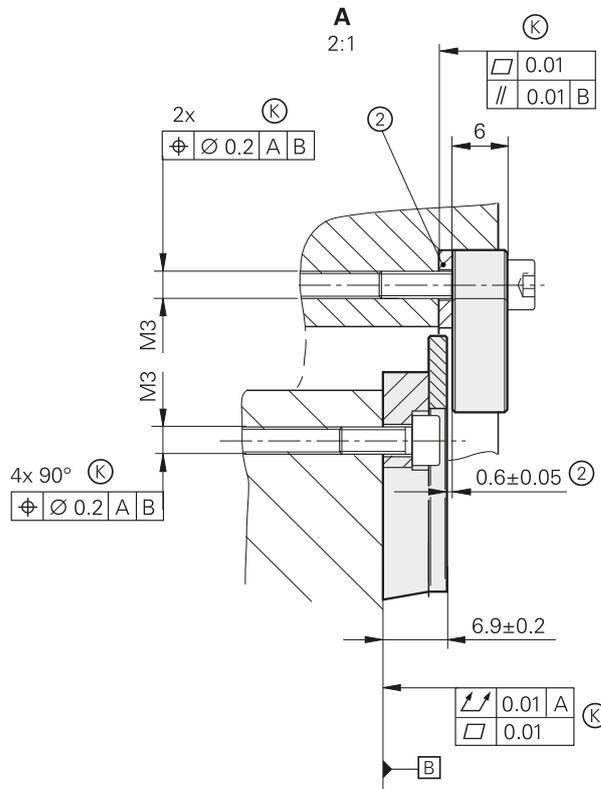
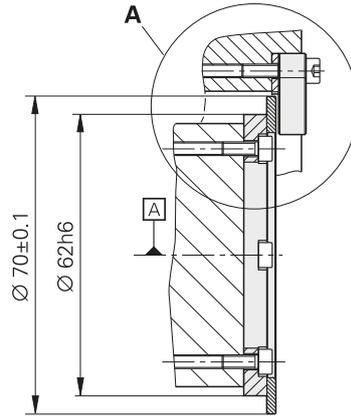
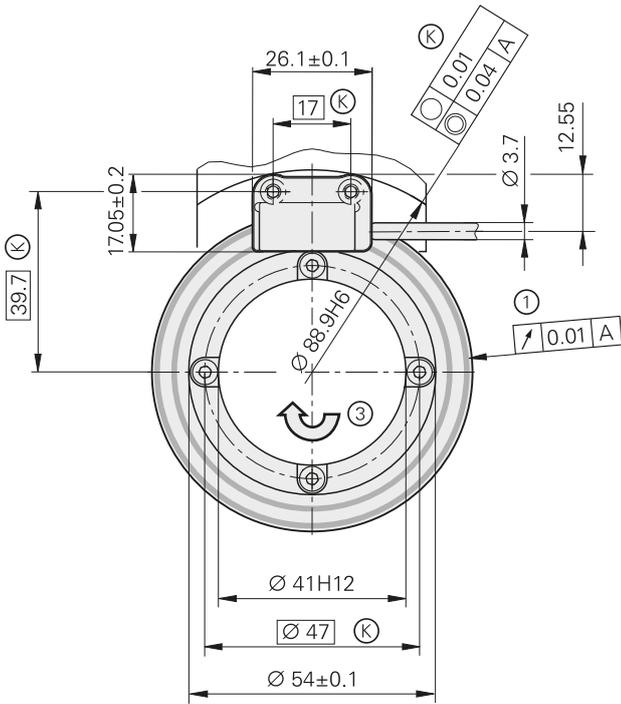
* A préciser à la commande

¹⁾ L'erreur d'interpolation sur une période de signal et la précision de la division permettent d'obtenir les erreurs propres au système de mesure. Pour connaître les autres erreurs dues au montage et au palier de l'arbre à mesurer, voir *Précision de la mesure*.

ERO 6180

Système de mesure angulaire incrémental

- **Forme compacte**
- **Faible poids et faible moment d'inertie**
- **Constitué d'une tête caprice et d'un disque gradué sur moyeu**



mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 ≤ 6 mm: ±0.2 mm

- ▣ = Palier
- ⊗ = Cote de montage côté client
- 1 = Centrage client du TKN (disque gradué avec moyeu) par rapport à la division
- 2 = Réglage de la distance fonctionnelle avec cale de réglage
- 3 = Sens de déplacement de la tête caprice pour signaux de sortie, conformément à la description de l'interface

Tête caprice		AK ERO 6180
Interface		$\sim 1 V_{CC}$
Signal de référence		Impulsion rectangulaire
Fréquence limite -3 dB		≥ 200 kHz
Raccordement électrique		Câble de 3 m avec connecteur Sub-D (mâle), 15 plots
Longueur de câble		≤ 30 m
Alimentation en tension		5 V CC $\pm 0,25$ V
Consommation en courant		< 100 mA (sans charge)
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 6 ms		≤ 200 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 500 m/s ² (EN 60068-2-27)
Température de service		0 °C à 50 °C
Poids	Tête caprice Connecteur Câble	Env. 6 g (sans câble) Env. 32 g Env. 22 g/m

Disque gradué		TKN ERO 6100
Support de mesure		Division en chrome sur verre
Périodes de signal		4096
Précision de la division		$\pm 10''$
Erreurs d'interpolation par période de signal¹⁾		$\pm 5''$
Marques de référence		Une
Diamètre intérieur du moyeu		41 mm
Diamètre extérieur du disque gradué		70 mm
Vitesse rot. méca. adm.		≤ 3500 min ⁻¹
Moment d'inertie		50×10^{-6} kgm ²
Déplacement axial adm.		$\leq 0,1$ mm
Ind. de prot. EN 60529		<i>Appareil complet à l'état monté</i> : IP00
Poids		Env. 71 g

¹⁾ L'erreur d'interpolation sur une période de signal et la précision de la division permettent d'obtenir les erreurs propres au système de mesure. Pour connaître les autres erreurs dues au montage et au palier de l'arbre à mesurer, voir *Précision de la mesure*.

Série ECA 4400

Systeme de mesure angulaire absolu de haute précision

- Tambours gradués en acier avec centrage en trois points ou collier de centrage
- Constitué d'une tête captrice et d'un tambour gradué
- Convient aussi pour des applications avec sécurité fonctionnelle



ECA 4000

Tête captrice	
Interface	
Désignation de commande	
Fréquence d'horloge	
Temps de calcul t_{cal}	
Sécurité fonctionnelle pour les applications jusqu'à	
PFH	
Raccordement électrique	
Longueur de câble ¹⁾	
Alimentation en tension	
Consommation en puissance (max.)	
Consommation en courant (typ.)	
Vibrations 55 à 2000 Hz Choc 6 ms	
Température de service	
Indice de protection EN 60529 ³⁾	
Poids	Tête captrice Câble de raccordement Prise d'accouplement (M12)

	AK ECA 4410 	AK ECA 4410	AK ECA 4490F	AK ECA 4490M	AK ECA 4490P
	EnDat 2.2		Fanuc Serial Interface; xi Interface	Mitsubishi high speed Interface	Panasonic Serial Interface
	EnDat22		Fanuc05	Mit03-4	Pana01
	≤ 16 MHz		-		
	≤ 5 μs		-		
	<ul style="list-style-type: none"> SIL 2 selon la norme EN 61508 (autre base de contrôle : EN 61800-5-2) Catégorie 3, PL "d" selon la norme EN ISO 13849-1:2015 	-			
	≤ 20 · 10 ⁻⁹ (jusqu'à 6000 m au-dessus du niveau NN)	-			
	Câble de 1 m ou 3 m avec prise d'accouplement M12 (mâle) 8 plots ou connecteur Sub-D, 15 plots				
	≤ 100 m	≤ 50 m	≤ 30 m	≤ 50 m	
	3,6V à 14V CC				
	à 3,6V : 700 mW à 14V : 800 mW		à 3,6V : 850 mW à 14V : 950 mW		
	à 5V : 90 mA (sans charge)		à 5V : 100 mA (sans charge)		
	≤ 200 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 200 m/s ² (EN 60068-2-27)	≤ 500 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 1000 m/s ² (EN 60068-2-27)			
	-10 °C à 70 °C ¹⁾	-10 °C à 70 °C			
	IP67				
	18 g (sans câble de raccordement) 20 g/m 15 g				

¹⁾ Avec un câble HEIDENHAIN. Fréquence d'horloge ≤ 8 MHz

²⁾ Avec un diamètre extérieur du tambour de 104,63 mm : 10 °C à 70 °C

³⁾ Dans l'application, l'appareil doit être protégé contre les impuretés solides et liquides. Au besoin, utiliser un capot avec un joint adapté et de l'air comprimé.

Tambour gradué	Tambour gradué de l'ECA 4400								
Support de mesure Coefficient de dilatation	Tambour en acier $\alpha_{\text{therm}} \approx 10,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$								
Diamètre intérieur du tambour*	70 mm	80 mm	120 mm	120 mm	150 mm	180 mm	270 mm	425 mm	512 mm
Diamètre extérieur du tambour*	104,63 mm	127,64 mm	148,2 mm	178,55 mm	208,89 mm	254,93 mm	331,31 mm	484,07 mm	560,46 mm
Position sûre ^{1) 2)}	± 0,88°		± 0,44°			± 0,22°		± 0,11°	
Pas de mesure pertinent pour la sécurité (SM)	0,352° (10 bits)		0,176° (11 bits)			0,088° (12 bits)		0,044° (13 bits)	
Vitesse rot. méca. adm.	≤ 8500 min ⁻¹	≤ 6250 min ⁻¹	≤ 5250 min ⁻¹	≤ 4500 min ⁻¹	≤ 4250 min ⁻¹	≤ 3250 min ⁻¹	≤ 2500 min ⁻¹	≤ 1800 min ⁻¹	≤ 1500 min ⁻¹
Accélération angulaire max.	14 000 rad/s ²	6600 rad/s ²	7900 rad/s ²	2700 rad/s ²	1800 rad/s ²	1000 rad/s ²	1300 rad/s ²	900 rad/s ²	1200 rad/s ²
Vitesse rotation élect. adm.	≤ 7000 min ⁻¹	≤ 5750 min ⁻¹	≤ 4400 min ⁻¹	≤ 3000 min ⁻¹	≤ 2550 min ⁻¹	≤ 2100 min ⁻¹	≤ 900 min ⁻¹	≤ 600 min ⁻¹	≤ 550 min ⁻¹
Moment d'inertie	0,81 · 10 ⁻³ kgm ²	1,9 · 10 ⁻³ kgm ²	2,3 · 10 ⁻³ kgm ²	7,1 · 10 ⁻³ kgm ²	12 · 10 ⁻³ kgm ²	28 · 10 ⁻³ kgm ²	59 · 10 ⁻³ kgm ²	195 · 10 ⁻³ kgm ²	258 · 10 ⁻³ kgm ²
Déplacement axial adm.	≤ ± 0,4 mm (tambour gradué par rapport à la tête caprice)								
Positions/tour	134 217 728 (27 bits)					268 435 456 (28 bits)		536 870 912 (29 bits)	
Pas de mesure	0,0097"					0,0048"		0,0024"	
Périodes de signal	8195	10 010	11 616	14 003	16 379	19 998	25 993	37 994	44 000
Précision de la division	± 3,7"	± 3,0"	± 2,8"	± 2,5"	± 2,5"	± 2,5"	± 2,5"	± 2,0"	± 2,0"
Erreurs d'interpolation par période de signal RMS(1δ)	± 0,20" 0,040"	± 0,16" 0,032"	± 0,14" 0,028"	± 0,12" 0,023"	± 0,10" 0,020"	± 0,08" 0,016"	± 0,06" 0,012"	± 0,04" 0,009"	± 0,04" 0,007"
Ind. de prot. EN 60529 ³⁾	Appareil complet à l'état monté : IP00								
Poids	Env. 0,40 kg	Env. 0,68 kg	Env. 0,51 kg	Env. 1,2 kg	Env. 1,5 kg	Env. 2,3 kg	Env. 2,6 kg	Env. 3,8 kg	Env. 3,6 kg

* A préciser à la commande

1) D'autres tolérances sont éventuellement possibles après comparaison des valeurs de position dans l'électronique consécutive (contacter le fabricant de l'électronique consécutive)

2) *Accouplement mécanique* : exclusions d'erreur contre le risque de détachement de la tête caprice et du disque gradué (page 36)

3) Dans l'application, l'appareil doit être protégé contre les impuretés solides et liquides. Au besoin, utiliser un capot avec un joint adapté et de l'air comprimé.

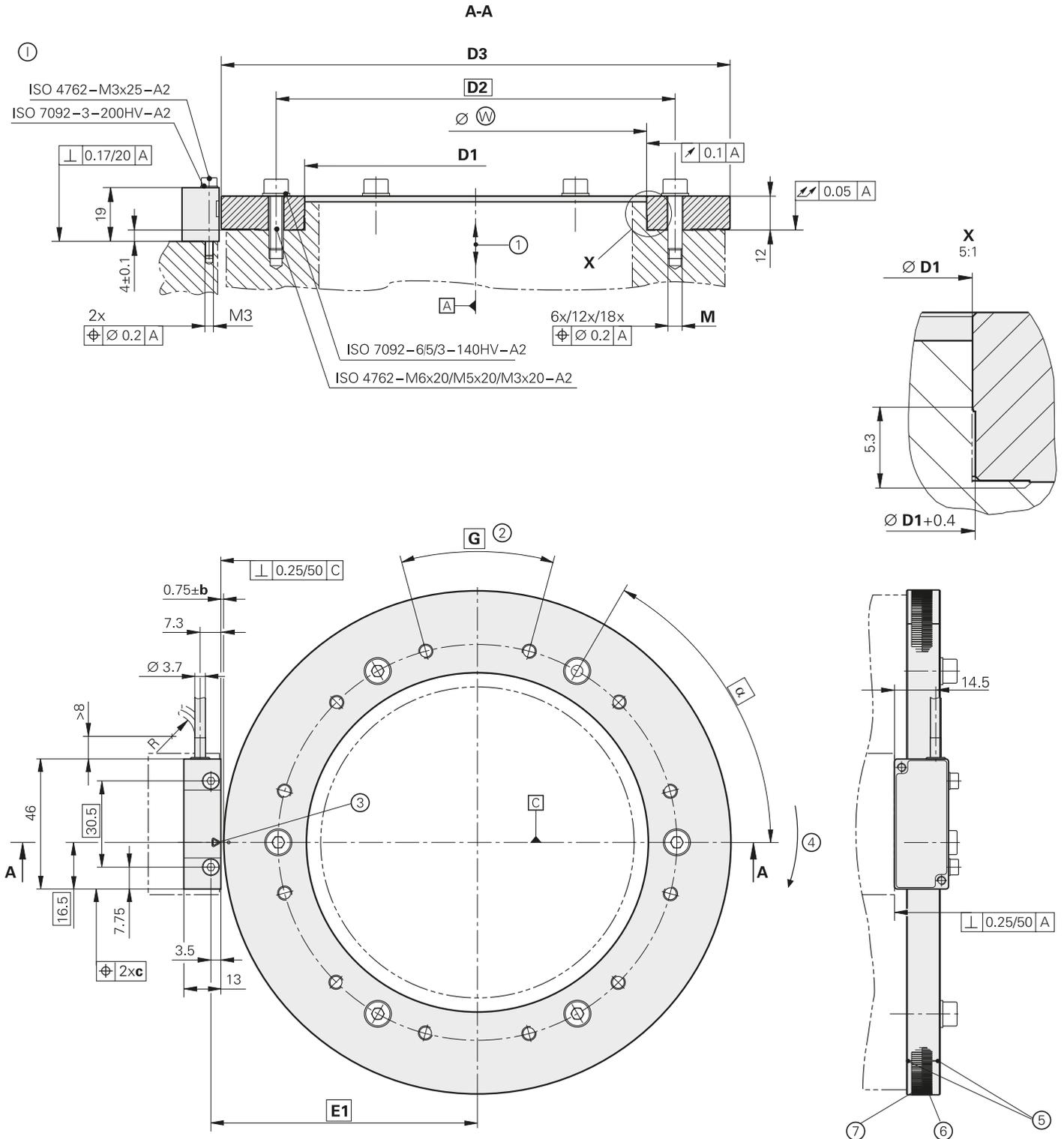
Tambour gradué	TTR ECA 4402								
Support de mesure Coefficient de dilatation	Tambour en acier $\alpha_{\text{therm}} \approx 10,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$								
Diamètre intérieur du tambour*	70 mm	80 mm	120 mm/ 150 mm	130 mm	150 mm/ 185 mm	180 mm/ 210 mm	270 mm	425 mm	512 mm
Diamètre extérieur du tambour*	104,63 mm	127,64 mm	178,55 mm	148,20 mm	208,89 mm	254,93 mm	331,31 mm	484,07 mm	560,46 mm
Vitesse rot. méca. adm.	$\leq 8500 \text{ min}^{-1}$	$\leq 6250 \text{ min}^{-1}$	$\leq 4500 \text{ min}^{-1}$	$\leq 5250 \text{ min}^{-1}$	$\leq 4250 \text{ min}^{-1}$	$\leq 3250 \text{ min}^{-1}$	$\leq 2500 \text{ min}^{-1}$	$\leq 1800 \text{ min}^{-1}$	$\leq 1500 \text{ min}^{-1}$
Vitesse rotation électr. adm.	$\leq 7000 \text{ min}^{-1}$	$\leq 5750 \text{ min}^{-1}$	$\leq 3000 \text{ min}^{-1}$	$\leq 4400 \text{ min}^{-1}$	$\leq 2550 \text{ min}^{-1}$	$\leq 2100 \text{ min}^{-1}$	$\leq 900 \text{ min}^{-1}$	$\leq 600 \text{ min}^{-1}$	$\leq 550 \text{ min}^{-1}$
Moment d'inertie	$0,83 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$2,0 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	7,1/ $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$1,7 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	12/ $6,5 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	28/ $20 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$59 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$199 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$263 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$
Déplacement axial adm.	$\leq \pm 0,4 \text{ mm}$ (tambour gradué par rapport à la tête caprice)								
Positions/tour	134217728 (27 bits)					268435456 (28 bits)		536870912 (29 bits)	
Pas de mesure	0,0097"					0,0048"		0,0024"	
Périodes de signal	8195	10 010	14 003	11 616	16 379	19 998	25 993	37 994	44 000
Précision de la division	$\pm 3''$	$\pm 2,5''$	$\pm 2''$	$\pm 2,3''$	$\pm 1,9''$	$\pm 1,8''$	$\pm 1,7''$	$\pm 1,5''$	$\pm 1,5''$
Erreurs d'interpolation par période de signal RMS (1σ)	$\pm 0,20''$ 0,040"	$\pm 0,16''$ 0,032"	$\pm 0,12''$ 0,023"	$\pm 0,14''$ 0,028"	$\pm 0,10''$ 0,020"	$\pm 0,08''$ 0,016"	$\pm 0,06''$ 0,012"	$\pm 0,04''$ 0,009"	$\pm 0,04''$ 0,007"
Ind. de prot. EN 60529 ¹⁾	Appareil complet à l'état monté : IP00								
Poids Tambour gradué	Env. 0,42 kg	Env. 0,69 kg	Env. 1,2 kg/0,66 kg	Env. 0,35 kg	Env. 1,5 kg/0,66 kg	Env. 2,3 kg/1,5 kg	Env. 2,6 kg	Env. 3,8 kg	Env. 3,7 kg

* A préciser à la commande

¹⁾ Dans l'application, l'appareil doit être protégé contre les impuretés solides et liquides. Au besoin, utiliser un capot avec un joint adapté et de l'air comprimé.

