



HEIDENHAIN



**Modules de
mesure angulaire**

Septembre 2015

Modules de mesure angulaire

Les modules de mesure angulaire HEIDENHAIN combinent un système de mesure angulaire et un palier de haute précision qui sont ajustés entre eux de manière optimale. Ils se caractérisent par une haute précision de mesure et de roulement, une excellente résolution et une répétabilité inégalée. Le faible couple requis au démarrage garantit des déplacements uniformes. Conçus comme des unités composites dont les propriétés sont spécifiées et contrôlées, les modules de mesure angulaire sont faciles à monter et à utiliser.

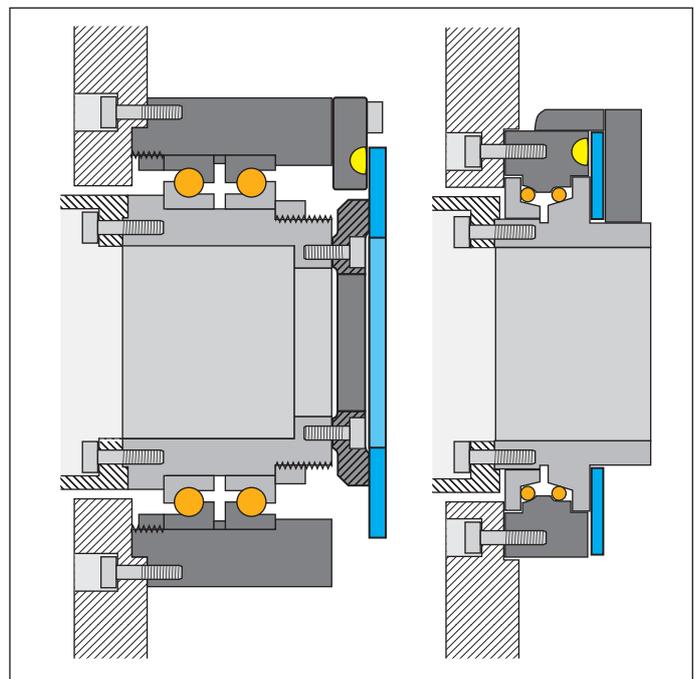
Structure

La société HEIDENHAIN fabriquant elle-même aussi bien le palier que le système de mesure, ces deux composants sont parfaitement intégrés. Comparés à des solutions conventionnelles, les modules de mesure angulaire comptent moins de composants et donc moins de points d'assemblage, ce qui explique leur petite taille, leur rigidité et leur très faible hauteur. Actuellement, les modules de mesure angulaire sont proposés avec un arbre creux de 35 mm ou de 100 mm.

Propriétés

Les **paliers à roulement** utilisés sont spécialement adaptés aux exigences des axes rotatifs de haute précision. Ils se caractérisent par une précision de guidage très élevée, une grande rigidité, de faibles couples au démarrage et des couples continus uniformes. Parallèlement, HEIDENHAIN a fait en sorte qu'ils soient le plus légers et le plus compacts possible. Les vitesses de rotation et capacités de charge élevées ne sont pas de première importance.

Les **systèmes de mesure** répondent aux exigences des applications de métrologie. La priorité a été donnée à une solution de résolution très élevée témoignant d'une excellente qualité de signaux et d'une répétabilité optimale – même en cas de variation de la température d'utilisation. Des systèmes de mesure absolue ou incrémentale peuvent être mis en œuvre selon l'application.



Axe de précision de configuration conventionnelle comparé à une solution avec module de mesure angulaire HEIDENHAIN

Avantages

Les modules de mesure angulaire combinent un palier et un système de mesure. HEIDENHAIN monte, règle et ajuste ces deux composants. Ainsi, les propriétés des modules de mesure angulaire sont définies et testées en fonction des spécifications souhaitées par le client. Les points d'assemblage très faciles à réaliser simplifient le travail de montage et garantissent la précision spécifiée dans le cadre de l'application. Les opérations très complexes pour ajuster les différents composants entre eux et dans l'environnement de la machine deviennent superflues, tout autant que les contrôles laborieux.

Précision de guidage reproductible, une propriété essentielle du palier

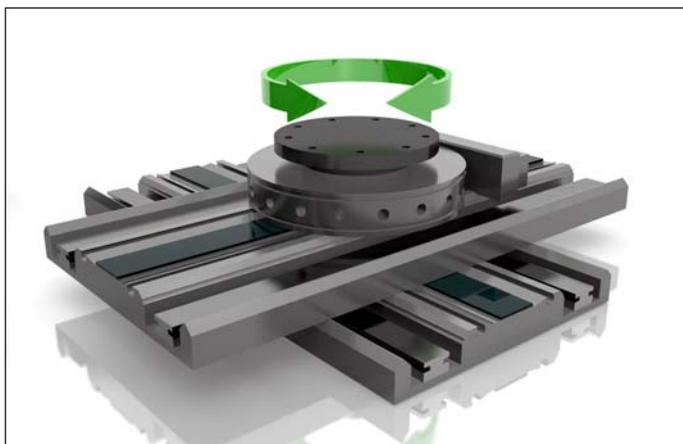
Il ne fait aucun doute que la précision de guidage absolue d'un palier à air sans charge est, dans de nombreux cas, meilleure que celle d'un palier à roulement. Cependant, dans de nombreuses applications, la **précision de guidage reproductible** du palier est déterminante et doit donc être la meilleure possible. Vu sous cet angle, les modules de mesure angulaire constituent une alternative aux axes avec paliers à air car la répétabilité des paliers à roulement HEIDENHAIN est comparable à la précision de guidage des paliers à air. Par ailleurs, la rigidité des paliers à roulement HEIDENHAIN est supérieure à celle des paliers à air de même taille, au moins selon le facteur 10. **Ils constituent ainsi la solution la plus précise pour les axes soumis à des charges.** Il convient de souligner que les paliers à roulement sont généralement moins sensibles aux charges d'impact et ne requièrent pas d'alimentation d'air contrôlée – ils sont tout simplement plus robustes et plus faciles à utiliser.

Domaines d'application

Conçus pour des vitesses de rotation faibles à moyennes et des charges moyennes, les modules de mesure angulaire garantissent une (très) haute précision de roulement et une répétabilité maximale. Ils répondent aux exigences spéciales de la technique de mesure. Les modules de mesure angulaire sont donc typiquement utilisés dans les applications de métrologie, comme les lasers de poursuite, les plateaux circulaires de haute précision sur les machines de mesure ou les automates de manipulation des wafers dans l'industrie électronique. Ils peuvent également être mis en œuvre sur des machines-outils – partout où les charges sont faibles, p. ex. sur les machines d'électro-érosion ou dans la fabrication de micro-précision.

Solutions adaptées aux applications

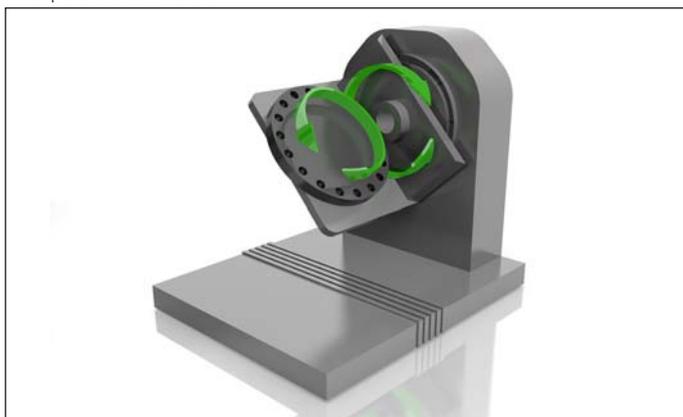
Les séries MRP 5000 et MRP 8000 décrites dans ce catalogue de présentation des produits peuvent servir de base pour être modifiées et adaptées aux besoins spécifiques des clients. Il est en effet possible de jouer sur les conditions de montage mécanique, d'adapter le palier en fonction des exigences spécifiques de l'application (pré-tension, lubrification, angle de contact, matériaux...) et de modifier le type du support de mesure, tout comme l'interface électrique vers l'électronique consécutive.



Manipulation de wafers



Plateaux circulaires de haute précision



Systèmes de pivotement compacts



Laser de poursuite

Modules de mesure angulaire

Précision de mesure et de roulement

La précision des modules de mesure angulaire HEIDENHAIN résulte de la précision de mesure des systèmes de mesure angulaire et de la précision des paliers à roulement. Comme expliqué à la page précédente, la précision reproductible du module de mesure angulaire – en tant qu'unité composite – peut correspondre à celle d'un palier à air.

HEIDENHAIN tient compte de la précision de mesure et de la précision de roulement pour juger de la qualité d'un module de mesure angulaire.

Précision de mesure

La précision de mesure du système de mesure angulaire dépend avant tout de la précision du système et de la répétabilité – deux facteurs déterminants pour les spécifications du module de mesure angulaire.

La **précision du système** de mesure angulaire indique les erreurs de position sur une rotation. Elle est valable sur toute la plage de la charge centrée spécifiée.

Il faut faire la distinction entre la répétabilité unidirectionnelle et bidirectionnelle. La **répétabilité unidirectionnelle** vaut pour un nombre quelconque de tours, à condition que le sens de rotation ne change pas pendant la mesure. Différents points sont abordés à plusieurs reprises de manière à calculer l'écart maximal des points les uns par rapport aux autres. L'évaluation se fait alors en comparant avec un système de mesure de référence.

Pour calculer la **répétabilité bidirectionnelle**, il faut changer le sens de rotation pendant la mesure. Les points sont systématiquement abordés à partir de l'un, puis de l'autre côté, selon la procédure dite "pas à pas". C'est ainsi qu'est calculé l'écart maximal des points de mesure entre eux. Le positionnement se fait avec un système de mesure de référence.

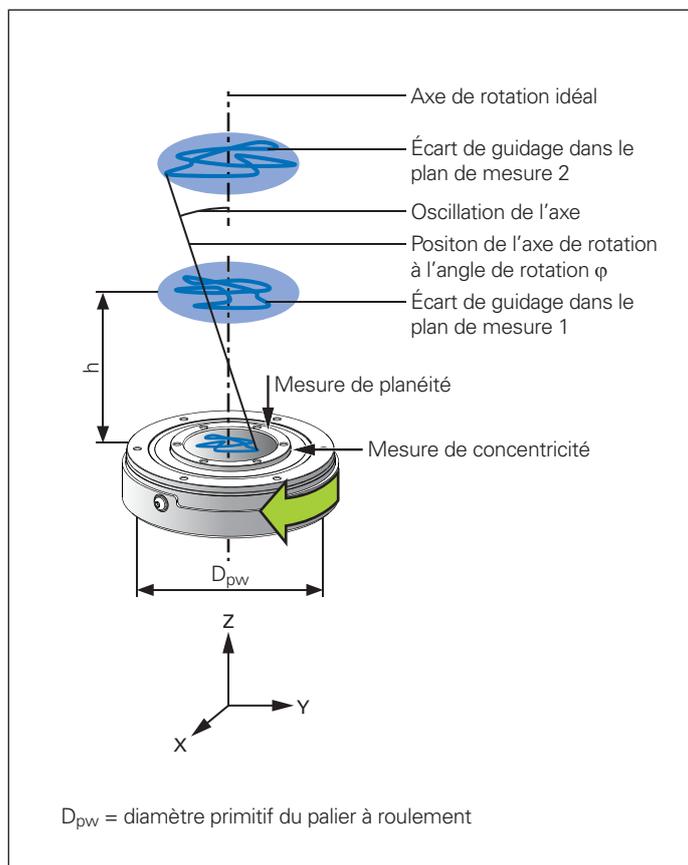
L'écart absolu par rapport à la référence est indispensable pour ces deux données, sans être le but de la mesure.