ECA 4412, ECA 4492

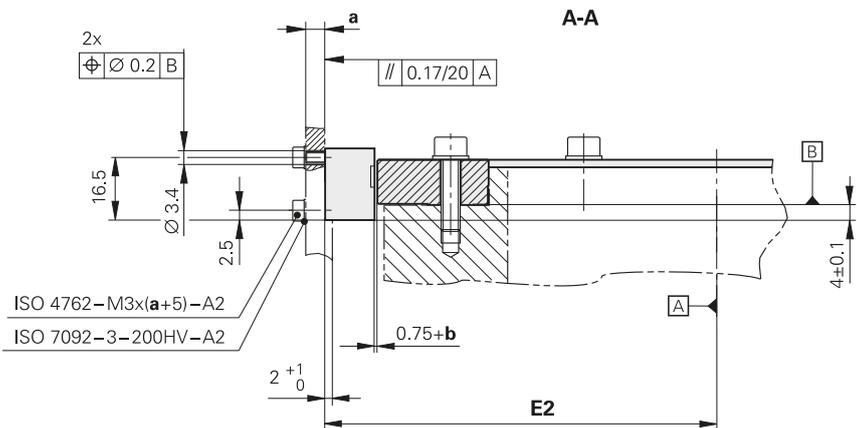
Dimensions



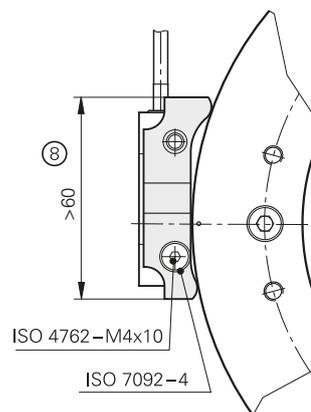
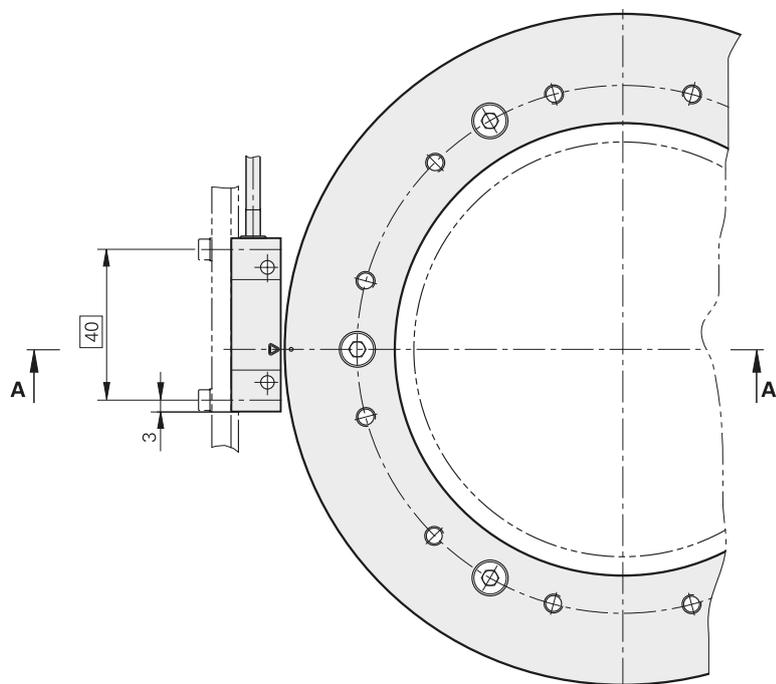
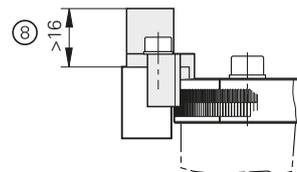
mm
Tolerancing ISO 8015
ISO 2768 - m H
≤ 6 mm: ±0.2 mm

- ①, ② = Options de montage
- ▣ = Palier
- ⊙ = Diamètre de montage (arbre)
- 1 = Mouvement axial admissible de l'arbre moteur : ≤ ± 0,4 mm
- 2 = Non admis pour la fixation du tambour
- 3 = Ligne médiane optique et repère de la position 0°
- 4 = Sens de rotation positif
- 5 = Marquage pour le centrage du tambour (3x120°)
- 6 = Piste incrémentale
- 7 = Piste codée
- 8 = Espace libre pour l'outil d'aide au montage

II



Accessoire : outil d'aide au montage



D1	⊕	D2	D3	E1	E2	α	M	G	b [mm]	c [mm]
Ø 70 +0.05/+0.07	Ø ≤ 70	Ø 85	Ø 104.63	56.57	66.07	6x60° = 360°	6x M5	/	±0.07	0.3
Ø 80 +0.05/+0.07	Ø ≤ 80	Ø 95	Ø 127.64	68.07	77.57	6x60° = 360°	6x M5	/	±0.07	0.3
Ø 120 +0.05/+0.07	Ø ≤ 120	Ø 140	Ø 178.55	93.52	103.02	6x60° = 360°	6x M5	/	±0.10	0.3
Ø 130 +0.05/+0.07	Ø ≤ 130	Ø 139	Ø 148.20	78.35	87.85	12x30° = 360°	12x M3	/	±0.07	0.3
Ø 150 +0.05/+0.07	Ø ≤ 150	Ø 163	Ø 178.55	93.52	103.02	12x30° = 360°	12x M3	/	±0.10	0.3
Ø 150 +0.05/+0.07	Ø ≤ 150	Ø 165	Ø 208.89	108.69	118.19	6x60° = 360°	6x M5	/	±0.12	0.5
Ø 180 +0.05/+0.07	Ø ≤ 180	Ø 200	Ø 254.93	131.71	141.21	6x60° = 360°	6x M5	/	±0.12	0.5
Ø 185 +0.05/+0.07	Ø ≤ 185	Ø 197	Ø 208.89	108.69	118.19	12x30° = 360°	12x M3	/	±0.12	0.5
Ø 210 +0.05/+0.07	Ø ≤ 210	Ø 230	Ø 254.93	131.71	141.21	12x30° = 360°	12x M3	/	±0.12	0.5
Ø 270 +0.05/+0.07	Ø ≤ 270	Ø 290	Ø 331.31	169.90	179.40	12x30° = 360°	12x M5	/	±0.15	1.0
Ø 425 +0.05/+0.07	Ø ≤ 425	Ø 445	Ø 484.07	246.29	255.79	12x30° = 360°	12x M6	12x M6	±0.15	1.0
Ø 512 +0.05/+0.07	Ø ≤ 512	Ø 528	Ø 560.46	284.48	293.98	18x20° = 360°	18x M6	12x M8	±0.15	1.0

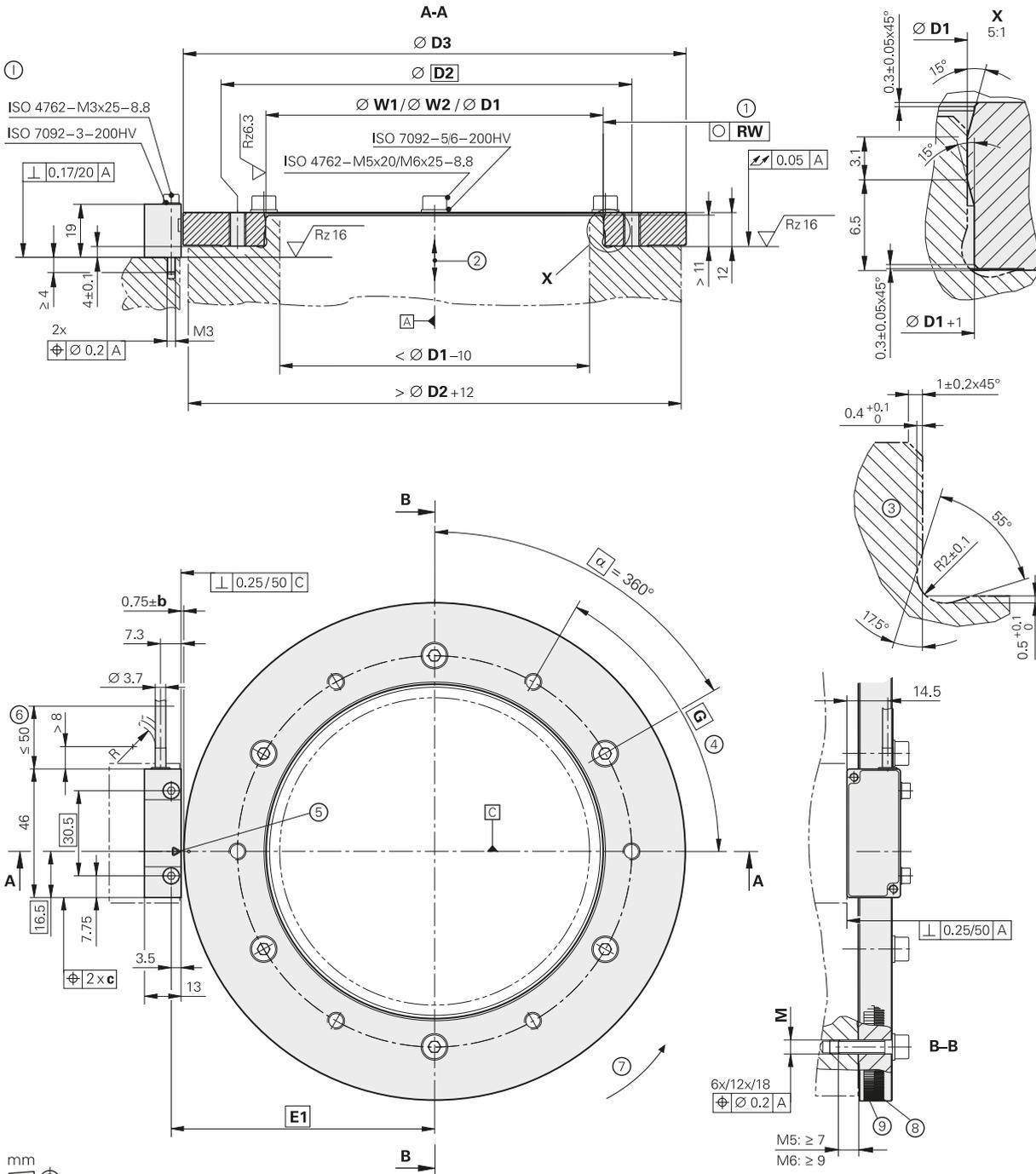


Informations complémentaires :

Données de CAO, voir aussi
cad.heidenhain.de (langue : Français)

ECA 4410

Dimensions



mm
 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 ≤ 6 mm: ±0.2 mm

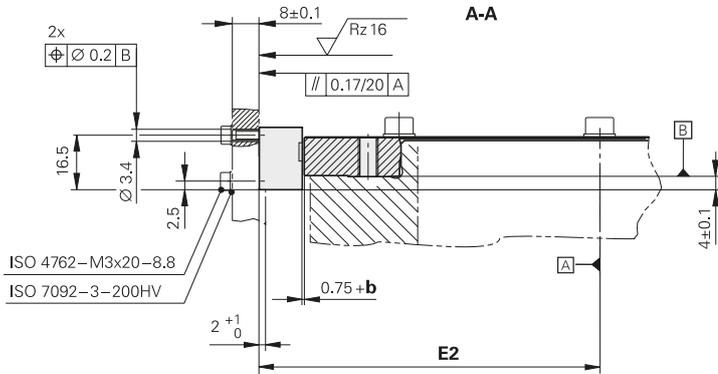
W1 = Sans exclusion d'erreur mécanique
W2 = Avec exclusion d'erreur mécanique

①, ② = Options de montage
 ▢ = Palier de l'arbre client
 W = Diamètre de montage (arbre)
 1 = Circularité du diamètre de montage (arbre)
 2 = Mouvement axial adm. de l'arbre moteur :
 ≤ ± 0,4 mm

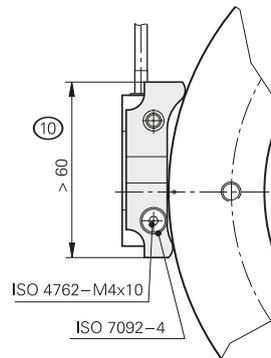
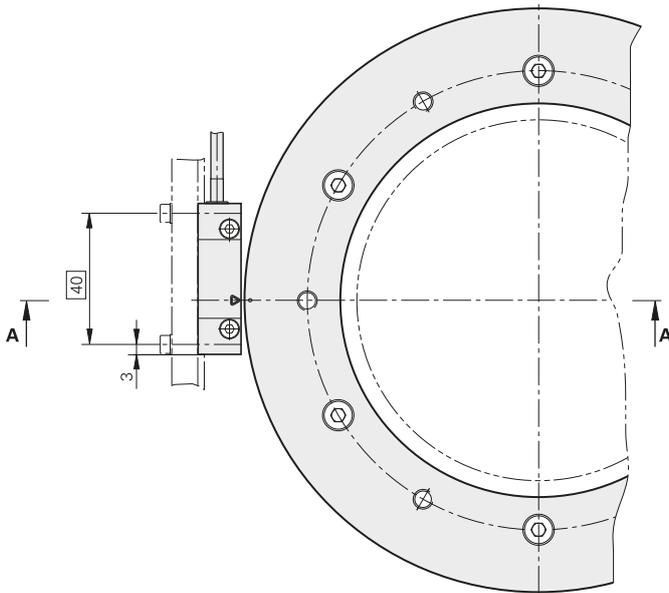
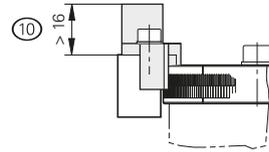
3 = Conception proposée pour le dégagement
 4 = Filet de dégagement, non admis pour la fixation du tambour
 5 = Ligne médiane optique
 6 = Support de câble
 7 = Sens de rotation positif
 8 = Piste incrémentale
 9 = Piste codée
 10 = Espace libre pour l'outil d'aide au montage

	b [mm]	c [mm]
∅ 70	±0.05	0.3
∅ 80	±0.07	0.3
∅ 120	±0.07	0.3
∅ 120	±0.10	0.3
∅ 150	±0.12	0.5
∅ 180	±0.12	0.5
∅ 270	±0.15	1.0
∅ 425	±0.15	1.0
∅ 512	±0.15	1.0

II



Accessoire : outil d'aide au montage



D1	W1	W2	RW	D2	D3	E1	E2	α	M	G
$\text{Ø } 70$ $-0.001/-0.005$	$\text{Ø } 70$ $+0.005$	$\text{Ø } 70$ $+0.007/+0.002$	0.001	$\text{Ø } 85$	$\text{Ø } 104.63$	56.57	66.07	$6 \times 60^\circ$	6x M5	6x M6
$\text{Ø } 80$ $-0.001/-0.005$	$\text{Ø } 80$ $+0.006$	$\text{Ø } 80$ $+0.009/+0.003$	0.0015	$\text{Ø } 95$	$\text{Ø } 127.64$	68.07	77.57	$6 \times 60^\circ$	6x M5	6x M6
$\text{Ø } 120$ $-0.001/-0.008$	$\text{Ø } 120$ $+0.008$	$\text{Ø } 120$ $+0.040/+0.022$	0.002	$\text{Ø } 134$	$\text{Ø } 148.20$	78.35	87.85	$6 \times 60^\circ$	6x M5	6x M6
$\text{Ø } 120$ $-0.001/-0.008$	$\text{Ø } 120$ $+0.008$	$\text{Ø } 120$ $+0.040/+0.022$	0.002	$\text{Ø } 140$	$\text{Ø } 178.55$	93.52	103.02	$6 \times 60^\circ$	6x M5	6x M6
$\text{Ø } 150$ $-0.001/-0.008$	$\text{Ø } 150$ $+0.008$	$\text{Ø } 150$ $+0.046/+0.028$	0.002	$\text{Ø } 165$	$\text{Ø } 208.89$	108.69	118.19	$6 \times 60^\circ$	6x M5	6x M6
$\text{Ø } 180$ $-0.001/-0.008$	$\text{Ø } 180$ $+0.010$	$\text{Ø } 180$ $+0.050/+0.030$	0.003	$\text{Ø } 200$	$\text{Ø } 254.93$	131.71	141.21	$6 \times 60^\circ$	6x M5	6x M6
$\text{Ø } 270$ $0/-0.01$	$\text{Ø } 270$ $+0.012$	$\text{Ø } 270$ $+0.067/+0.044$	0.003	$\text{Ø } 290$	$\text{Ø } 331.31$	169.90	179.40	$12 \times 30^\circ$	12x M5	12x M6
$\text{Ø } 425$ $0/-0.01$	$\text{Ø } 425$ $+0.015$	$\text{Ø } 425$ $+0.094/+0.067$	0.006	$\text{Ø } 445$	$\text{Ø } 484.07$	246.29	255.79	$12 \times 30^\circ$	12x M6	12x M6
$\text{Ø } 512$ $0/-0.015$	$\text{Ø } 512$ $+0.016$	$\text{Ø } 512$ $+0.109/+0.076$	0.007	$\text{Ø } 528$	$\text{Ø } 560.46$	284.48	293.98	$18 \times 20^\circ$	18x M6	12x M8



Informations complémentaires :

Données de CAO, voir aussi
cad.heidenhain.de (langue : Français)

ERA 4280C, ERA 4480C, ERA 4880C

Systemes de mesure angulaire incrémentaux de haute précision

- Tambour gradué en acier avec collier de centrage
- Capot de protection de la pressurisation, en option pour l'ERA 4480 C
- Constitués d'une tête caprice et d'un tambour gradué



ERA 4000



ERA 4000 avec capot de protection pour pressurisation

Tête caprice

Interface

Fréquence limite -3 dB

Raccordement électrique

Longueur de câble

Alimentation en tension

Consommation en courant

Vibrations 55 à 2000 Hz

Chocs 6 ms

Température de service

Poids

Tête caprice

Tambour gradué

Support de mesure

Coefficient de dilatation

Périodes de signal/ ERA 4200

Erreurs d'interpolation ERA 4400

par période de ERA 4400

signal⁽¹⁾ ERA 4800

Précision de la division

Marques de référence

Diamètre intérieur du tambour*

Diamètre extérieur du tambour*

Vitesse rot. méca. adm.