Précision de roulement

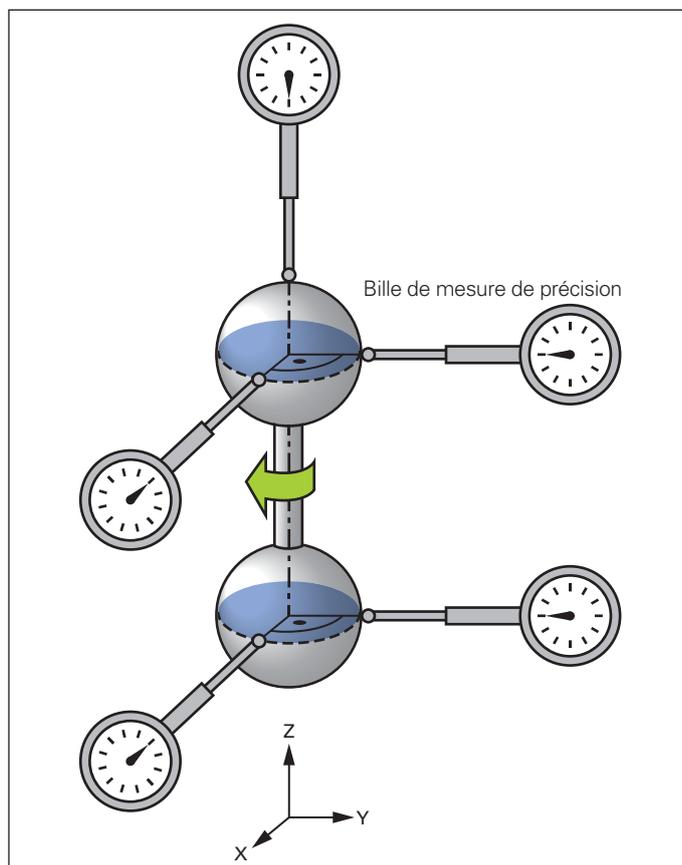
Pour juger de la précision de roulement – et non de la concentricité souvent mentionnée – c'est la précision de guidage du palier qui est décisive. Celle-ci indique l'écart entre l'axe de rotation effectif et l'axe de rotation nominal (idéal) du palier. On calcule pour cela la précision de guidage axial et radial du palier, ainsi que l'oscillation.

La **précision de guidage** est mesurée avec un étalon, p. ex. une bille en céramique d'une circularité connue. Le centre de la bille est positionné à la verticale au-dessus du centre de la trajectoire parcourue par le palier en tenant compte d'une distance définie. En temps normal, cette distance est égale au diamètre primitif D_{pw} du palier de manière à pouvoir standardiser la mesure.

La **précision de guidage radial** est mesurée à l'aide de deux palpeurs. Tous les deux sont positionnés à la hauteur du centre de la bille selon un angle de 90° . Lorsque le palier est en rotation, ils mesurent respectivement l'écart dans le sens radial de la bille dans les sens X et Y. La précision de guidage radial dépend de la distance par rapport au plan du palier. Aussi est-il judicieux



Variables mesurées et points de mesure sur un palier à roulement (schéma)



Mesure de la précision de guidage axial et radial effectuée avec cinq palpeurs

d'effectuer la mesure à différentes distances du plan du palier. La mesure se fait sur un nombre défini de rotations. La valeur obtenue correspond à l'écart entre l'axe de rotation effectif et l'axe de rotation nominal (idéal) pour chaque angle de rotation du palier. L'erreur d'alignement de la bille par rapport à l'axe idéal du palier ainsi que l'imprécision de la bille sont déduites par calcul du résultat.

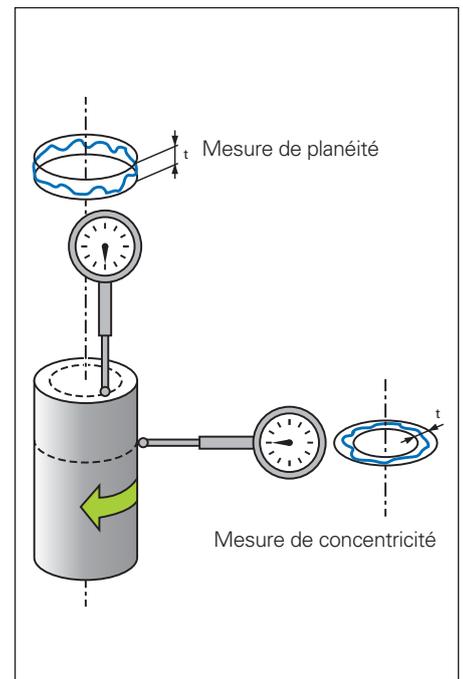
Cette analyse fournit des valeurs qui contiennent des erreurs récurrentes (donc reproductibles) et aléatoires (donc non reproductibles). Les mesures étant effectuées sur plusieurs rotations, les erreurs reproductibles peuvent toujours être distinguées des erreurs non reproductibles. Au final, cette procédure permet de se prononcer sur les deux composantes de la précision de guidage et d'obtenir des informations précises, exemptes de tout facteur externe, sur la qualité réelle du palier.

La **précision de guidage axial** est mesurée à l'aide d'un palpeur qui est centré au-dessus de la bille. Il enregistre les mouvements ascendants et descendants de la bille dans le sens de l'axe Z alors que le palier est en rotation.

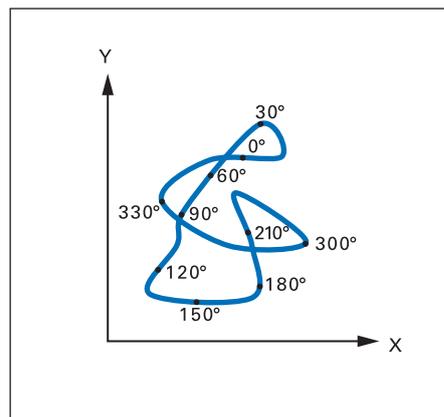
L'**oscillation** décrit l'angle d'inclinaison de l'axe du rotor par rapport à l'axe du palier en rotation. La valeur indiquée correspond à la valeur maximale mesurée. Une méthode pour déterminer l'oscillation consiste à mesurer la précision dans deux plans.

Contrairement à la précision de guidage, l'**erreur de concentricité** correspond à la valeur qui est mesurée par un palpeur perpendiculairement à une surface. La valeur affichée tient compte de la précision de guidage du palier ainsi que des erreurs de circularité et de coaxialité de la surface mesurée.

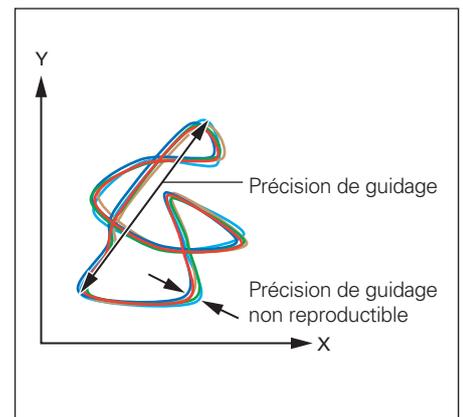
L'**erreur de planéité** se comporte de manière analogue. Celle-ci correspond à la valeur mesurée par un palpeur dans le sens axial, perpendiculairement à une surface. Tout comme l'erreur de concentricité, l'erreur de planéité tient compte de la précision de guidage du palier et des erreurs de forme de la surface mesurée.



Mesure de planéité et de concentricité

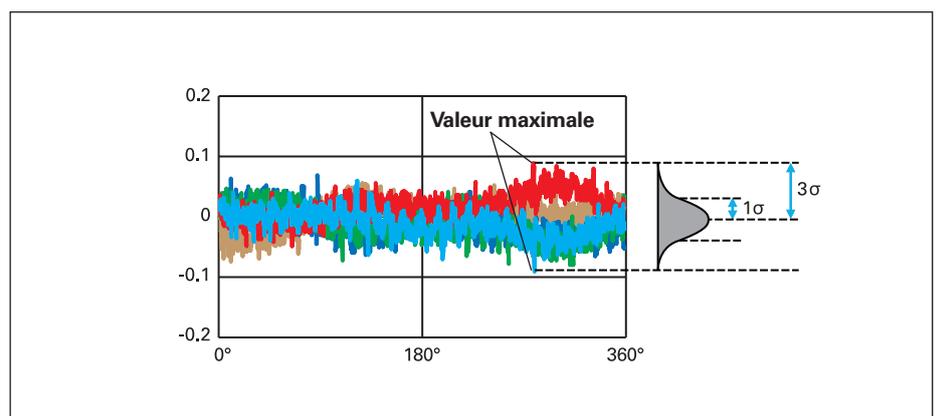


Précision de guidage radial



Précision de guidage radial sur cinq rotations

La valeur indiquée pour la précision de guidage non reproductible correspond au plus grand écart enregistré à une position quelconque de la plage de mesure.



Précision de guidage non reproductible sur cinq rotations [écart en μm]

Série MRP 5000

Modules de mesure angulaire avec système de mesure intégré et palier

- **Forme compacte**
- **Haute précision de mesure et de roulement**
- **Arbre creux Ø 35 mm**

	Incrémental MRP 5080	Absolu MRP 5010
Support de mesure	cercle gradué SUPRADUR	cercle gradué DIADUR
Périodes de signal	30 000	16 384
Précision du système*	± 2,5" ou ± 5"	
Écart de position par période de signal	± 0,5 % (± 0,23")	± 0,5 % (± 0,40")
Reproductibilité	<i>en provenance d'une direction : ± 1" en provenance des deux directions : ± 0,6"</i>	<i>en provenance d'une direction : ± 1" en provenance des deux directions : ± 1,2"</i>
Bruit de position par période signal RMS	0,015 % (0,007")	0,025 % (0,020")
Interface	~ 1 V _{CC}	EnDat 2.2
Désignation de commande	–	EnDat22
Valeurs de position/tour	–	28 bits
Fréquence d'horloge Temps de calcul t _{cal}	–	≤ 16 MHz ≤ 5 μs
Marques de référence	80 (à distance codée)	–
Fréquence limite –3 dB	≥ 500 kHz	–
Raccordement électrique	câble 1,5 m avec prise Sub-D (15 plots) ; électronique d'interface intégrée dans la prise	câble ruban 0,09 m avec prise d'accouplement encastrable M12 ; câble adaptateur avec connecteur rapide (accessoires)
Longueur de câble	≤ 30 m (avec câble HEIDENHAIN)	
Alimentation en tension	5 V CC ± 0,25 V	3,6 V à 14 V CC
Consommation en puissance (max.)	5,25 V : ≤ 950 mW	3,6 V : ≤ 1,1 W 14 V : ≤ 1,3 W
Consommation courant (typ.)	175 mA (sans charge)	5 V : 140 mA (sans charge)