Moment d'inertie

Déplacement axial adm.

Indice de protection* EN 60529

Sans capot de protection de la pressurisation

Avec capot de protection de la pressurisation⁽²⁾
et air comprimé

Poids

Tambour gradué

Capot de protection
de la pressurisation

* A préciser à la commande

AK ERA 4280 période de division 20 μm AK ERA 4480 période de division 40 μm AK ERA 4880 période de division 80 μm								
$\sim 1 V_{CC}$								
$\geq 350 \text{ kHz}$								
Câble de 1 m avec prise d'accouplement M23 (12 plots)								
$\leq 150 \text{ m}$ (avec un câble HEIDENHAIN)								
5 V CC $\pm 0,5 \text{ V}$								
$< 100 \text{ mA}$ (sans charge)								
$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 1000 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)								
$-10 \text{ }^\circ\text{C}$ à $80 \text{ }^\circ\text{C}$								
Env. 20 g ; tête caprice pour capot de protection de pressurisation : env. 35 g (sans câble)								

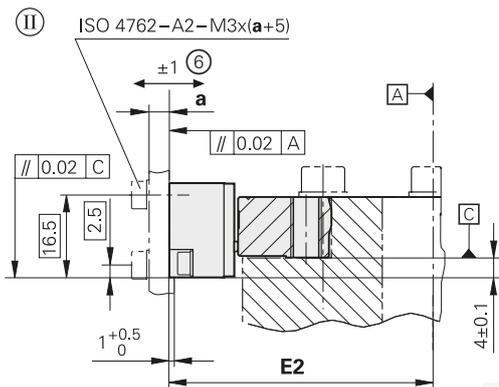
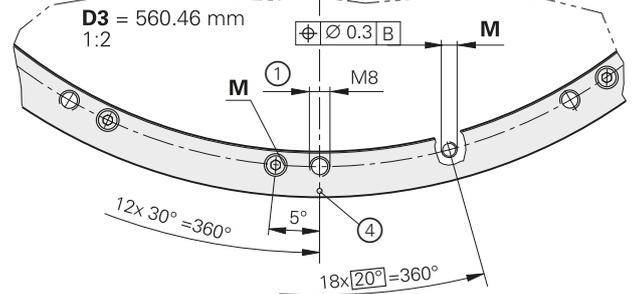
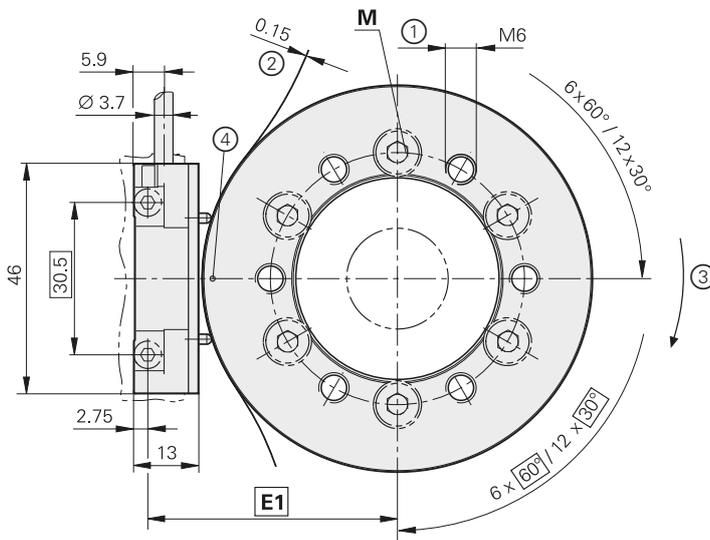
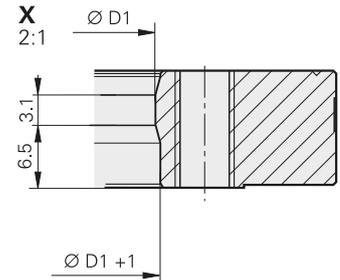
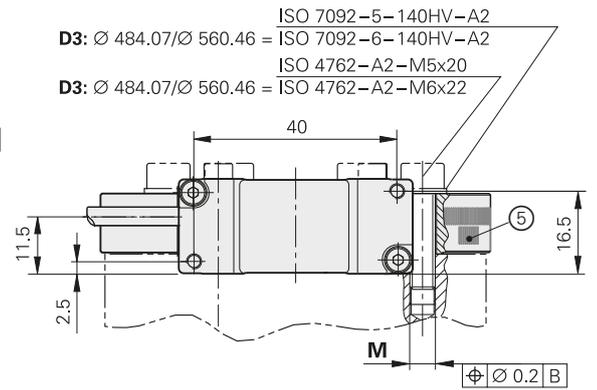
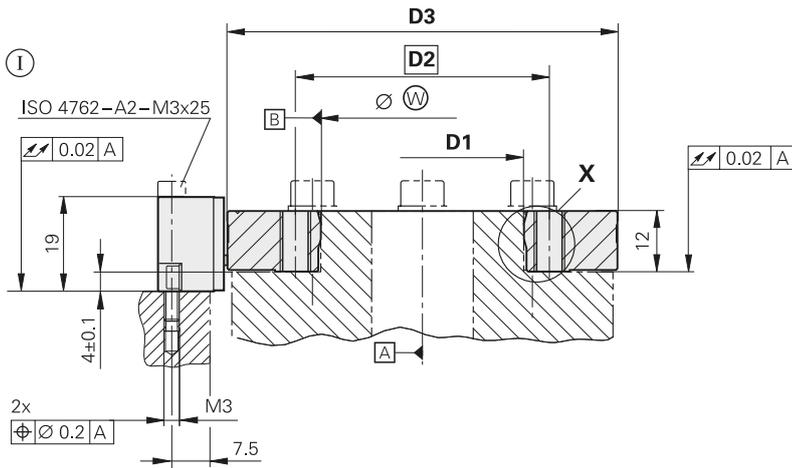
TTR ERA 4200C période de division 20 μm TTR ERA 4400C période de division 40 μm TTR ERA 4800C période de division 80 μm								
Tambour en acier $\alpha_{\text{therm}} \approx 10,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$								
12000/ $\pm 1,1$ "	16384/ $\pm 0,8$ "	20000/ $\pm 0,7$ "	28000/ $\pm 0,5$ "	32768/ $\pm 0,4$ "	40000/ $\pm 0,4$ "	52000/ $\pm 0,3$ "	–	–
6000/ $\pm 2,2$ "	8192/ $\pm 1,6$ "	10000/ $\pm 1,3$ "	14000/ $\pm 1,0$ "	16384/ $\pm 0,8$ "	20000/ $\pm 0,7$ "	26000/ $\pm 0,5$ "	38000/ $\pm 0,4$ "	44000/ $\pm 0,3$ "
3000/ $\pm 4,4$ "	4096/ $\pm 3,2$ "	5000/ $\pm 2,6$ "	7000/ $\pm 1,9$ "	8192/ $\pm 1,6$ "	10000/ $\pm 1,3$ "	13000/ $\pm 1,0$ "	–	–
± 5 "	$\pm 3,7$ "	± 3 "	$\pm 2,5$ "				± 2 "	
Une ou à distances codées								
40 mm	70 mm	80 mm	120 mm	150 mm	180 mm	270 mm	425 mm	512 mm
76,75 mm	104,63 mm	127,64 mm	178,55 mm	208,89 mm	254,93 mm	331,31 mm	484,07 mm	560,46 mm
10 000 min^{-1}	8500 min^{-1}	6250 min^{-1}	4500 min^{-1}	4250 min^{-1}	3250 min^{-1}	2500 min^{-1}	1800 min^{-1}	1500 min^{-1}
$0,27 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$0,81 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$1,9 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$7,1 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$12 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$28 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$59 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$195 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$258 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$
$\leq \pm 0,5 \text{ mm}$ (tambour gradué par rapport à la tête caprice)								
Appareil complet à l'état monté :								
IP00								
IP40	IP40	IP40	IP40	IP40	IP40	IP40	–	–
Env. 0,28 kg	Env. 0,41 kg	Env. 0,68 kg	Env. 1,2 kg	Env. 1,5 kg	Env. 2,3 kg	Env. 2,6 kg	Env. 3,8 kg	Env. 3,6 kg
Env. 0,07 kg	Env. 0,1 kg	Env. 0,12 kg	Env. 0,17 kg	Env. 0,22 kg	Env. 0,26 kg	Env. 0,35 kg	–	–

¹⁾ L'erreur d'interpolation sur une période de signal et la précision de la division permettent d'obtenir les erreurs propres au système de mesure. Pour connaître les autres erreurs dues au montage et au palier de l'arbre à mesurer, voir *Précision de la mesure*.

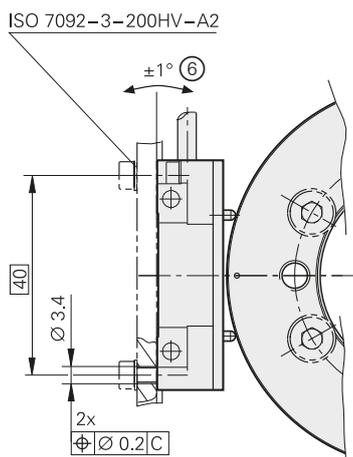
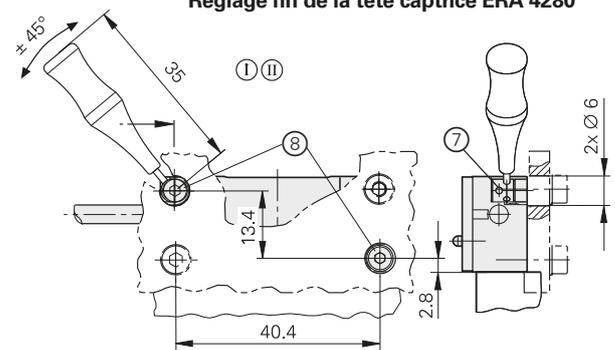
²⁾ Possible uniquement pour l'ERA 4480 ; Capot de protection de la pressurisation à commander séparément.

ERA 4280C, ERA 4480C, ERA 4880C

sans capot de protection pour la pressurisation



Réglage fin de la tête caprice ERA 4280



Informations complémentaires :

Données de CAO, voir aussi
cad.heidenhain.de (langue : Français)

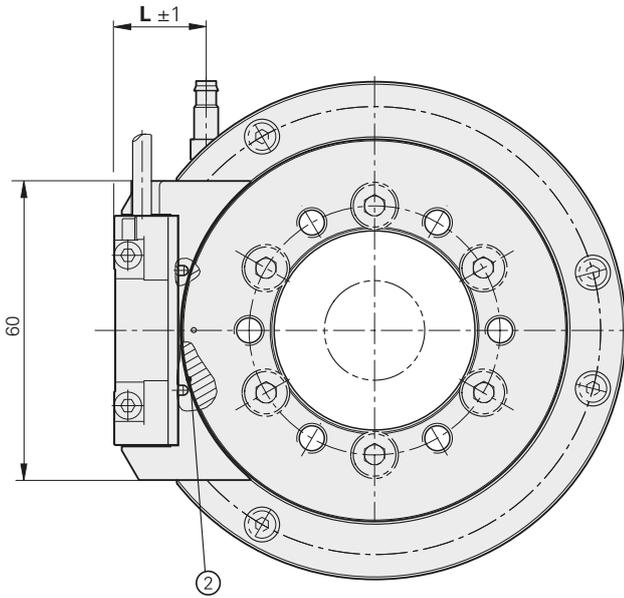
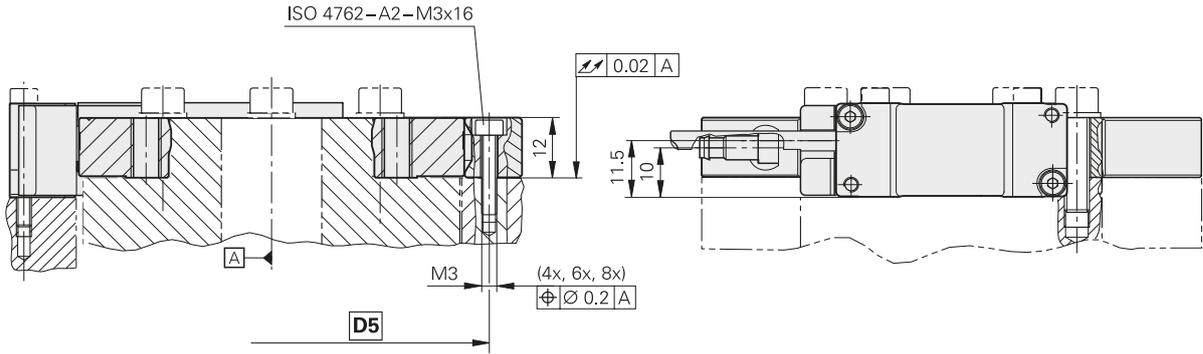
mm
 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 ≤ 6 mm: ±0.2 mm

D1	W	*)	D2	D3	E1	E2	M
Ø 40 -0.001/-0.005	Ø 40 +0.004	0.001	Ø 50	Ø 76.75	49.34	52.08	6x M5
Ø 70 -0.001/-0.005	Ø 70 +0.005	0.001	Ø 85	Ø 104.63	63.28	66.02	6x M5
Ø 80 -0.001/-0.005	Ø 80 +0.006	0.0015	Ø 95	Ø 127.64	74.78	77.52	6x M5
Ø 120 -0.001/-0.008	Ø 120 +0.008	0.002	Ø 140	Ø 178.55	100.24	102.98	6x M5
Ø 150 -0.001/-0.008	Ø 150 +0.008	0.002	Ø 165	Ø 208.89	115.41	118.15	6x M5
Ø 180 -0.001/-0.008	Ø 180 +0.010	0.003	Ø 200	Ø 254.93	138.43	141.17	6x M5
Ø 270 0/-0.01	Ø 270 +0.012	0.003	Ø 290	Ø 331.31	176.62	179.36	12x M5
Ø 425 0/-0.01	Ø 425 +0.015	0.006	Ø 445	Ø 484.07	253.00	255.74	12x M6
Ø 512 0/-0.015	Ø 512 +0.016	0.007	Ø 528	Ø 560.46	291.19	293.93	18x M6

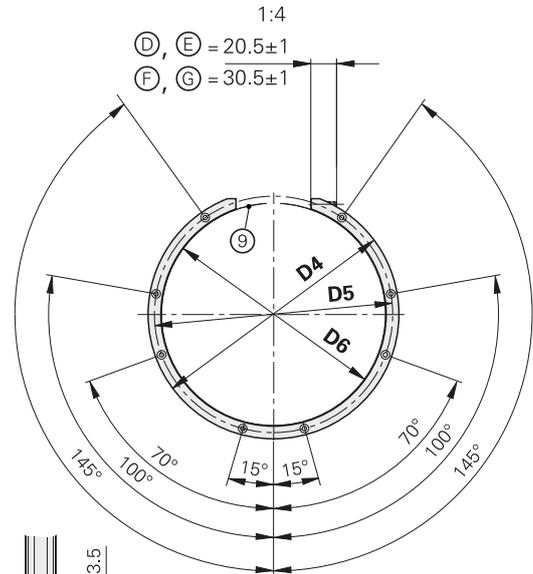
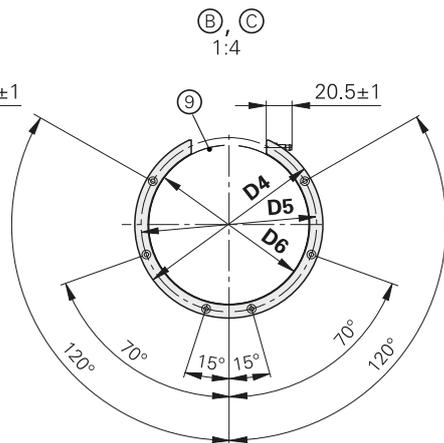
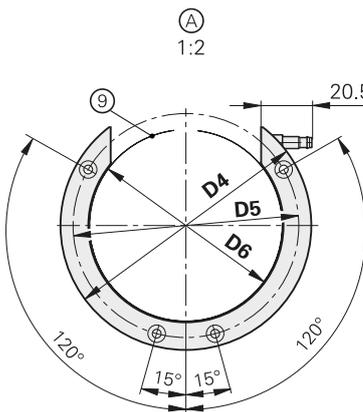
*) Circularité Diamètre d'appui (arbre)

ERA 4480C

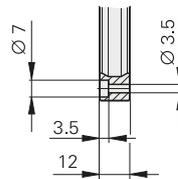
avec capot de protection pour la pressurisation