MRP 5080



MRP 5010

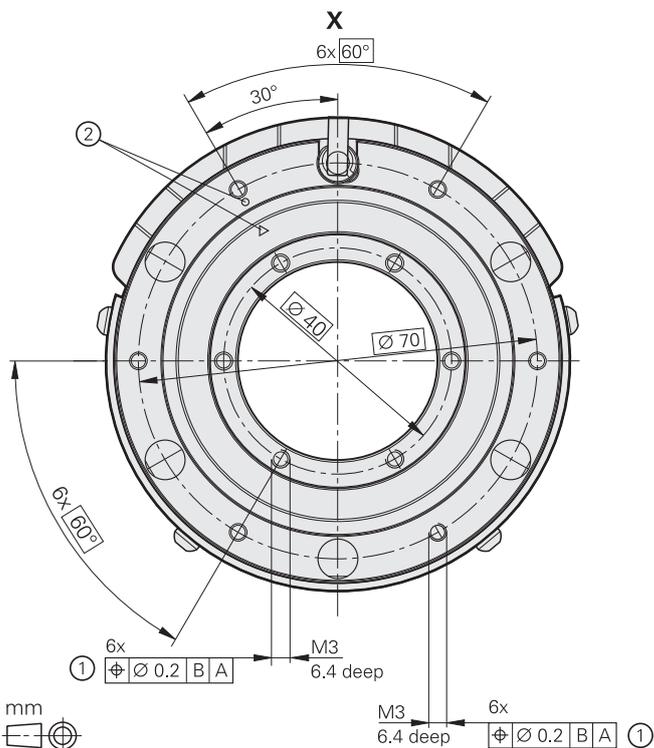
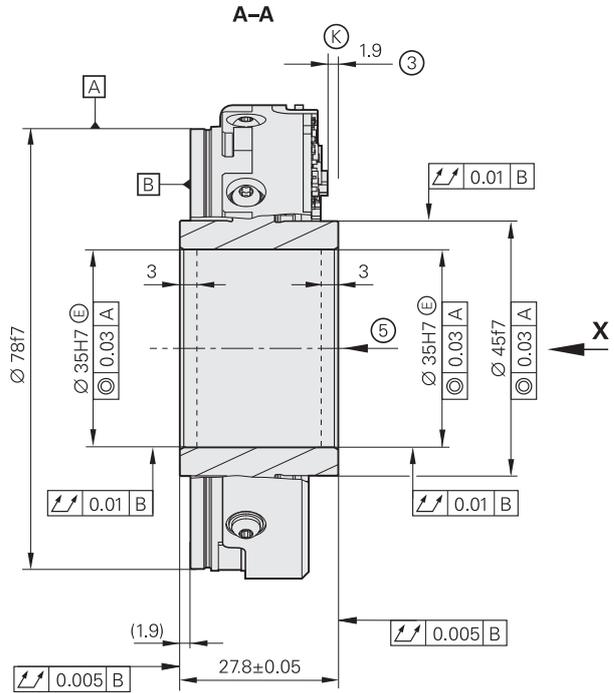
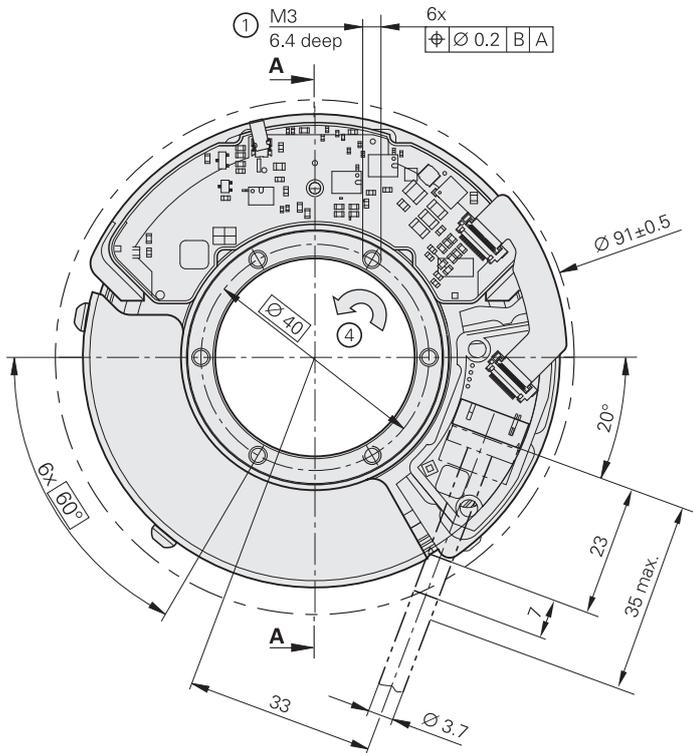
	Incrémental MRP 5080	Absolu MRP 5010
Arbre	arbre creux traversant D = 35 mm	
Capacité de charge axiale	200 N (charge centrée, respect de la précision du système)	
Rigidité au contact	<i>axiale</i> : 303 N/μm <i>radiale</i> : 181 N/μm (valeurs calculées ; sans charge)	
Résistance au basculement	102 Nm/mrad (valeur calculée ; sans charge)	
Vitesse de rotation adm. méc.	300 min ⁻¹	
Couple de friction	≤ 0,015 Nm (sans charge)	
Moment d'inertie du rotor	0,13 · 10 ⁻³ kgm ²	
Précision de guidage radial	valeur mesurée à une distance h = D _{pw} de la trajectoire parcourue par la bille : ≤ 0,20 μm (sans charge)	
Précision de guidage radial non reproductible	valeur mesurée à une distance h = D _{pw} de la trajectoire parcourue par la bille : ≤ 0,35 μm (sans charge)	
Précision de guidage axial	≤ ± 0,2 μm (sans charge)	
Planéité de la surface	≤ ± 5 μm (sans charge)	
Oscillation de l'axe	0,7"	
Vibrations 55 Hz à 2000 Hz Choc 6 ms	≤ 200 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 100 m/s ² (EN 60068-2-27) (sans charge)	
Indice de protection EN 60529	IP00 ¹⁾	
Température de service Température de stockage	0 °C à 50 °C 0 °C à 50 °C	
Humidité relative	≤ 75 % sans condensation	
Poids	0,5 kg (sans câble ni connecteur)	

* à indiquer S.V.P. à la commande

¹⁾ La conformité CE doit être garantie pour le système complet en effectuant les mesures requises lors du montage.