- ⊙, ⊗ = Options de montage
- M = Vis de fixation
- ▣ = Palier
- ⊗ = Arbre client
- 1 = Filetage de dégagement
- 2 = Distance fonctionnelle (feuille de réglage)
- 3 = Sens de rotation positif de l'arbre pour les signaux de sortie, conformément à la description de l'interface
- 4 = Repère de la marque de référence, tolérance de position par rapport à la marque de référence ± 1 , mm
- 5 = Marque de référence
- 6 = Prévoir une surface de montage ajustable pour la tête caprice
- 7 = Douille excentrique
- 8 = Perçages requis pour le réglage fin
- 9 = Distance fonctionnelle 0,15 mm (capot de protection de la pressurisation)



	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
D3	Ø 76.75	Ø 104.63	Ø 127.64	Ø 178.55	Ø 208.89	Ø 254.93	Ø 331.31
D4	Ø 100	Ø 127	Ø 150	Ø 200	Ø 232	Ø 278	Ø 354
D5	Ø 90	Ø 117	Ø 140	Ø 190	Ø 222	Ø 268	Ø 344
D6	Ø 77.2	Ø 105.2	Ø 128.2	Ø 179.1	Ø 209.4	Ø 255.6	Ø 332
L	18.6	16.5	15.5	14.5	13.2	12.7	12.1



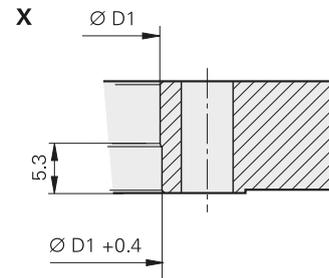
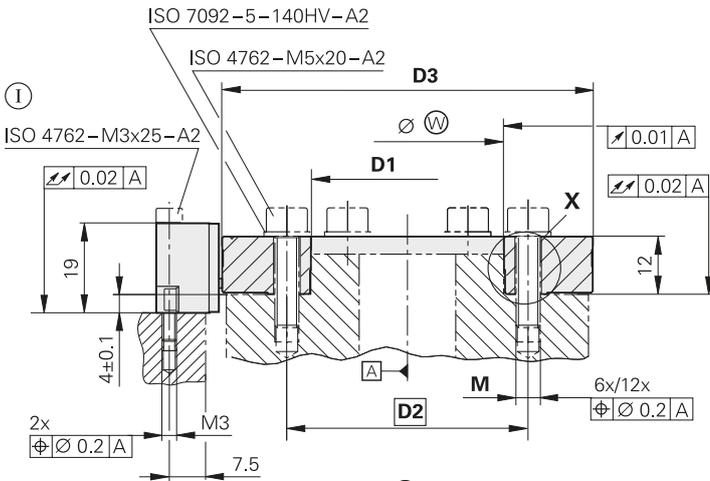
 Informations complémentaires :

Données de CAO, voir aussi
cad.heidenhain.de (langue : Français)

ERA 4282 C

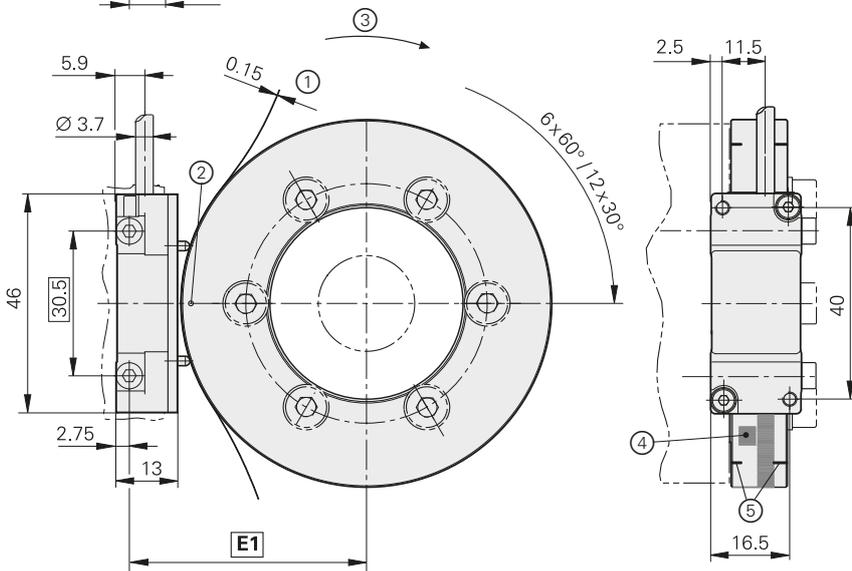
Système de mesure angulaire incrémental de haute précision

- Tambour gradué en acier avec centrage en trois points
- Constitué d'une tête caprice et d'un tambour gradué



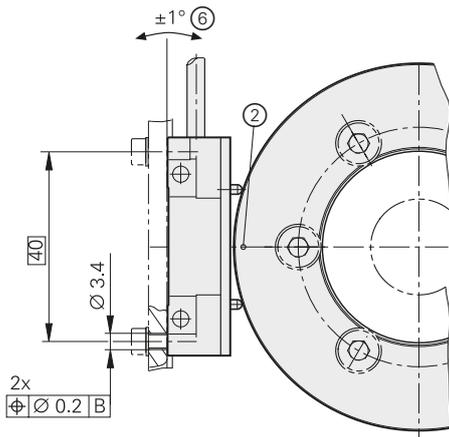
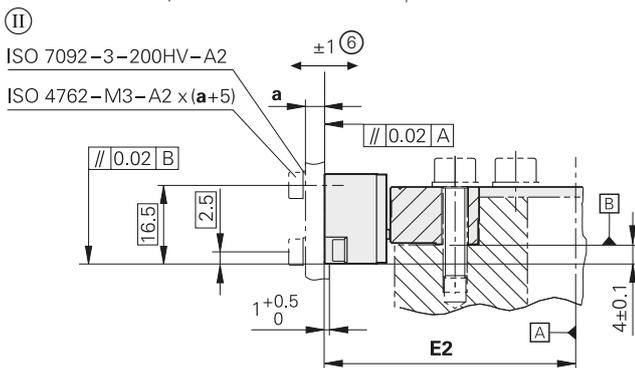
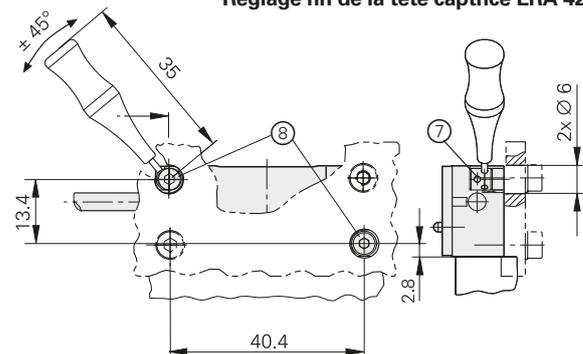
mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 ≤ 6 mm: ±0.2 mm



- ⊙, ⊕ = Options de montage
- ▣ = Palier
- ⊗ = Arbre client
- 1 = Distance fonctionnelle (feuille de réglage)
- 2 = Repère de la marque de référence
- 3 = Sens de rotation positif pour les signaux de sortie, conformément à la description de l'interface
- 4 = Marque de référence
- 5 = Marquages pour le centrage du tambour (3 x 120°)
- 6 = Prévoir une surface de montage ajustable pour la tête caprice
- 7 = Douille excentrique
- 8 = Perçages requis pour le réglage fin (uniquement pour la tête caprice ERA 4280)

Réglage fin de la tête caprice ERA 4280



Informations complémentaires :

Données de CAO, voir aussi
cad.heidenhain.de (langue : Français)

D1	⊗	D2	D3	E1	E2	M
Ø 40 +0.07/+0.05	Ø ≤ 40	Ø 50	Ø 76.75	49.34	52.08	M5 6x
Ø 70 +0.07/+0.05	Ø ≤ 70	Ø 85	Ø 104.63	63.28	66.02	M5 6x
Ø 80 +0.07/+0.05	Ø ≤ 80	Ø 95	Ø 127.64	74.78	77.52	M5 6x
Ø 120 +0.07/+0.05	Ø ≤ 120	Ø 140	Ø 178.55	100.24	102.98	M5 6x
Ø 150 +0.07/+0.05	Ø ≤ 150	Ø 163	Ø 178.55	100.24	102.98	M3 12x
Ø 150 +0.07/+0.05	Ø ≤ 150	Ø 165	Ø 208.89	115.41	118.15	M5 6x
Ø 180 +0.07/+0.05	Ø ≤ 180	Ø 200	Ø 254.93	138.43	141.17	M5 6x
Ø 185 +0.07/+0.05	Ø ≤ 185	Ø 197	Ø 208.89	115.41	118.15	M3 12x
Ø 210 +0.07/+0.05	Ø ≤ 210	Ø 230	Ø 254.93	138.43	141.17	M3 12x
Ø 270 +0.07/+0.05	Ø ≤ 270	Ø 290	Ø 331.31	176.62	179.36	M5 12x

Tête caprice	AK ERA 4280
Interface	$\sim 1 V_{CC}$
Fréquence limite -3 dB	≥ 350 kHz
Raccordement électrique	Câble de 1 m avec prise d'accouplement M23 (12 plots)
Longueur de câble	≤ 150 m (avec câble HEIDENHAIN)
Alimentation en tension	5 V CC $\pm 0,5$ V
Consommation en courant	< 100 mA (sans charge)
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 6 ms	≤ 100 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 500 m/s ² (EN 60068-2-27)
Température de service	-10 °C à 80 °C
Poids	Env. 20 g (sans câble)

Tambour gradué	TTR ERA 4202 C						
Support de mesure Période de division Coefficient de dilatation	Tambour en acier 20 μ m $\alpha_{\text{therm}} \approx 10,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$						
Périodes de signal	12000	16384	20000	28000	32768	40000	52000
Précision de la division	$\pm 4''$	$\pm 3''$	$\pm 2,5''$	$\pm 2''$	$\pm 1,9''$	$\pm 1,8''$	$\pm 1,7''$
Erreurs d'interpolation par période de signal¹⁾	$\pm 1,1''$	$\pm 0,8''$	$\pm 0,7''$	$\pm 0,5''$	$\pm 0,4''$	$\pm 0,4''$	$\pm 0,3''$
Marques de référence	A distances codées						
Diamètre intérieur du tambour*	40 mm	70 mm	80 mm	120 mm/ 150 mm	150 mm/ 185 mm	180 mm/ 210 mm	270 mm
Diamètre extérieur du tambour*	76,75 mm	104,63 mm	127,64 mm	178,55 mm	208,89 mm	254,93 mm	331,31 mm
Vitesse rot. méca. adm.	10000 min ⁻¹	8500 min ⁻¹	6250 min ⁻¹	4500 min ⁻¹	4250 min ⁻¹	3250 min ⁻¹	2500 min ⁻¹
Moment d'inertie	$0,28 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$0,83 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$2,0 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$7,1/4,5 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$12/6,5 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$28/20 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	$59 \cdot 10^{-3}$ kgm ²
Déplacement axial adm.	$\leq \pm 0,5$ mm (tambour gradué par rapport à la tête caprice)						
Indice de protection EN 60529	Appareil complet à l'état monté : IP00						
Poids	Env. 0,30 kg	Env. 0,42 kg	Env. 0,69 kg	Env. 1,2 kg/ 0,66 kg	Env. 1,5 kg/ 0,66 kg	Env. 2,3 kg/ 1,5 kg	Env. 2,6 kg

* A préciser à la commande

¹⁾ L'erreur d'interpolation sur une période de signal et la précision de la division permettent d'obtenir les erreurs propres au système de mesure. Pour connaître les autres erreurs dues au montage et au palier de l'arbre à mesurer, voir *Précision de la mesure*.

Série ERA 7000

Systeme de mesure angulaire incrémental de haute précision

- Ruban de mesure en acier pour montage intérieur
- Exécutions en cercle entier et en segment, même pour de très grands diamètres
- Constitué d'une tête caprice et d'un ruban de mesure



ERA 7480



ERA 7481

Tête captrice	AK ERA 7480
Interface	$\sim 1 V_{CC}$
Fréquence limite -3 dB	≥ 350 kHz
Raccordement électrique	Câble de 1 m avec prise d'accouplement M23 (12 plots)
Longueur de câble	≤ 150 m (avec câble HEIDENHAIN)
Alimentation en tension	5 V CC $\pm 0,5$ V
Consommation en courant	< 100 mA (sans charge)
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 6 ms	≤ 200 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 1000 m/s ² (EN 60068-2-27)
Température de service	-10 °C à 80 °C
Poids	Env. 20 g (sans câble)

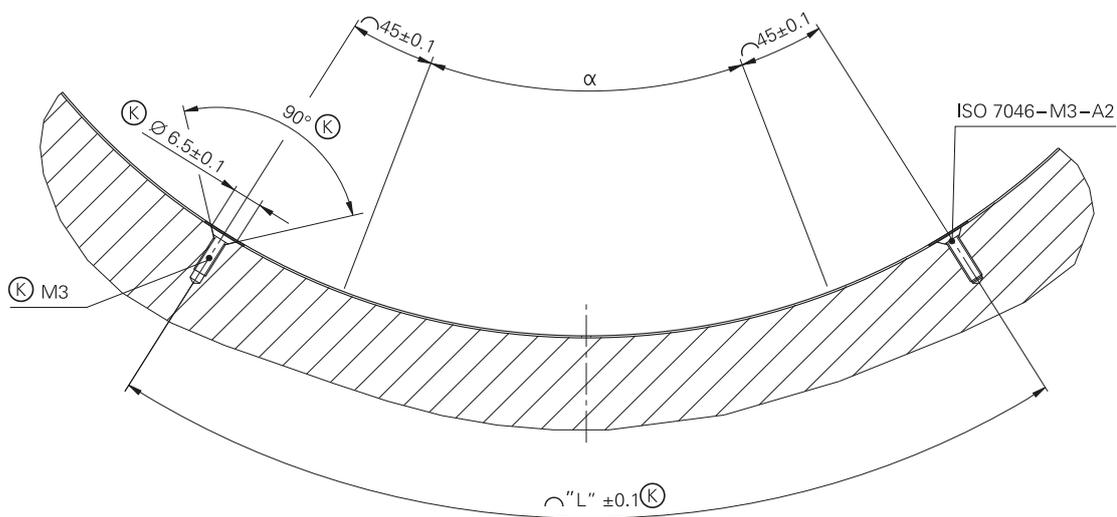
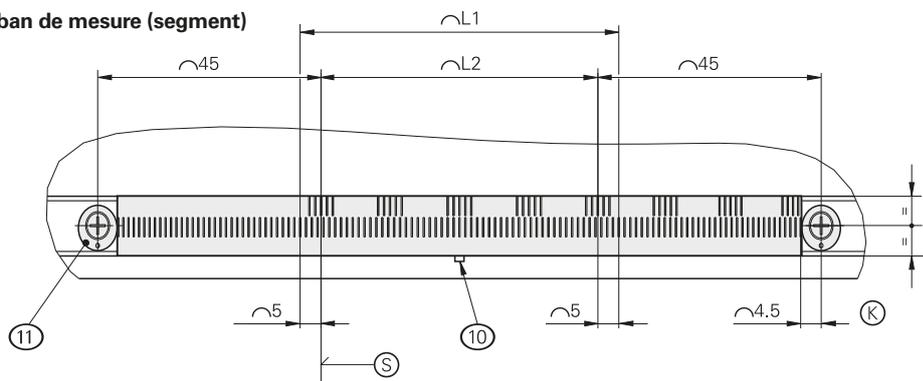
Ruban de mesure	MSB ERA 7400C exécution en cercle entier MSB ERA 7401C exécution en segment			
Support de mesure Période de division Coefficient de dilatation	Ruban de mesure en acier avec division METALLUR 40 μ m $\alpha_{\text{therm}} \approx 10,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$			
Périodes de signal ¹⁾	36000	45000	90000	
Précision de la division ²⁾	$\pm 3,9''$	$\pm 3,2''$	$\pm 1,6''$	
Erreurs d'interpolation par période de signal ²⁾	$\pm 0,4''$	$\pm 0,3''$	$\pm 0,1''$	
Précision du ruban de mesure	$\pm 3 \mu\text{m/m}$ de longueur du ruban			
Marques de référence	A distances codées			
Diamètre d'appui*	Cercle entier	458,62 mm	573,20 mm	1146,10 mm
	Segment	≥ 400 mm		
Vitesse rot. méca. adm.	$\leq 250 \text{ min}^{-1}$	$\leq 250 \text{ min}^{-1}$	$\leq 220 \text{ min}^{-1}$	
Déplacement axial adm.	$\leq 0,5$ mm (ruban de mesure par rapport à la tête captrice)			
Coefficient de dilatation thermique admissible	$\alpha_{\text{therm}} \approx 9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bis $12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$			
Indice de protection EN 60529	Appareil complet à l'état monté : IP00			
Poids	Env. 30 g/m			

* A préciser à la commande. Autres diamètres jusqu'à 3 m max. disponibles sur demande.

¹⁾ Valable pour une exécution en cercle entier ; dépend du diamètre d'appui et de la longueur du ruban pour une solution en segment.

²⁾ La précision de la division et l'erreur d'interpolation sur une période de signal permettent d'obtenir les erreurs propres au système de mesure. Pour connaître les autres erreurs dues au montage et au palier de l'arbre à mesurer, voir *Précision de la mesure*.

ERA 74x1 ruban de mesure (segment)



$$D = \frac{n \times 0.04 \times 0.9999}{\pi} + 0.3$$

$$\alpha = \frac{n \times 0.04 \times 0.9999}{(D - 0.3) \times \pi} \times 360^\circ$$

$$L2 = n \times 0.04 \times 0.9999$$

(K) = Cote de montage côté client

(S) = Début de la mesure

10 = Encoche pour le démontage du ruban de mesure (b = 2 mm)

11 = Rondelle excentrique pour la tension du ruban de mesure

∩ = Longueur de l'arc de cercle dans la zone neutre.
Tenir compte de l'épaisseur du ruban de mesure.

∩L = Position du trou taraudé de fixation

∩L1 = Course de déplacement

∩L2 = Plage de mesure en arc de cercle

n = Période de signal

D = Diamètre du fond de la rainure

α = Plage de mesure en degrés (angle du segment)

π = 3.14159...