Série MRP 5000

MRP 5010

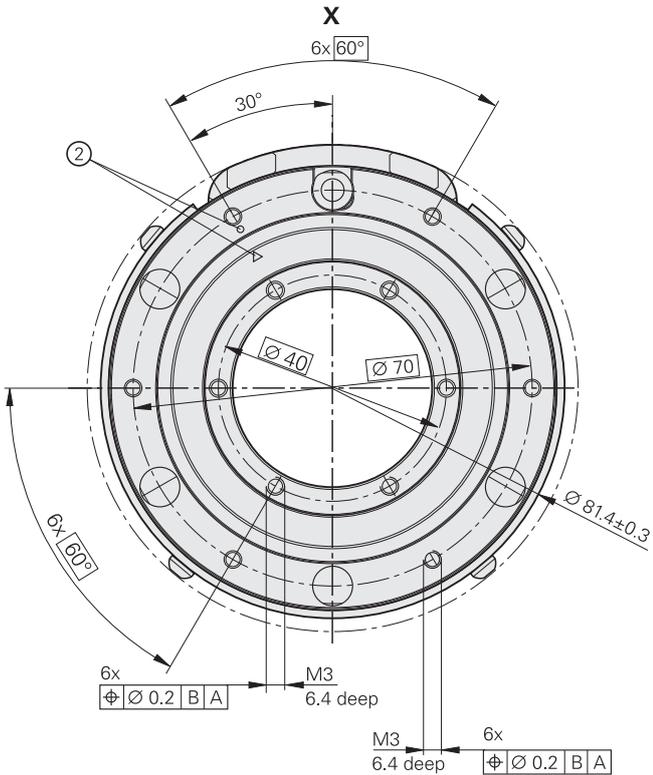
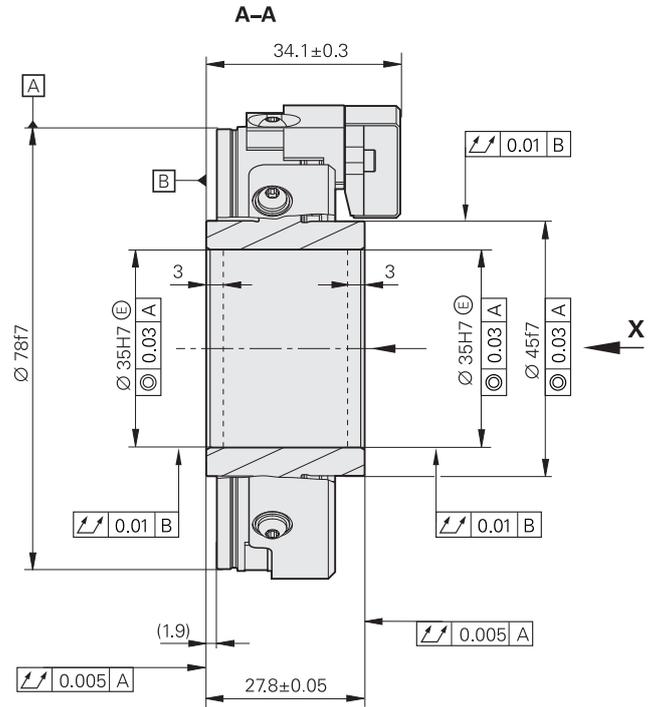
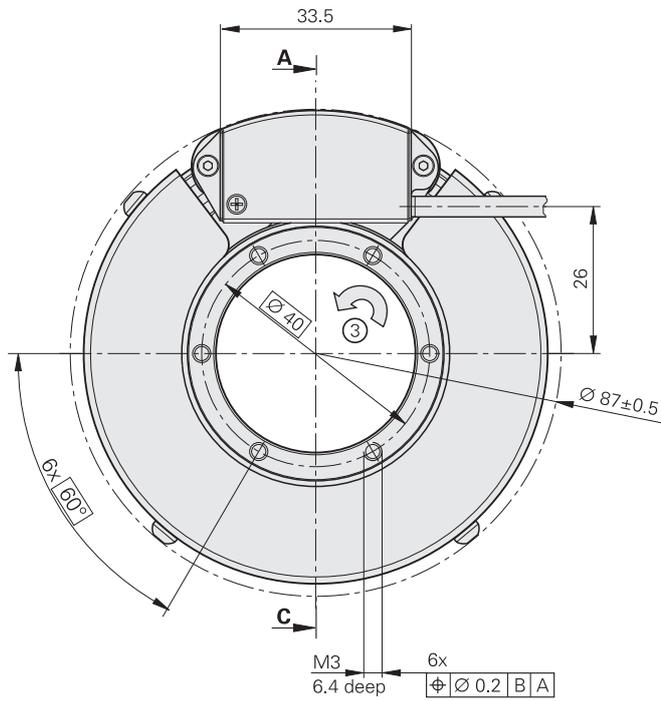


mm

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

- ⊙ = cotes d'encombrement côté client
- 1 = couple de serrage des vis à tête cylindrique M3-8.8 : 1.1 ± 0.05 Nm
- 2 = marque de la position $0^\circ \pm 5^\circ$
- 3 = respecter la distance par rapport au capot
- 4 = sens de rotation de l'arbre pour signaux de sortie, conformément à la description d'interface
- 5 = direction prescrite pour forces axiales

MRP 5080



mm



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

- 1 = couple de serrage des vis à tête cylindrique M3-8.8 : 1.1 ± 0.05 Nm
- 2 = marque de la position $0^\circ \pm 5^\circ$
- 3 = sens de rotation de l'arbre pour signaux de sortie, conformément à la description d'interface
- 4 = direction prescrite pour forces axiales

Série MRP 8000

Modules de mesure angulaire avec système de mesure intégré et palier

- **Forme compacte**
- **Haute précision de mesure et de roulement**
- **Arbre creux Ø 100 mm**

	Incrémental MRP 8080	Absolu MRP 8010
Support de mesure	cercle gradué SUPRADUR	cercle gradué DIADUR
Périodes de signal	63 000	32 768
Précision du système*	± 1" ou ± 2"	
Écart de position par période de signal	± 0,5 % (± 0,10")	± 0,5 % (± 0,20")
Reproductibilité	<i>en provenance d'une direction : ± 0,7" en provenance des deux directions : ± 0,4"</i>	<i>en provenance d'une direction : ± 0,7" en provenance des deux directions : ± 0,7"</i>
Bruit de position par période de signal typ.	0,015 % (0,003")	0,025 % (0,010")
Interface	~ 1 V _{CC}	EnDat 2.2
Désignation de commande	–	EnDat22
Valeurs de position/tour	–	29 bits
Fréquence d'horloge Temps de calcul t _{cal}	–	≤ 16 MHz ≤ 5 µs
Marques de référence	150 (à distance codée)	–
Fréquence limite –3 dB	≥ 500 kHz	–
Raccordement électrique	câble 1,5 m avec prise Sub-D (15 plots) ; électronique d'interface intégrée dans la prise	câble ruban 0,09 m avec prise d'accouplement encastrable M12 ; câble adaptateur avec connecteur rapide (accessoires)
Longueur de câble	≤ 30 m (avec câble HEIDENHAIN)	
Alimentation en tension	5 V CC ± 0,25 V	3,6 V à 14 V CC
Consommation en puissance (max.)	5,25 V : ≤ 950 mW	3,6 V : ≤ 1,1 W 14 V : ≤ 1,3 W
Consommation courant (typ.)	175 mA (sans charge)	5 V : 140 mA (sans charge)