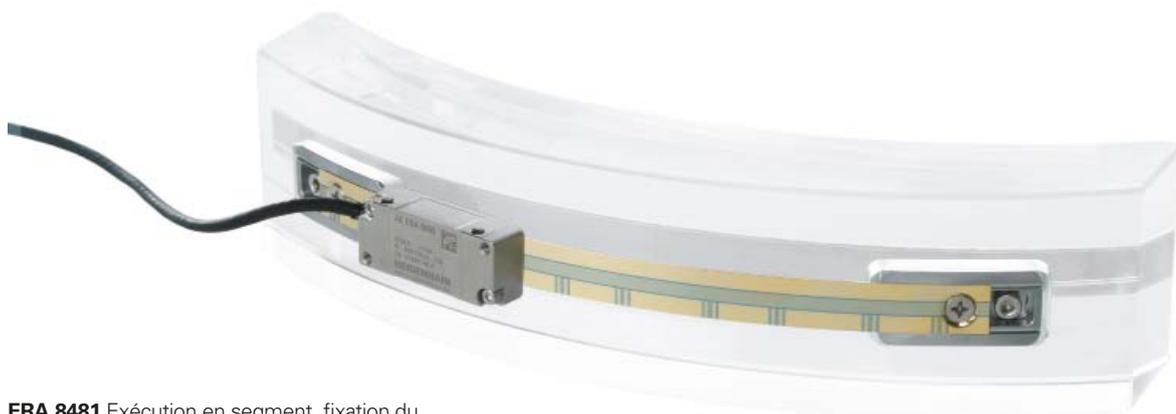
Série ERA 8000

Système de mesure angulaire incrémental de haute précision

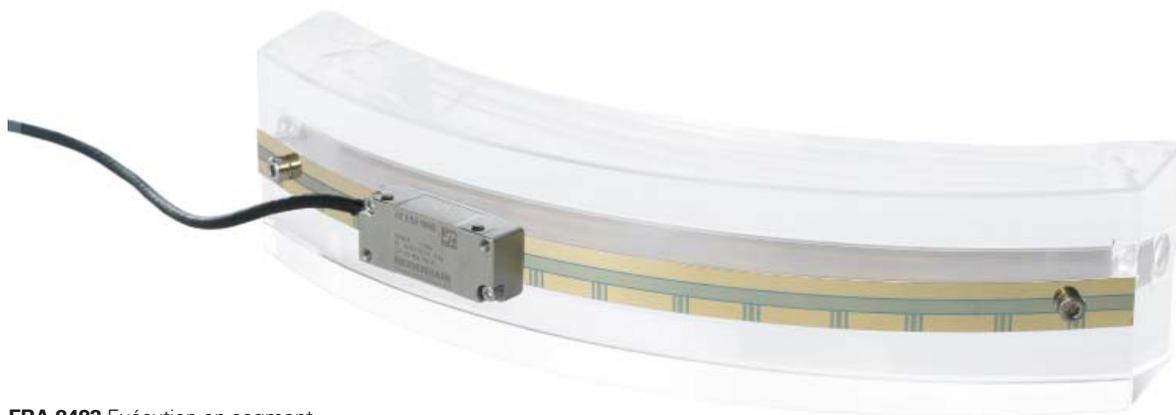
- Ruban de mesure en acier pour montage extérieur
- Exécutions en cercle entier et en segment, même pour de très grands diamètres
- Constitué d'une tête caprice et d'un ruban de mesure



ERA 8480 Exécution en cercle entier



ERA 8481 Exécution en segment, fixation du ruban de mesure avec des éléments tendeurs



ERA 8482 Exécution en segment, ruban de mesure sans éléments tendeurs

Tête captrice	AK ERA 8480
Interface	$\sim 1 V_{CC}$
Fréquence limite -3 dB	≥ 350 kHz
Raccordement électrique	Câble de 1 m avec prise d'accouplement M23 (12 plots)
Longueur de câble	≤ 150 m (avec câble HEIDENHAIN)
Alimentation en tension	5 V CC $\pm 0,5$ V
Consommation en courant	< 100 mA (sans charge)
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 6 ms	≤ 200 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 1000 m/s ² (EN 60068-2-27)
Température de service	-10 °C à 80 °C
Poids	Env. 20 g (sans câble)

Ruban de mesure	MSB ERA 8400C exécution en cercle entier MSB ERA 8401C exécution en segment avec éléments tendeurs MSB ERA 8402C exécution en segment sans éléments tendeurs		
Support de mesure Période de division Coefficient de dilatation	Ruban de mesure en acier avec division METALLUR 40 μ m $\alpha_{\text{therm}} \approx 10,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
Périodes de signal ¹⁾	36000	45000	90000
Précision de la division ²⁾	$\pm 4,7''$	$\pm 3,9''$	$\pm 1,9''$
Erreurs d'interpolation par période de signal ²⁾	$\pm 0,4''$	$\pm 0,3''$	$\pm 0,1''$
Précision du ruban de mesure	$\pm 3 \mu\text{m/m}$ de longueur du ruban		
Marques de référence	A distances codées		
Diamètre d'appui*	Cercle entier 458,11 mm	572,72 mm	1145,73 mm
	Segment	≥ 400 mm	
Vitesse rot. méca. adm.	$\leq 50 \text{ min}^{-1}$	$\leq 50 \text{ min}^{-1}$	$\leq 45 \text{ min}^{-1}$
Déplacement axial adm.	$\leq 0,5$ mm (ruban de mesure par rapport à la tête captrice)		
Coefficient de dilatation thermique admissible	$\alpha_{\text{therm}} \approx 9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bis $12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
Indice de protection EN 60529	Appareil complet à l'état monté : IP00		
Poids	Env. 30 g/m		

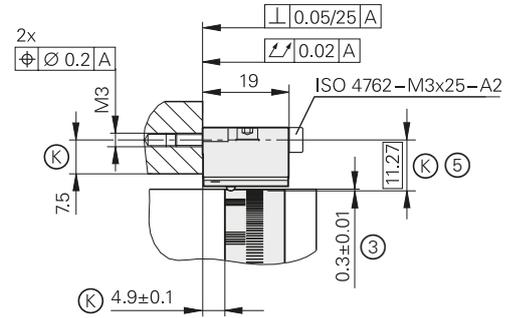
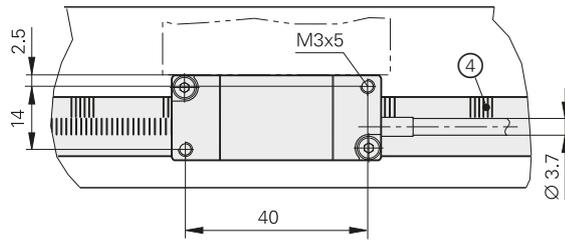
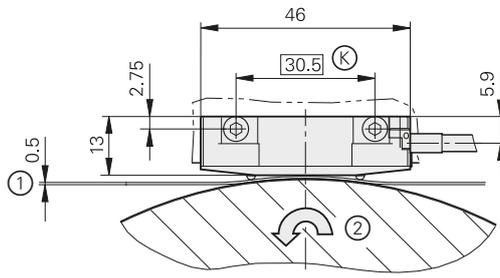
* A préciser à la commande. Autres diamètres jusqu'à 3 m max. disponibles sur demande.

¹⁾ Valable pour une exécution en cercle entier ; dépend du diamètre d'appui et de la longueur du ruban pour une solution en segment.

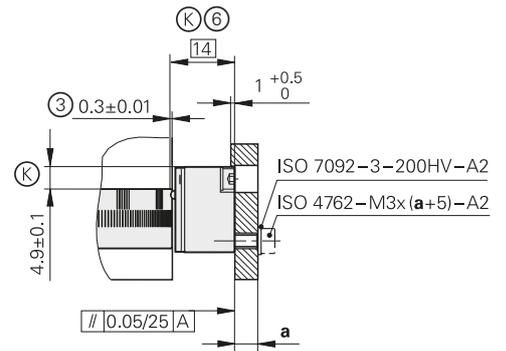
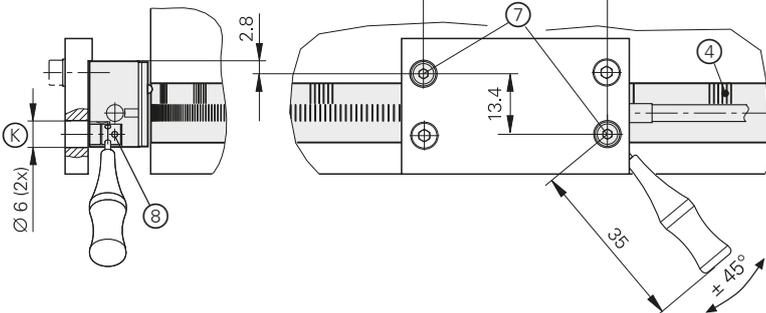
²⁾ La précision de la division et l'erreur d'interpolation sur une période de division permettent d'obtenir les erreurs propres au système de mesure. Pour connaître les autres erreurs dues au montage et au palier de l'arbre à mesurer, voir *Précision de la mesure*.

Série ERA 8000

①

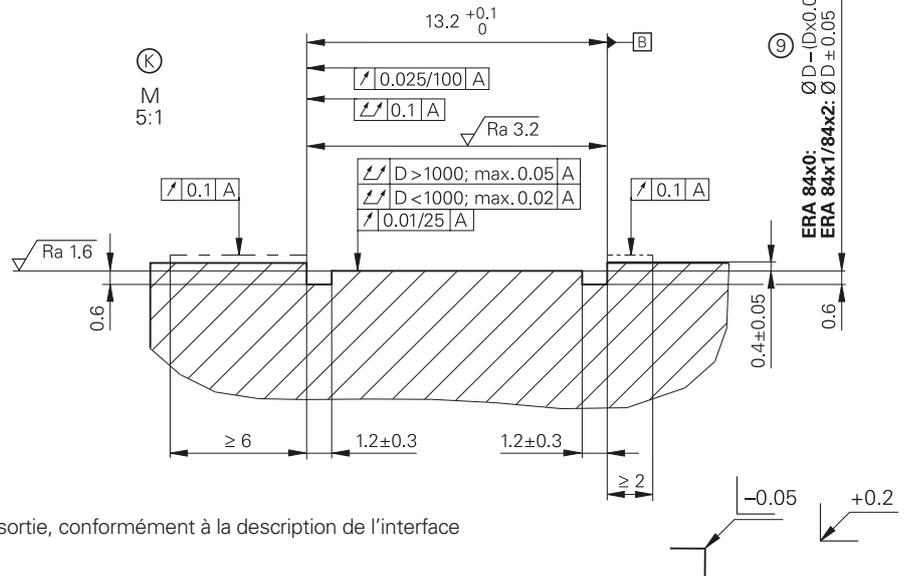


②



mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 ≤ 6 mm: ±0.2 mm

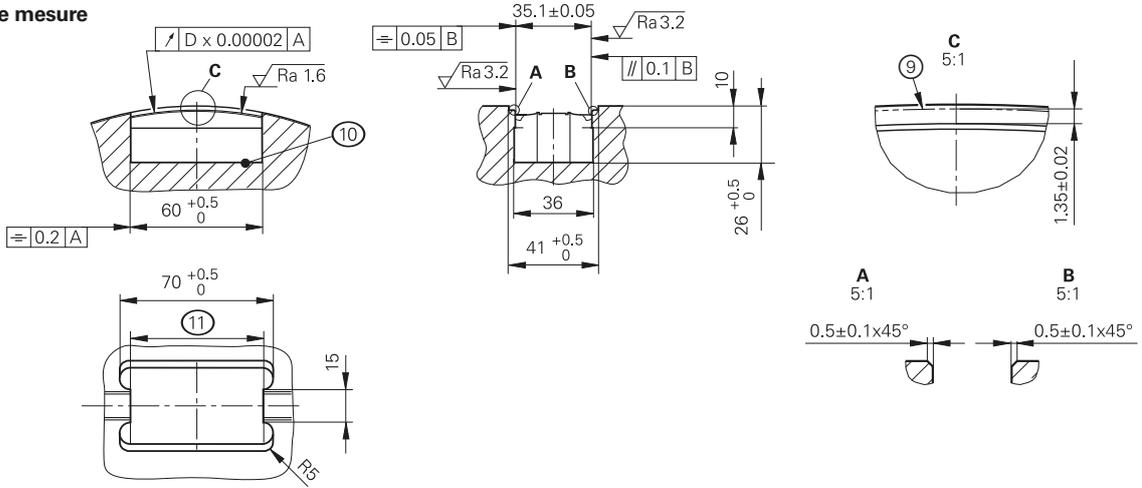


ERA 84x0: Ø D - (D×0.00005)
 ERA 84x1/84x2: Ø D ± 0.05

- ①, ② = Options de montage
-  = Palier
-  = Cote de montage côté client
-  = Début de la mesure
- 1 = Distance fonctionnelle (feuille de réglage)
- 2 = Sens de rotation positif pour les signaux de sortie, conformément à la description de l'interface
- 3 = Epaisseur du ruban de mesure
- 4 = Marque de référence
- 5 = Distance entre le fond de la rainure du ruban de mesure et le trou taraudé de fixation
- 6 = Distance entre le fond de la rainure du ruban de mesure et la surface de montage arrière de la tête caprice
- 7 = Perçages requis pour le réglage fin
- 8 = Douille excentrique (réglage Moiré)
- 9 = Fond de la rainure du ruban de mesure Ø D
- 10 = Le fond de la poche est ferromagnétique pour permettre de fixer l'élément tendeur.
- 11 = Longueur du chanfrein > 60 mm

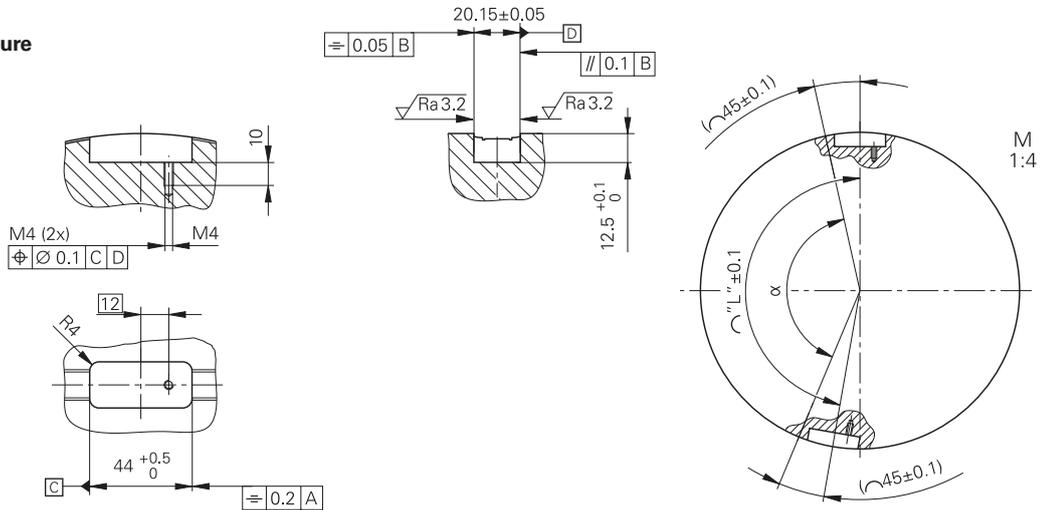
**ERA 84x0 ruban de mesure
(cercle entier)**

Ⓚ
M
1:2



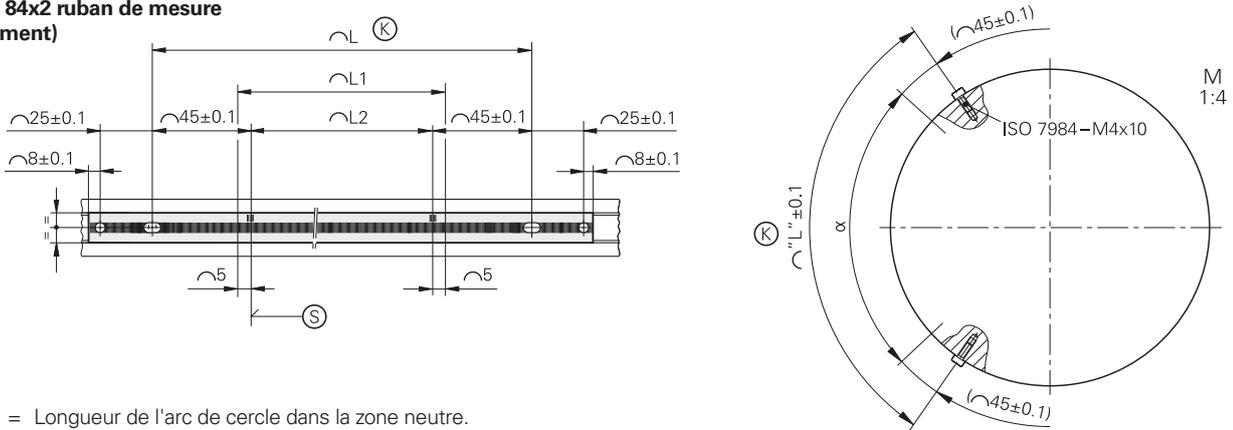
**ERA 84x1 ruban de mesure
(segment)**

Ⓚ
M
1:2



**ERA 84x2 ruban de mesure
(segment)**

M
1:2



⌒ = Longueur de l'arc de cercle dans la zone neutre.
Tenir compte de l'épaisseur du ruban de mesure.

⌒L = Position des encoches des embouts ou des trous taraudés de fixation

⌒L1 = Course de déplacement

⌒L2 = Plage de mesure sur l'arc de cercle

n = Période de signal

D = Diamètre du fond de la rainure

α = Plage de mesure en degrés (angle du segment)

π = 3.14159...

$$D = \frac{n \times 0.04 \times 1.0001}{\pi} - 0.3$$

$$\alpha = \frac{n \times 0.04 \times 1.0001}{(D + 0.3) \times \pi} \times 360^\circ$$

$$L2 = n \times 0.04 \times 1.0001$$

Interfaces

Signaux incrémentaux $\sim 1 V_{CC}$

Les systèmes de mesure HEIDENHAIN avec interface $\sim 1 V_{CC}$ fournissent des signaux de tension qui peuvent être fortement interpolés.