MRP 8080

	Incrémental MRP 8080	Absolu MRP 8010
Arbre	arbre creux traversant D = 100 mm	
Capacité de charge axiale	300 N (charge centrée, respect de la précision du système)	
Rigidité au contact	<i>axiale</i> : 684 N/μm <i>radiale</i> : 367 N/μm (valeurs calculées ; sans charge)	
Résistance au basculement	1250 Nm/mrad (valeur calculée ; sans charge)	
Vitesse de rotation adm. méc.	300 min ⁻¹	
Couple de friction	≤ 0,200 Nm (sans charge)	
Moment d'inertie du rotor	2,8 · 10 ⁻³ kgm ²	
Précision de guidage radial	valeur mesurée à une distance h = D _{pw} de la trajectoire parcourue par la bille : ≤ 0,15 μm (sans charge)	
Précision de guidage radial non reproductible	valeur mesurée à une distance h = D _{pw} de la trajectoire parcourue par la bille : ≤ 0,20 μm (sans charge)	
Précision de guidage axial	≤ ± 0,2 μm (sans charge)	
Planéité de la surface	≤ 4 μm (sans charge)	
Oscillation de l'axe	± 0,5"	
Vibrations 55 Hz à 2000 Hz Choc 6 ms	≤ 200 m/s ² (EN 60 068-2-6) ≤ 100 m/s ² (EN 60 068-2-27) (sans charge)	
Indice de protection EN 60529	IP00 ¹⁾	
Température de service Température de stockage	0 °C à 50 °C 0 °C à 50 °C	
Humidité relative	≤ 75 % sans condensation	
Poids	1,96 kg (sans câble ni connecteur)	

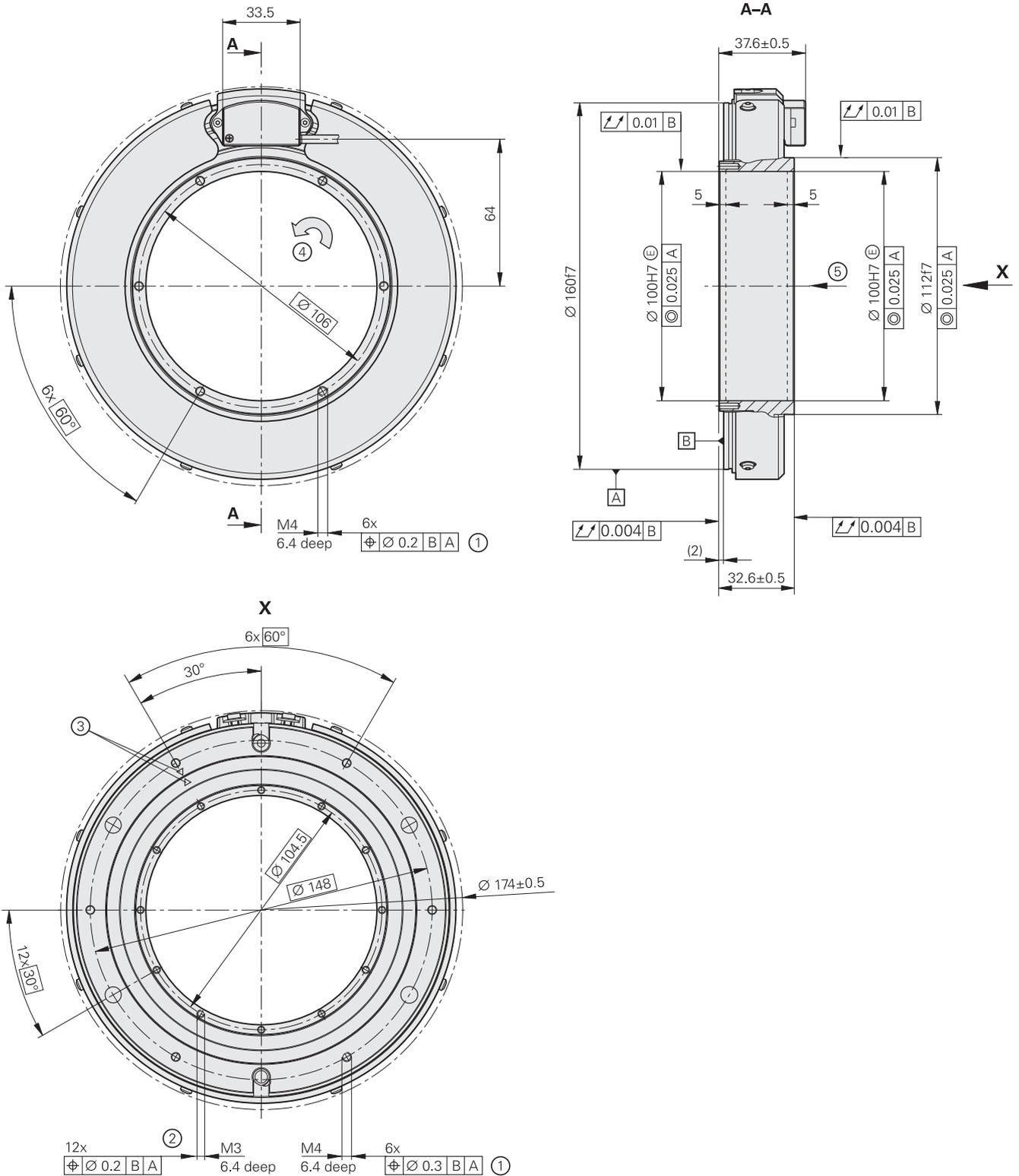
* à indiquer S.V.P. à la commande

¹⁾ La conformité CE doit être garantie pour le système complet en effectuant les mesures requises lors du montage.