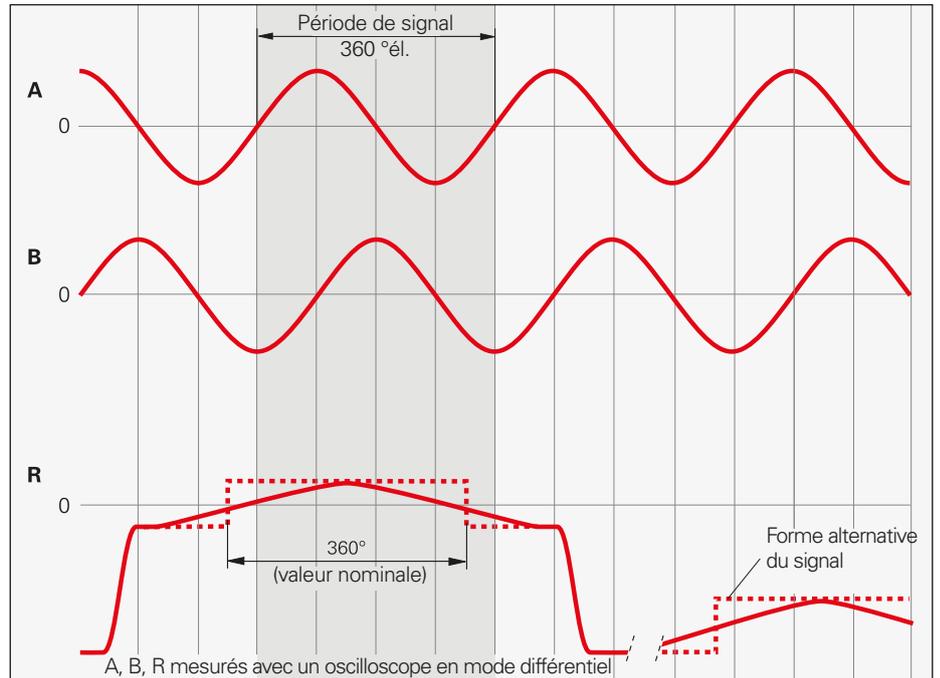
Les **signaux incrémentaux** sinusoïdaux A et B sont déphasés de 90° él. et leur amplitude typique est de $1 V_{CC}$. Le diagramme des signaux de sortie – B en retard sur A – correspond au sens de déplacement indiqué sur le plan d'encombrement.

Le **signal de référence** R peut être clairement identifié aux signaux incrémentaux. Il se peut que le signal de sortie diminue à proximité de la marque de référence.



Informations complémentaires :

Pour une description détaillée de toutes les interfaces disponibles et des informations électriques d'ordre général, consulter le catalogue *Interfaces des systèmes de mesure HEIDENHAIN*.



Affectation des plots

Prise d'accouplement M23 12 plots					Connecteur M23 12 plots					Connecteur de platine 12 plots Sur l'ERP 880					Connecteur Sub-D 15 plots				
Alimentation en tension				Signaux incrémentaux						Autres signaux									
	12	2	10	11	5	6	8	1	3	4	9	7	/						
	2a	2b	1a	1b	6b	6a	5b	5a	4b	4a	3b	3a	/						
	4	12	2	10	1	9	3	11	14	7	5/6/8	13	15						
	U_P	Sensor U_P	0V	Sensor 0V	A+	A-	B+	B-	R+ ¹⁾	R- ¹⁾	libre	libre	libre						
	marron/ vert	bleu	blanc/ vert	blanc	marron	vert	gris	rose	rouge	noir	/	violet	jaune						

Blindage du câble relié au boîtier ; U_P = alimentation en tension
Sensor : La ligne retour est reliée à l'alimentation en tension correspondante dans le système de mesure (dans le connecteur du système de mesure pour les ERO 6xxx et ERA).
 Les plots ou fils non utilisés doivent rester libres !

¹⁾ ERP 4080/ERP 8080 : libre

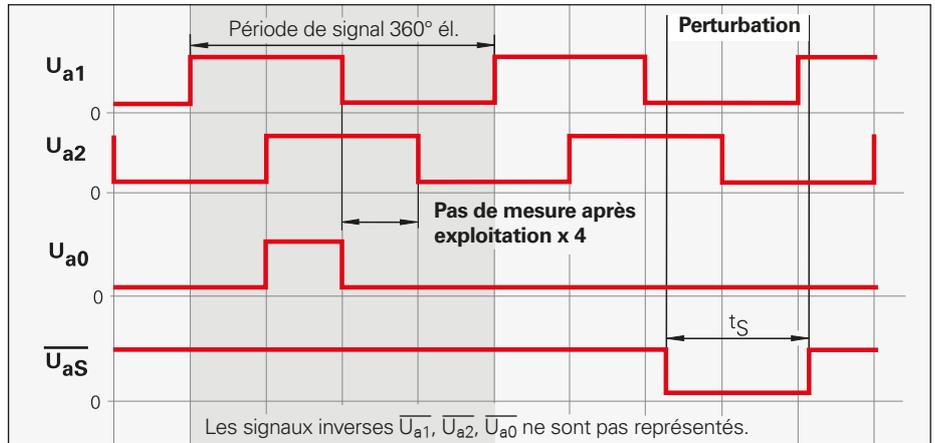
Signaux incrémentaux \square TTL

Les systèmes de mesure HEIDENHAIN avec interface \square TTL comprennent des circuits qui numérisent les signaux de balayage sinusoïdaux, avec ou sans interpolation.

Les **signaux incrémentaux** sont émis sous forme de trains d'impulsions rectangulaires U_{a1} et U_{a2} avec un décalage de 90° él.. Le **signal de référence** est composé d'une ou plusieurs impulsions de référence U_{a0} qui sont liées aux signaux incrémentaux. L'électronique intégrée génère en plus leurs **signaux inverses** $\overline{U_{a1}}$, $\overline{U_{a2}}$ et $\overline{U_{a0}}$ pour assurer une transmission sans interférences. Le diagramme ci-contre, représentant les signaux de sortie – U_{a2} en retard sur U_{a1} – est conforme au sens de déplacement indiqué dans le plan d'encombrement.

Le **signal de perturbation** $\overline{U_{aS}}$ fait état des dysfonctionnements tels qu'une rupture de câbles d'alimentation, une panne de la source lumineuse, etc.

Le **pas de mesure** est obtenu en interpolant 1, 2 ou 4 fois l'écart entre deux fronts des signaux incrémentaux U_{a1} et U_{a2} .



Informations complémentaires :

Pour une description détaillée de toutes les interfaces disponibles et des informations électriques d'ordre général, consulter le catalogue *Interfaces des systèmes de mesure HEIDENHAIN*.

Affectation des plots

Connecteur Sub-D 15 plots					Connecteur Sub-D 15 plots avec électronique d'adaptation et d'interface intégrée									
	Alimentation en tension				Signaux incrémentaux						Autres signaux			
	4	12	2	10	1	9	3	11	14	7	13	5/6/8	15	
	U_P	Sensor U_P	0V	Sensor 0V	U_{a1}	$\overline{U_{a1}}$	U_{a2}	$\overline{U_{a2}}$	U_{a0}	$\overline{U_{a0}}$	$\overline{U_{aS}}$	libre	libre ¹⁾	
	marron/vert	bleu	blanc/vert	blanc	marron	vert	gris	rose	rouge	noir	violet	/	jaune	

Blindage du câble relié au boîtier ; U_P = alimentation en tension
Sensor : La ligne retour est reliée à l'alimentation en tension correspondante dans le système de mesure (dans le connecteur du système de mesure pour les ERO 6xxx et ERA).
 Les plots ou fils non utilisés doivent rester libres !

¹⁾ ERO 6x70 : commutation TTL/11 μ Acc pour PWT, sinon non raccordé

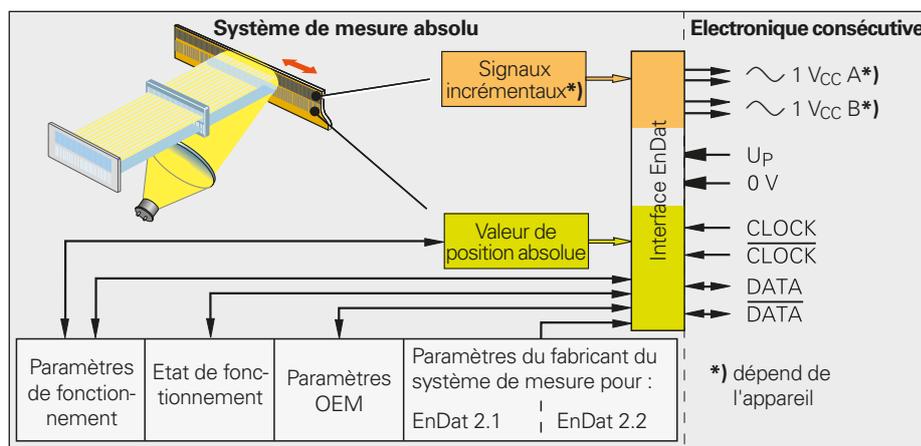
Interfaces

Valeurs de position

L'interface EnDat est une interface numérique **bidirectionnelle** pour systèmes de mesure. Elle permet de restituer les **valeurs de position**, mais également de lire et d'actualiser des informations mémorisées dans le système de mesure, ou d'en mémoriser de nouvelles. Avec la **transmission de données série, 4 lignes de signaux** sont suffisantes. Les données DATA sont transmises à l'électronique consécutive de manière **synchrone**, avec le signal d'horloge CLOCK prédéfini. Le choix du type de transmission (valeurs de position, paramètres, diagnostic...) s'effectue avec des instructions de mode que l'électronique consécutive émet vers le système de mesure. Certaines fonctions ne sont disponibles qu'avec des instructions de mode EnDat 2.2.

Désignation de commande	Jeu de commandes	Signaux incrémentaux
EnDat01	EnDat 2.1 ou EnDat 2.2	avec
EnDat21		sans
EnDat02	EnDat 2.2	avec
EnDat22	EnDat 2.2	sans

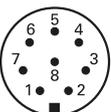
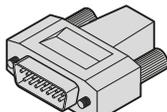
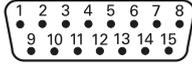
Versions de l'interface EnDat



Informations complémentaires :

Pour une description détaillée de toutes les interfaces disponibles et des informations électriques d'ordre général, consulter le catalogue *Interfaces des systèmes de mesure HEIDENHAIN*.

Affectation des plots EnDat

Prise d'accouplement M12 8 plots					Connecteur Sub-D 15 plots				
									
	Alimentation en tension				Valeurs de position absolues				
	8	2	5	1	3	4	7	6	
	4	12	2	10	5	13	8	15	
	Up	Sensor Up	0V	Sensor 0V	DATA	DATA	CLOCK	CLOCK	
	marron/vert	bleu	blanc/vert	blanc	gris	rose	violet	jaune	

Blindage du câble relié au boîtier ; **Up** = alimentation en tension

Sensor : la ligne retour est reliée à l'alimentation en tension correspondante dans le système de mesure. Les plots ou fils non utilisés doivent rester libres !

Affectation des plots Fanuc, Mitsubishi et Panasonic

Affectation des plots Fanuc

Les systèmes de mesure HEIDENHAIN dont la désignation est suivie de la lettre F sont conçus pour être raccordés à des systèmes de commande et d'entraînement Fanuc.

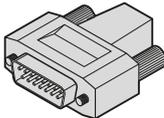
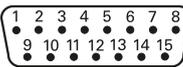
• Fanuc Serial Interface – α Interface

Désignation de commande Fanuc02 normal and high speed, two-pair transmission

• Fanuc Serial Interface – αi Interface

Désignation de commande Fanuc05 high speed, one-pair transmission avec α Interface (normal and high speed, two-pair transmission)

Affectation des plots Fanuc

Prise d'accouplement M12 8 plots					Connecteur Sub-D 15 plots				
									
	Alimentation en tension				Valeurs de position absolues				
	8	2	5	1	3	4	7	6	
	4	12	2	10	5	13	8	15	
	Up	Sensor Up	0V	Sensor 0V	Serial Data	Serial Data	Request	Request	
									
	marron/vert	bleu	blanc/vert	blanc	gris	rose	violet	jaune	

Blindage du câble relié au boîtier ; **Up** = alimentation en tension

Sensor : la ligne retour est reliée à l'alimentation en tension correspondante dans le système de mesure.

Les plots ou fils non utilisés doivent rester libres !

Affectation des plots Mitsubishi

Les systèmes de mesure HEIDENHAIN dont la désignation est suivie de la lettre M sont conçus pour être raccordés à des systèmes de commande et d'entraînement Mitsubishi.

Mitsubishi High Speed Interface

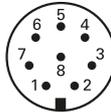
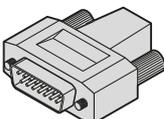
• Désignation de commande : Mitsu01 two-pair transmission

• Désignation de commande : Mit02-4 Génération 1, two-pair transmission

• Désignation de commande : Mit02-2 Génération 1, one-pair transmission

• Désignation de commande : Mit03-4 Génération 2, two-pair transmission

Affectation des plots Mitsubishi

Prise d'accouplement M12 8 plots					Connecteur Sub-D 15 plots				
									
	Alimentation en tension				Valeurs de position absolues				
	8	2	5	1	3	4	7	6	
	4	12	2	10	5	13	8	15	
Mit03-4	Up	Sensor Up	0V	Sensor 0V	Serial Data	Serial Data	Request Frame	Request Frame	
Mit02-2					libre	libre	Request/ Data	Request/ Data	
	marron/vert	bleu	blanc/vert	blanc	gris	rose	violet	jaune	

Blindage du câble relié au boîtier ; **Up** = alimentation en tension

Sensor : la ligne retour est reliée à l'alimentation en tension correspondante dans le système de mesure.

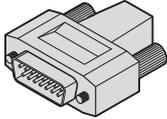
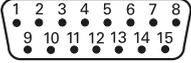
Les plots ou fils non utilisés doivent rester libres !

Affectation des plots Panasonic

Les systèmes de mesure HEIDENHAIN dont la désignation est suivie de la lettre P sont conçus pour être raccordés à des systèmes de commande et d'entraînement Panasonic.

- Désignation de commande Pana01

Affectation des plots Panasonic

Prise d'accouplement M12 8 plots					Connecteur Sub-D 15 plots			
								
	Alimentation en tension				Valeurs de position absolues			
	8	2	5	1	3	4	7	6
	4	12	2	10	5	13	8	15
	U_P	Sensor U _P	0V	Sensor 0V	libre ¹⁾	libre ¹⁾	Request Data	Request Data
	marron/vert	bleu	blanc/vert	blanc	gris	rose	violet	jaune

Blindage du câble relié au boîtier ; **U_P** = alimentation en tension

Sensor : la ligne retour est reliée à l'alimentation en tension correspondante dans le système de mesure.

Les plots ou fils non utilisés doivent rester libres !

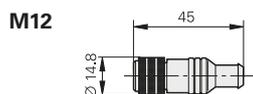
¹⁾ Nécessaire pour le réglage/contrôle avec le PWM 20

Câbles et connecteurs

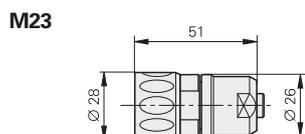
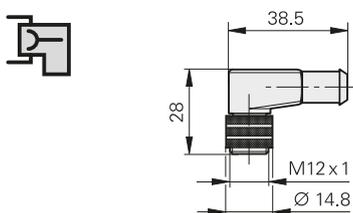
Informations générales

Connecteur avec gaine en plastique : connecteur avec écrou de raccordement ; disponible avec des contacts mâles ou femelles.

Symboles 

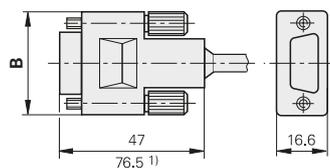


Prise coudée M12



Connecteur Sub-D : pour les commandes, les cartes de comptage et les cartes de valeurs absolues IK de HEIDENHAIN.

Symboles 



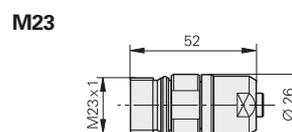
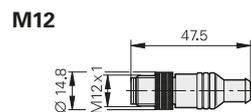
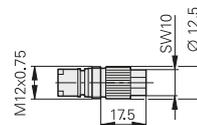
¹⁾ Avec l'électronique d'interface intégrée

Prise d'accouplement

avec gaine en plastique : Connecteur avec filetage extérieur ; disponible avec des contacts mâles ou femelles.

Symboles 

Sur le câble adaptateur



Le sens de **numérotation des plots** varie selon les connecteurs et les prises d'accouplement ou les embases, mais il est indépendant du fait que les contacts du connecteur soient

mâles



ou femelles.



Les connecteurs ont l'**indice de protection** IP67 à l'état connecté (connecteur Sub-D : IP50 ; RJ-45 : IP20 ; EN 60529). Aucune protection n'est assurée à l'état déconnecté.

Longueur maximale des câbles

La longueur de câble maximale possible dépend de la tension d'alimentation de l'électronique consécutive et des types de câble et d'interface utilisés. Dans la pratique, il est courant d'utiliser des câbles d'une longueur totale de 30 m, sans restrictions.

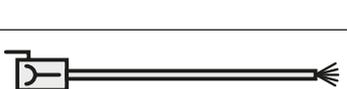
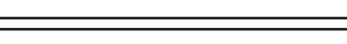


Informations complémentaires :

Catalogue *Câbles et connecteurs pour systèmes de mesure HEIDENHAIN*

Câble de liaison 1 V_{CC}

M23 12 plots

Câble de liaison PUR	[6(2 × 0,19 mm ²)] ; A _V = 0,19 mm ²		
Câble de liaison PUR	[4(2 × 0,14 mm ²) + (4 × 0,5 mm ²)] ; A _V = 0,5 mm ²	Ø 8 mm	Ø 6 mm ¹⁾
Câblage complet avec prise (femelle) et prise d'accouplement (mâle)		298401-xx	–
Câblage complet avec prise (femelle) et connecteur (mâle)		298399-xx	–
Câblage complet avec prise (femelle) et prise Sub-D (femelle) pour IK 220/ND 780		310199-xx	–
Câblage complet avec prise (femelle) et connecteur Sub-D (mâle) pour IK 115/IK 215/ND 280/ND 287/EIB 741		310196-xx	–
Câblé à une extrémité avec prise (femelle)		309777-xx	–
Câblage complet avec prise Sub-D (femelle) et connecteur M23 (mâle)		331693-xx	355215-xx
Câblé à une extrémité avec prise Sub-D (femelle)		332433-xx	355209-xx
Câblage complet avec prise Sub-D (femelle) et connecteur Sub-D (mâle)		335074-xx	355186-xx
Câblage complet avec prise Sub-D (femelle) et prise Sub-D (femelle) Brochage pour IK 220/ND 780		335077-xx	349687-xx
Câble sans prises		816317-xx	816323-xx
Câble de sortie pour ERP 880	PUR [4(2 × 0,05) + (4 × 0,14)] mm ² ; A _V = 0,14 mm ²	Ø 4,5 mm	
Câblé à une extrémité avec connecteur de platine 12 plots	 Longueur 1 m	372164-01	

¹⁾ Longueur de câble de 9 m max. pour Ø 6 mm
A_V : Section transversale des fils d'alimentation

Câbles de liaison EnDat

Câble de liaison PUR [(4 (2 × 0,09 mm ²)) ; A _v = 0,09 mm ²]			
Câble de liaison PUR [(4 × 0,14 mm ²) + (4 × 0,34 mm ²)] ; A _v = 0,34 mm ²		∅ 6 mm	∅ 3,7 mm ¹⁾
Câblage complet avec prise M12 (femelle) et prise d'accouplement M12 (mâle), 8 plots		1036372-xx	1118858-xx
Câblage complet avec prise coudée M12 (femelle) et prise d'accouplement M12 (mâle), 8 plots		1036386-xx	1118863-xx
Câblage complet avec prise M12 (femelle), 8 plots et connecteur Sub-D (mâle), 15 plots, pour PWM 20, EIB 74x etc.		1036526-xx	1118865-xx
Câblage complet avec prise coudée M12 (femelle), 8 plots et connecteur Sub-D (mâle), 15 plots, pour PWM 20, EIB 74x, etc.		1133855-xx	1118867-xx
Câblé à une extrémité avec prise M12 (femelle), 8 plots		1129581-xx	–
Câblé à une extrémité avec prise coudée (femelle), 8 plots		1133799-xx	–

¹⁾ Longueur totale maximale 6 m

A_v : Section transversale des fils d'alimentation

Câble de liaison Fanuc Mitsubishi

Fanuc

Câble de liaison PUR	$[4 \times (2 \times 0,09 \text{ mm}^2)] ; A_V = 0,09 \text{ mm}^2$		
Câble de liaison PUR	$[(4 \times 0,14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0,34 \text{ mm}^2)] ; A_V = 0,34 \text{ mm}^2$	Ø 6 mm	Ø 3,7 mm ¹⁾
Câblage complet avec prise M12 (femelle) et prise d'accouplement M12 (mâle), 8 plots		1036372-xx	1118858-xx
Câblage complet avec prise coudée M12 (femelle) et prise d'accouplement M12 (mâle), 8 plots		1036386-xx	1118863-xx
Câblage complet avec prise M12 (femelle), 8 plots et prise Fanuc (femelle)		1130952-xx	–
Câblé à une extrémité avec prise M12 (femelle), 8 plots		1129581-xx	–
Câblé à une extrémité avec prise coudée M12 (femelle), 8 plots		1133799-xx	–

¹⁾ Longueur totale maximale 6 m

A_V : Section transversale des fils d'alimentation

Mitsubishi

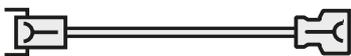
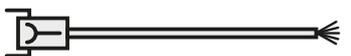
Câble de liaison PUR	$[(4 \times 0,14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0,34 \text{ mm}^2)] ; A_V = 0,34 \text{ mm}^2$	Ø 6 mm	Ø 3,7 mm ¹⁾
Câblage complet avec prise M12 (femelle) et prise d'accouplement M12 (mâle), 8 plots		1036372-xx	1118858-xx
Câblage complet avec prise coudée M12 (femelle) et prise d'accouplement M12 (mâle), 8 plots		1036386-xx	1118863-xx
Câblage complet avec prise M12 (femelle), 8 plots et connecteur Mitsubishi, 20 plots	 Mitsubishi 20 plots	1132594-xx	–
Câblage complet avec prise M12 (femelle), 8 plots et connecteur Mitsubishi, 10 plots	 Mitsubishi 10 plots	1132621-xx	–
Câblé à une extrémité avec prise M12 (femelle), 8 plots		1129581-xx	–
Câblé à une extrémité avec prise coudée M12 (femelle), 8 plots		1133799-xx	–

¹⁾ Longueur totale max. du câble : 6 m

A_V : Section transversale des fils d'alimentation

Câble de liaison Panasonic

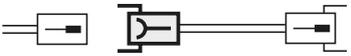
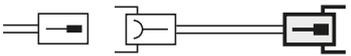
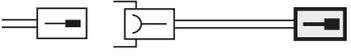
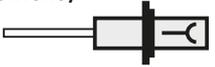
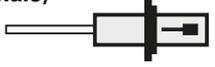
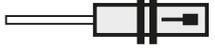
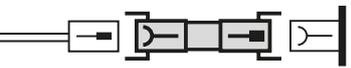
Panasonic

Câble de liaison PUR [4 × (2 × 0,09 mm ²)] ; A _V = 0,09 mm ²			
Câble de liaison PUR [(4 × 0,14 mm ²) + (4 × 0,34 mm ²)] ; A _V = 0,34 mm ²		Ø 6 mm	Ø 3,7 mm ¹⁾
Câblage complet avec prise M12 (femelle) et prise d'accouplement M12 (mâle), 8 plots		1036372-xx	1118858-xx
Câblage complet avec prise coudée M12 (femelle) et prise d'accouplement M12 (mâle), 8 plots		1036386-xx	1118863-xx
Câblage complet avec prise M12 (femelle), 8 plots et prise FANUC (femelle)		1160268-xx	–
Câblé à une extrémité avec prise M12 (femelle), 8 plots		1129581-xx	–
Câblé à une extrémité avec prise coudée M12 (femelle), 8 plots		1133799-xx	–

¹⁾ Longueur totale maximale 6 m

A_V : Section transversale des fils d'alimentation

Connecteurs

			M23 12 plots
Contre-prise du câble de liaison adaptée au connecteur de l'appareil	Prise (femelle)	pour câble Ø 8 mm	291697-05
			
Connecteur pour le raccordement à l'électronique consécutive	Connecteur (mâle)	pour câbles Ø 8 mm Ø 6 mm	291697-08 291697-07
			
Prise d'accouplement pour le câble de l'appareil ou le câble de liaison	Prise d'accouplement (mâle)	pour câbles Ø 3,7 mm Ø 4,5 mm Ø 6 mm Ø 8 mm	291698-14 291698-14 291698-03 291698-04
			
Embase à encastrer dans l'électronique consécutive	Embase (femelle)		315892-08
			
Prises d'accouplement encastrables	Avec bride (femelle)	Ø 6 mm Ø 8 mm	291698-17 291698-07
			
	Avec bride (mâle)	Ø 6 mm Ø 8 mm	291698-08 291698-31
			
	Avec fixation centrale (mâle)	Ø 6 mm à 10 mm	741045-01
			
Adaptateur $\sim 1V_{CC}/11\mu A_{CC}$ pour la conversion des signaux $1V_{CC}$ en signaux $11\mu A_{CC}$; prise M23 (femelle) 12 plots et connecteur M23 (mâle) 9 plots			364914-01

Equipements de diagnostic et de contrôle

Les systèmes de mesure HEIDENHAIN fournissent toutes les données utiles à la mise en service, à la surveillance et au diagnostic. Le type d'informations disponibles varie suivant qu'il s'agit d'un système de mesure absolue ou incrémentale et suivant le type d'interface utilisé.

Les systèmes de mesure incrémentale sont généralement dotés d'une interface 1 V_{CC}, TTL ou HTL. Les systèmes de mesure TTL et HTL surveillent l'amplitude des signaux à l'intérieur de l'appareil et génèrent un signal de perturbation simple. Pour les signaux 1 V_{CC}, seuls des appareils de contrôle externes ou les processus de calcul de l'électronique consécutive sont capables d'analyser les signaux de sortie (interface de diagnostic analogique).

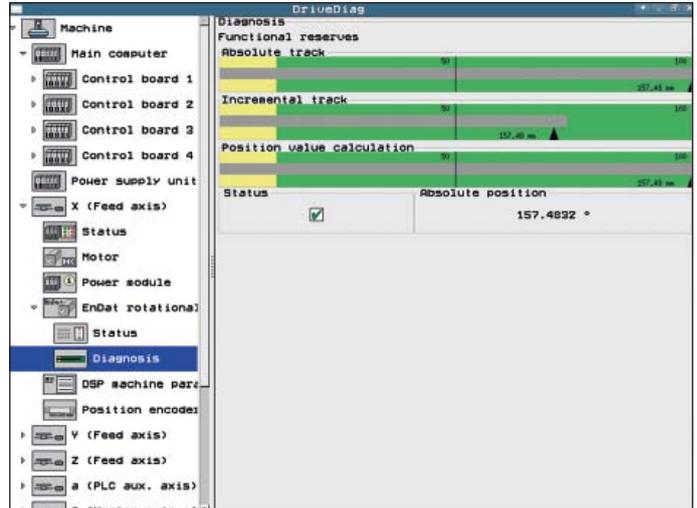
Les systèmes de mesure absolus fonctionnent avec la transmission de données série. Selon l'interface, des signaux incrémentaux de type 1 V_{CC} sont également émis. Les signaux sont complètement surveillés à l'intérieur de l'appareil. Le résultat de la surveillance (notamment pour les valeurs d'analyse) peut être transmis à l'électronique consécutive via l'interface série, parallèlement aux valeurs de position (interface de diagnostic numérique). Les informations suivantes sont alors disponibles :

- Message d'erreur : la valeur de position n'est pas fiable.
- Message d'avertissement : une limite de fonctionnement interne du système de mesure a été atteinte.
- Valeurs d'analyse :
 - Informations détaillées sur la réserve fonctionnelle du système de mesure.
 - Mise à l'échelle identique pour tous les systèmes de mesure HEIDENHAIN.
 - Exportation cyclique possible.

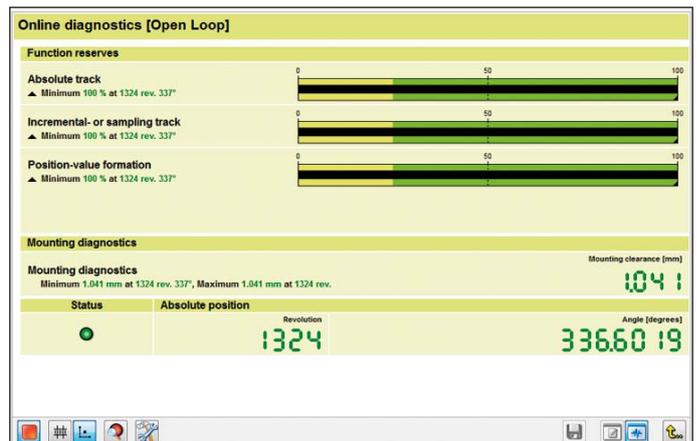
L'électronique consécutive est ainsi capable d'évaluer facilement l'état actuel du système de mesure, même en boucle d'asservissement fermée.

Pour l'analyse des systèmes de mesure, HEIDENHAIN propose les appareils de contrôle PWM et les appareils de test PWT. Suivant la manière dont ces appareils sont reliés, on distingue deux types de diagnostic :

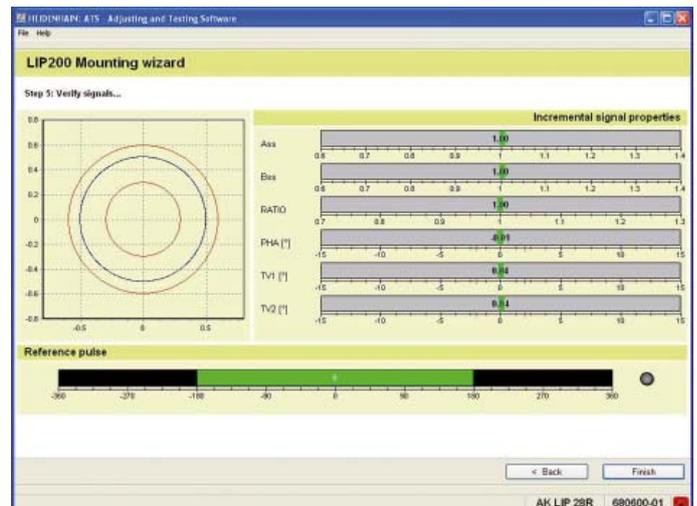
- Le diagnostic des systèmes de mesure : le système de mesure est directement raccordé à l'appareil de contrôle ou de test, permettant ainsi une analyse détaillée des fonctions du système de mesure.
- Le diagnostic dans la boucle d'asservissement : l'appareil de contrôle PWM est intégré à la boucle d'asservissement fermée (éventuellement via un adaptateur de contrôle adapté), permettant ainsi un diagnostic en temps réel de la machine ou de l'installation pendant son fonctionnement. Les fonctions disponibles dépendent de l'interface.



Diagnostic en mode Boucle fermée sur des commandes HEIDENHAIN avec affichage de la valeur d'évaluation ou des signaux analogiques du système de mesure



Diagnostic avec le PWM 20 et le logiciel ATS



Mise en service avec le PWM 20 et le logiciel ATS

PWM 21

Le phasemètre PWM 21, fourni avec le logiciel de réglage et de contrôle ATS, permet de diagnostiquer et d'ajuster les systèmes de mesure HEIDENHAIN.



	PWM 21
Entrée de système de mesure	<ul style="list-style-type: none"> • EnDat 2.1 ou EnDat 2.2 (valeur absolue avec ou sans signaux incrémentaux) • DRIVE-CLiQ • Fanuc Serial Interface • Mitsubishi High Speed Interface • Yaskawa Serial Interface • SSI • 1 V_{CC}/TTL/11 μA_{CC}
Interface	USB 2.0
Alimentation en tension	100 V à 240 V CA ou 24 V CC
Dimensions	258 mm x 154 mm x 55 mm

	ATS
Langues	Anglais et allemand, au choix
Fonctions	<ul style="list-style-type: none"> • Affichage des positions • Dialogue de connexion • Diagnostic • Assistant de montage pour EBI/ECI/EQI, LIP 200, LIC 4000 et autres • Fonctions auxiliaires (si supportées par le système de mesure) • Contenus de la mémoire
Conditions requises ou recommandées pour le système	PC (processeur double cœur ; > 2 GHz) Mémoire vive > 2 Go Système d'exploitation Windows XP, Vista, 7, 8 et 10 (32 bits/64 bits) 500 Mo libres sur disque dur

DRIVE-CLiQ est une marque déposée de Siemens AG.

PWT 100

Le PWT 100 est un appareil de test pour le contrôle fonctionnel et le réglage des systèmes de mesure incrémentaux et absolus de HEIDENHAIN. Les dimensions compactes et la structure robuste du PWT 100 en font un appareil particulièrement adapté à une application mobile.



	PWT 100
Entrée de système de mesure	uniquement pour les syst. de mesure HEIDENHAIN <ul style="list-style-type: none"> • EnDat • Fanuc Serial Interface • Mitsubishi High Speed Interface • Panasonic Serial Interface • Yaskawa Serial Interface • 1 V_{CC} • 11 μA_{CC} • TTL
Affichage	Écran plat couleur 4,3" (écran tactile)
Alimentation en tension	24 V CC Consommation en puissance max. 15 W
Température de service	0 °C à 40 °C
Indice de protection	IP20 EN 60529
Dimensions	Env. 145 mm x 85 mm x 35 mm

L'électronique d'adaptation **APE 381** est nécessaire pour connecter les PWM/PWT aux systèmes de mesure avec compensation d'erreur du signal. L'APE 381 désactive la compensation d'erreur du signal (intégrée dans la tête captrice) pour permettre d'évaluer les signaux de sortie $1 V_{CC}$ non compensés du système de mesure .



	APE 381
Entrée de système de mesure	$\sim 1 V_{CC}$ (signaux en boucle fermée)
Forme	Câblage avec connecteur Sub-D
Fonction	Désactivation de la compensation d'erreur du signal intégrée dans la tête captrice
Alimentation en tension	Via l'électronique consécutive

Electroniques d'interface

Les électroniques d'interface de HEIDENHAIN adaptent les signaux des systèmes de mesure à l'interface de l'électronique consécutive. Elles sont donc mises en œuvre lorsque l'électronique consécutive ne peut pas traiter directement les signaux de sortie des systèmes de mesure HEIDENHAIN ou bien encore si une interpolation des signaux est nécessaire.

Signaux en entrée de l'électronique d'interface

Les électroniques d'interface HEIDENHAIN peuvent être connectées aux systèmes de mesure délivrant des signaux sinusoïdaux $1 V_{CC}$ (signaux de tension) ou $11 \mu A_{CC}$ (signaux de courant). Il est également possible de raccorder des systèmes de mesure avec interface série EnDat ou SSI à plusieurs de ces électroniques d'interface.

Signaux de sortie de l'électronique d'interface

Les électroniques d'interface sont disponibles avec les interfaces de sortie suivantes vers l'électronique consécutive :

- Trains d'impulsions rectangulaires TTL
- EnDat 2.2
- DRIVE-CLiQ
- FANUC Serial Interface
- Mitsubishi High Speed Interface
- Yaskawa Serial Interface
- Profibus

Interpolation des signaux d'entrée sinusoïdaux

Dans l'électronique d'interface, les signaux sinusoïdaux des systèmes de mesure sont non seulement convertis mais aussi interpolés. Il en résulte alors des pas de mesure plus fins, ce qui accroît la qualité d'asservissement et la précision de positionnement.

Formation d'une valeur de position

Certaines électroniques d'interface disposent d'une fonction de comptage intégrée. Une valeur de position absolue est obtenue à partir du dernier point de référence défini dès lors que la marque de référence a été franchie. Elle est ensuite transmise à l'électronique consécutive.

Boîtier



Câblage



Platine



Matériel à monter sur rail DIN



Sorties		Entrées		Forme – Indice de prot.	Interpolation ¹⁾ ou subdivision	Type	
Interface	Nombre	Interface	Nombre				
□ TTL	1	~ 1 V _{CC}	1	Boîtier – IP65	x5/x10	IBV 101	
					x20/x25/x50/x100	IBV 102	
					sans interpolation	IBV 600	
					x25/x50/x100/x200/x400	IBV 660B	
				Câblage – IP40	x5/x10/x20/x25/x50/x100	APE 371	
				Platine à intégrer – IP00	x5/x10	IDP 181	
		x20/x25/x50/x100	IDP 182				
		~ 11 μA _{CC}	1	Boîtier – IP65	x5/x10	x20/x25/x50/x100	EXE 102
						sans/x5	EXE 602E
						x25/x50/x100/x200/x400	EXE 660B
Platine à intégrer – IP00	x5					IDP 101	
□ TTL/ ~ 1 V _{CC} réglable	2				~ 1 V _{CC}	1	Boîtier – IP65
		x5/x10	IBV 6172				
		x5/x10 et x20/x25/x50/x100	IBV 6272				
EnDat 2.2	1	~ 1 V _{CC}	1	Boîtier – IP65	≤ subdivision x16 384	EIB 192	
				Câblage – IP40	≤ subdivision x16384	EIB 392	
			2	Boîtier – IP65	≤ subdivision x16 384	EIB 1512	
DRIVE-CLiQ	1	EnDat 2.2	1	Boîtier – IP65	–	EIB 2391S	
Fanuc Serial Interface	1	~ 1 V _{CC}	1	Boîtier – IP65	≤ subdivision x16 384	EIB 192F	
				Câblage – IP40	≤ subdivision x16384	EIB 392F	
			2	Boîtier – IP65	≤ subdivision x16384	EIB 1592F	
Mitsubishi High Speed Interface	1	~ 1 V _{CC}	1	Boîtier – IP65	≤ subdivision x16384	EIB 192M	
				Câblage – IP40	≤ subdivision x16384	EIB 392M	
			2	Boîtier – IP65	≤ subdivision x16384	EIB 1592M	
Yaskawa Serial Interface	1	EnDat 2.2 ²⁾	1	Câblage – IP40	–	EIB 3391Y	
PROFIBUS DP	1	EnDat 2.1; EnDat 2.2	1	Matériel à monter sur rail DIN	–	Gateway PROFIBUS	

¹⁾ Commutable

²⁾ Uniquement pour les LIC 4100 avec un pas de mesure de 5 nm et pour les LIC 2100 avec un pas de mesure de 50 nm ou 100 nm

Electroniques d'exploitation

pour opérations de mesure et de contrôle

Les électroniques d'exploitation de HEIDENHAIN qui sont destinées à des applications de métrologie acquièrent les valeurs de mesure et les traitent de manière intelligente, spécifiquement à l'application. Utilisées dans de nombreuses applications de métrologie, on les trouve aussi bien sur des postes de mesure simples que sur des postes de contrôle multi-mesures complexes.

Les interfaces des électroniques d'exploitation sont compatibles avec divers signaux de systèmes de mesure. Certaines électroniques se distinguent par leur écran d'affichage, ce qui leur permet de fonctionner de manière autonome, tandis que d'autres nécessitent un PC.

Le tableau ci-contre dresse la liste des électroniques d'exploitation qui sont utilisées pour des tâches de mesure et de contrôle. Pour plus d'informations à ce sujet et pour en savoir plus sur d'autres électroniques d'exploitation destinées aux mesures 2D et 3D, consulter le site internet www.heidenhain.fr ou le catalogue *Électroniques d'exploitation pour applications de métrologie*.

Grâce à leurs cycles pratiques, les visualisations de cotes HEIDENHAIN **pour machines-outils conventionnelles assistent l'opérateur pendant les opérations de fraisage, perçage et tournage**. Vous retrouverez ces visualisations de cotes sur le site internet www.heidenhain.fr ou dans le catalogue *Visualisations de cotes/Systèmes de mesure linéaire pour machines-outils conventionnelles*.



Appareil avec écran d'affichage intégré –
par ex. ND 2100 G GAGE-CHEK



Version modulaire – MSE 1000



Version pour table – EIB 700



Version encastrable – IK 220

ND 200

Electronique d'exploitation pour :

- Equipements de mesure
- Equipements de réglage et de contrôle
- Postes de contrôle SPC

ND 1100 QUADRA-CHEK

Electronique d'exploitation pour :

- Equipements de positionnement
- Dispositifs de mesure

ND 2100 G GAGE-CHEK

Electronique d'exploitation pour :

- Centrales multi-mesures
- Postes de contrôle SPC

MSE 1000

Electronique d'exploitation modulaire pour :

- Centrales multi-mesures
- Postes de contrôle SPC

EIB 700

Electronique d'exploitation pour :

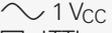
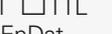
- Postes de contrôle
- Centrales multi-mesures
- Acquisition mobile de données

IK 220

Electronique d'exploitation à encastrer dans un PC via une interface PCI pour :

- Postes de mesure et de contrôle

¹⁾ En option sur le ND 287

Fonctions	Entrées		Interpolation ou subdivision	Sorties	Modèle
	Interface	Nombre			
–	 1 V _{CC} 11 μA _{CC} EnDat	1	4096 fois	V-24/RS-232-C USB Ethernet ¹⁾	ND 280
<ul style="list-style-type: none"> Fonctions de métrologie et statistiques (classification, séries de mesures, SPC) Deuxième système de mesure¹⁾ pour l'affichage de somme/différence, compensation de température 		Jusqu'à 2			ND 287
<ul style="list-style-type: none"> Séries de mesures avec acquisition des valeurs minimum/maximum Port pour palpeur 3D 	 1 V _{CC}  TTL	2	x10 (avec 1 V _{CC})	V-24/RS-232-C USB	ND 1102
		3			ND 1103
		4			ND 1104
<ul style="list-style-type: none"> Programmation de 100 pièces max. Représentation graphique des résultats de mesure Classification selon des limites de tolérance et d'avertissement Séries de mesure avec acquisition du minimum/maximum Programmation de formules et d'opérateurs relationnels Fonctions pour le contrôle statistique des procédés (SPC) 	 1 V _{CC}  TTL EnDat	4	x10 (à 1 V _{CC})	V-24/RS-232-C USB	ND 2104 G
		8			ND 2108 G
<ul style="list-style-type: none"> Structure modulaire Configuration libre Interfaces diverses Communication rapide avec le calculateur de supervision Sorties universelles 	 1 V _{CC}  TTL EnDat Analogique	Jusqu'à 250	x4096	Ethernet	MSE 1000
<ul style="list-style-type: none"> Mesure précise des positions avec une fréquence d'actualisation pouvant atteindre 50 kHz Entrées des valeurs de mesure programmables Déclencheurs (trigger) internes et externes de valeurs de mesure Mémoire pour typ. jusqu'à 250 000 valeurs de mesure par canal Liaison aux calculateurs de supervision par Ethernet standard 	 1 V _{CC}	4	x4096	Ethernet	EIB 741 EIB 742
<ul style="list-style-type: none"> Entrées des valeurs de mesure programmables Déclencheurs (trigger) internes et externes de valeurs de mesure Mémoire pour 8192 valeurs de mesure par canal Modules optionnels pour sorties de systèmes de mesure et entrées/sorties externes 	 1 V _{CC} 11 μA _{CC} EnDat SSI	2	x4096	Bus PCI	IK 220

Informations complémentaires

La société DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH développe et fabrique des systèmes de mesure linéaire et angulaire, des capteurs rotatifs, des visualisations de cotes, des systèmes de palpage et des commandes numériques. Les clients de HEIDENHAIN sont des constructeurs de machines-outils et des constructeurs de machines et d'installations automatisées, qui sont notamment destinées à l'industrie des semi-conducteurs et de l'électronique.

HEIDENHAIN dans le monde

La société HEIDENHAIN est représentée dans tous les pays industrialisés – le plus souvent par l'intermédiaire de ses filiales. Ses ingénieurs technico-commerciaux et ses techniciens fournissent conseils et assistance aux utilisateurs sur site.

HEIDENHAIN sur Internet

Sur le site www.heidenhain.fr, vous trouverez nos catalogues, disponibles en plusieurs langues, mais aussi beaucoup d'autres informations d'actualité sur l'entreprise et ses produits. Vous y trouverez également :

- des articles spécialisés
- des communiqués de presse
- des adresses
- le calendrier des formations TNC

Mesure linéaire



Catalogue
Systèmes de mesure linéaire
pour machines-outils à commande numérique

Contenu :
Systèmes de mesure linéaire absolus
LC
Systèmes de mesure linéaire incrémentaux
LB, LF, LS



Catalogue
Palpeurs de mesure

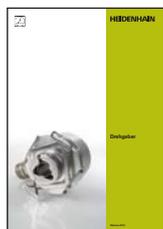
Contenu :
ACANTO HEIDENHAIN
SPECTO HEIDENHAIN
METRO HEIDENHAIN
CERTO HEIDENHAIN



Catalogue
Systèmes de mesure linéaire à règle nue

Contenu :
Systèmes de mesure linéaire absolus
LIC
Systèmes de mesure linéaire incrémentaux
LIP, PP, LIF, LIDA

Mesure angulaire



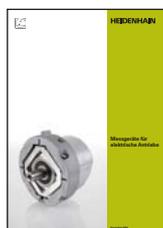
Catalogue
Capteurs rotatifs

Contenu :
Capteurs rotatifs absolus
ECN, EQN, ROC, ROQ
Capteurs rotatifs incrémentaux
ERN, ROD



Catalogue
Systèmes de mesure angulaire avec roulement intégré

Contenu :
Systèmes de mesure angulaire absolus
RCN, ECN
Systèmes de mesure angulaire incrémentaux
RON, RPN, ROD



Catalogue
Systèmes de mesure pour entraînements électriques

Contenu :
Capteurs rotatifs
Systèmes de mesure angulaire
Systèmes de mesure linéaire



Catalogue
Systèmes de mesure angulaire modulaires à balayage magnétique

Contenu :
Systèmes de mesure incrémentaux
ERM

Commandes numériques pour machines-outils



Catalogues
Commande paraxiale TNC 128
Commande de contournage TNC 320
Commande de contournage iTNC 530
Commande de contournage TNC 620
Commande de contournage TNC 640

Contenu :
 Informations destinées à l'utilisateur



Catalogues OEM
Commande paraxiale TNC 128
Commande de contournage TNC 320
Commande de contournage iTNC 530
Commande de contournage TNC 620
Commande de contournage TNC 640

Contenu :
 Informations destinées aux constructeurs de machines



Catalogues
Commande de contournage MANUALplus 620
Commande de contournage CNC PILOT 640

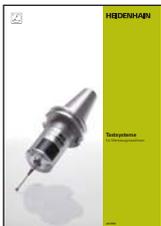
Contenu :
 Informations destinées à l'utilisateur



Catalogues OEM
Commande de contournage MANUALplus 620
Commande de contournage CNC PILOT 640

Contenu :
 Informations destinées aux constructeurs de machines

Dégauchissage et étalonnage



Catalogue
Palpeurs

Contenu :
 Palpeurs d'outils
TT, TL
 Palpeurs de pièces
TS



Catalogue
Systèmes de mesure pour la réception et le contrôle des machines-outils

Contenu :
 Systèmes de mesure linéaire incrémentaux
KGM, VM



Catalogue
Electroniques d'exploitation pour applications de métrologie

Contenu :
ND 100, ND 287, ND 1100, ND 1200, ND 1300, ND 1400, QUADRA-CHEK 3000, ND 2100 G, MSE 1000, EIB 700, IK 220, IK 5000



Catalogue
Visualisations de cotes/Systèmes de mesure linéaire pour machines-outils conventionnelles

Contenu :
 Visualisations de cotes
ND 280, ND 500, ND 700, POSITIP, ND 1200R
 Systèmes de mesure linéaire
LS 300, LS 600



Présentation des produits
Electroniques d'interface



Information produit
QUADRA-CHEK 3000

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut, Germany

☎ +49 8669 31-0

FAX +49 8669 32-5061

E-mail: info@heidenhain.de

www.heidenhain.de

Vollständige und weitere Adressen siehe www.heidenhain.de
For complete and further addresses see www.heidenhain.de

DE	HEIDENHAIN Vertrieb Deutschland 83301 Traunreut, Deutschland ☎ 08669 31-3132 FAX 08669 32-3132 E-Mail: hd@heidenhain.de	ES	FARRESA ELECTRONICA S.A. 08028 Barcelona, Spain www.farresa.es	PH	MACHINEBANKS' CORPORATION Quezon City, Philippines 1113 E-mail: info@machinebanks.com
	HEIDENHAIN Technisches Büro Nord 12681 Berlin, Deutschland ☎ 030 54705-240	FI	HEIDENHAIN Scandinavia AB 01740 Vantaa, Finland www.heidenhain.fi	PL	APS 02-384 Warszawa, Poland www.heidenhain.pl
	HEIDENHAIN Technisches Büro Mitte 07751 Jena, Deutschland ☎ 03641 4728-250	FR	HEIDENHAIN FRANCE sarl 92310 Sèvres, France www.heidenhain.fr	PT	FARRESA ELECTRÓNICA, LDA. 4470 - 177 Maia, Portugal www.farresa.pt
	HEIDENHAIN Technisches Büro West 44379 Dortmund, Deutschland ☎ 0231 618083-0	GB	HEIDENHAIN (G.B.) Limited Burgess Hill RH15 9RD, United Kingdom www.heidenhain.co.uk	RO	HEIDENHAIN Reprezentantă Romania Braşov, 500407, Romania www.heidenhain.ro
	HEIDENHAIN Technisches Büro Südwest 70771 Leinfelden-Echterdingen, Deutschland ☎ 0711 993395-0	GR	MB Milionis Vassilis 17341 Athens, Greece www.heidenhain.gr	RS	Serbia → BG
	HEIDENHAIN Technisches Büro Südost 83301 Traunreut, Deutschland ☎ 08669 31-1345	HK	HEIDENHAIN LTD Kowloon, Hong Kong E-mail: sales@heidenhain.com.hk	RU	OOO HEIDENHAIN 115172 Moscow, Russia www.heidenhain.ru
		HR	Croatia → SL	SE	HEIDENHAIN Scandinavia AB 12739 Skärholmen, Sweden www.heidenhain.se
		HU	HEIDENHAIN Kereskedelmi Képviselet 1239 Budapest, Hungary www.heidenhain.hu	SG	HEIDENHAIN PACIFIC PTE LTD Singapore 408593 www.heidenhain.com.sg
AR	NAKASE SRL. B1653AOX Villa Ballester, Argentina www.heidenhain.com.ar	ID	PT Servitama Era Toolsindo Jakarta 13930, Indonesia E-mail: ptset@group.gts.co.id	SK	KOPRETINA TN s.r.o. 91101 Trenčín, Slovakia www.kopretina.sk
AT	HEIDENHAIN Techn. Büro Österreich 83301 Traunreut, Germany www.heidenhain.de	IL	NEUMO VARGUS MARKETING LTD. Holon, 58859, Israel E-mail: neumo@neumo-vargus.co.il	SL	NAVO d.o.o. 2000 Maribor, Slovenia www.heidenhain.si
AU	FCR MOTION TECHNOLOGY PTY LTD Laverton North Victoria 3026, Australia E-mail: sales@fcrmotion.com	IN	HEIDENHAIN Optics & Electronics India Private Limited Chetpet, Chennai 600 031, India www.heidenhain.in	TH	HEIDENHAIN (THAILAND) LTD Bangkok 10250, Thailand www.heidenhain.co.th
BE	HEIDENHAIN NV/SA 1760 Roosdaal, Belgium www.heidenhain.be	IT	HEIDENHAIN ITALIANA S.r.l. 20128 Milano, Italy www.heidenhain.it	TR	T&M Mühendislik San. ve Tic. LTD. ŞTİ. 34775 Y. Dudullu – Umraniye-Istanbul, Turkey www.heidenhain.com.tr
BG	ESD Bulgaria Ltd. Sofia 1172, Bulgaria www.esd.bg	JP	HEIDENHAIN K.K. Tokyo 102-0083, Japan www.heidenhain.co.jp	TW	HEIDENHAIN Co., Ltd. Taichung 40768, Taiwan R.O.C. www.heidenhain.com.tw
BR	HEIDENHAIN Brasil Ltda. 04763-070 – São Paulo – SP, Brazil www.heidenhain.com.br	KR	HEIDENHAIN Korea LTD. Gasan-Dong, Seoul, Korea 153-782 www.heidenhain.co.kr	UA	Gertner Service GmbH Büro Kiev 02094 Kiev, Ukraine www.heidenhain.ua
BY	GERTNER Service GmbH 220026 Minsk, Belarus www.heidenhain.by	MX	HEIDENHAIN CORPORATION MEXICO 20290 Aguascalientes, AGS., Mexico E-mail: info@heidenhain.com	US	HEIDENHAIN CORPORATION Schaumburg, IL 60173-5337, USA www.heidenhain.com
CA	HEIDENHAIN CORPORATION Mississauga, Ontario L5T2N2, Canada www.heidenhain.com	MY	ISOSERVE SDN. BHD. 43200 Balakong, Selangor E-mail: sales@isoserve.com.my	VE	Maquinaria Diekmann S.A. Caracas, 1040-A, Venezuela E-mail: purchase@diekmann.com.ve
CH	HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG 8603 Schwerzenbach, Switzerland www.heidenhain.ch	NL	HEIDENHAIN NEDERLAND B.V. 6716 BM Ede, Netherlands www.heidenhain.nl	VN	AMS Co. Ltd HCM City, Vietnam E-mail: davidgoh@amsvn.com
CN	DR. JOHANNES HEIDENHAIN (CHINA) Co., Ltd. Beijing 101312, China www.heidenhain.com.cn	NO	HEIDENHAIN Scandinavia AB 7300 Orkanger, Norway www.heidenhain.no	ZA	MAFEMA SALES SERVICES C.C. Midrand 1685, South Africa www.heidenhain.co.za
CZ	HEIDENHAIN s.r.o. 102 00 Praha 10, Czech Republic www.heidenhain.cz	NZ	Llama ENGINEERING Ltd 5012 Wellington, New Zealand E-mail: info@llamaengineering.co.nz		
DK	TPTEKNIK A/S 2670 Greve, Denmark www.tp-gruppen.dk				