MRP 8010

MRP 8080



mm



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

- 1 = couple de serrage des vis à tête cylindrique M4-8.8 : 2.5 ± 0.13 Nm
- 2 = couple de serrage des vis à tête cylindrique M3-8.8 : 1.1 ± 0.05 Nm
- 3 = marque de la position 0° ± 5°
- 4 = sens de rotation de l'arbre pour signaux de sortie, conformément à la description d'interface
- 5 = direction prescrite pour forces axiales

Interfaces

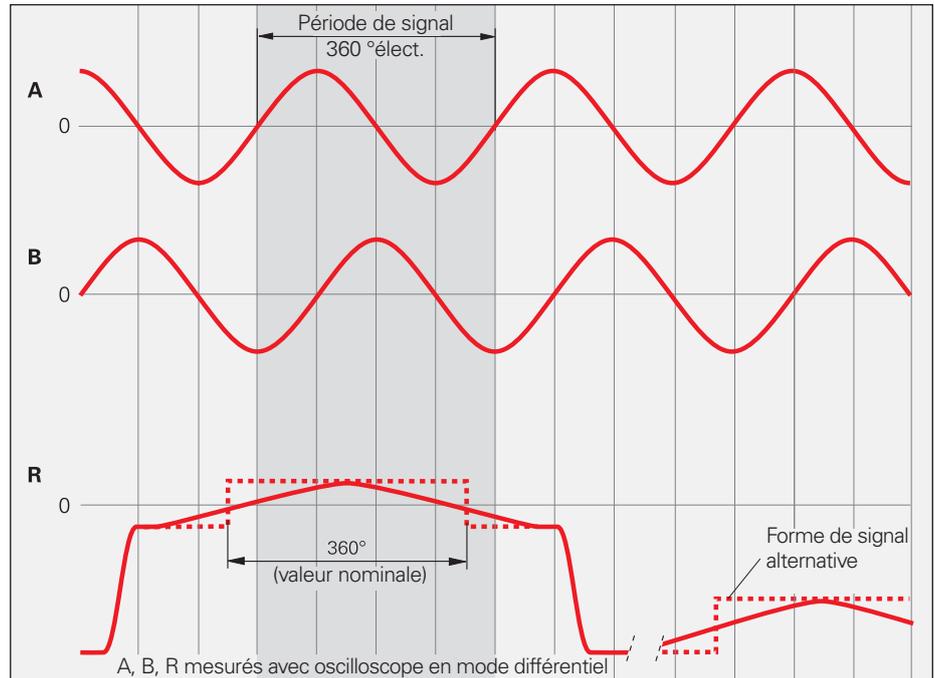
Signaux incrémentaux $\sim 1 V_{CC}$

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

Les **signaux incrémentaux** sinusoïdaux A et B ont une amplitude typique de $1 V_{CC}$ et présentent un déphasage électrique de 90° . Le diagramme des signaux de sortie – B en retard sur A – correspond au sens de déplacement indiqué dans le plan d'encombrement.

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

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



Repérage des broches

Prise Sub-D 15 plots													
Alimentation en tension				Signaux incrémentaux						Autres signaux			
4	12	2	10	1	9	3	11	14	7	5/6/8/15	13	/	
U_P	Ligne retour ¹⁾ U_P	0V	Ligne retour ¹⁾ 0V	A+	A-	B+	B-	R+	R-	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

Ligne retour : la ligne de retour est reliée dans le système de mesure à la ligne d'alimentation correspondante.

Les broches ou fils non utilisés doivent rester libres !

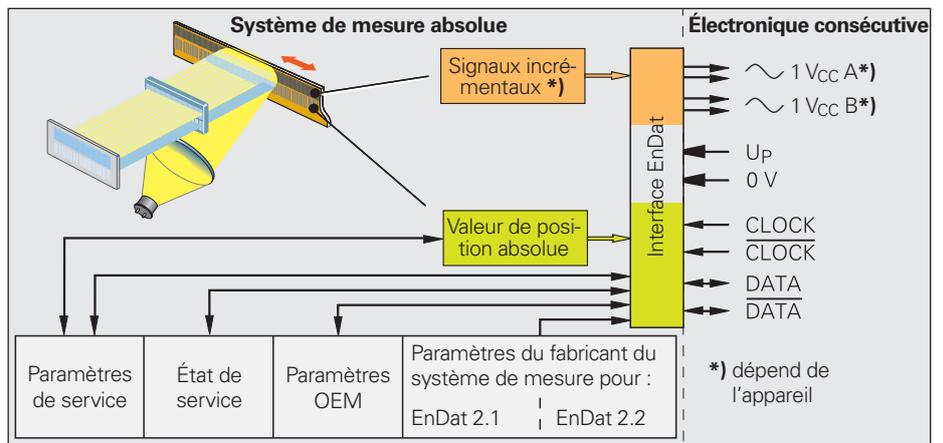
Valeurs de position **EnDat**

EnDat est une interface numérique **bidirectionnelle** pour systèmes de mesure. Elle permet non seulement de restituer les **valeurs de position**, mais aussi de lire, d'actualiser les informations mémorisées ou d'en mémoriser de nouvelles. Avec la **transmission en série des données**, **4 lignes de signaux** suffisent. Les données DATA sont transmises **synchronisées** avec le signal d'horloge CLOCK défini par l'électronique consécutive. Le type de transmission (valeurs de position, paramètres, diagnostic...) se sélectionne à l'aide de commandes de mode que l'électronique consécutive envoie au système de mesure. Certaines fonctions ne sont disponibles qu'avec les commandes de mode de l'EnDat 2.2.

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

Désignation	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

Les différentes versions de l'interface EnDat



Repérage des broches

Prise d'accouplement M12 8 plots								
	Alimentation en tension				Valeurs de position absolues			
	8	2	5	1	3	4	7	6
	U _P	Ligne retour U _P	0V	Ligne retour 0V	DATA	DATA	CLOCK	CLOCK
	marron/vert	bleu	blanc/vert	blanc	gris	rose	violet	jaune

Prise Sub-D 15 plots										
	Alimentation en tension					Valeurs de position absolues				
	1	9	2	11	13	5	8	14	15	3/4/6/7
	U _P	Ligne retour U _P	0V	Ligne retour 0V	Blindage interne	DATA	DATA	CLOCK	CLOCK	libre
	marron/vert	bleu	blanc/vert	blanc	/	gris	rose	violet	jaune	/

Blindage du câble relié au boîtier ; U_P = tension d'alimentation

Ligne retour : la ligne de retour est reliée dans le système de mesure à la ligne d'alimentation correspondante. Les broches ou fils non utilisés doivent rester libres !

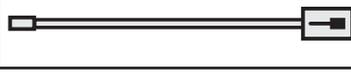
Câbles de liaison

Câbles de liaison 1Vcc

Câble de liaison PUR [6(2 x 0,19 mm ²)] A _V = 0,19 mm ²			
Câble de liaison PUR [4(2 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,5 mm ²)] A _V = 0,5 mm ²		Ø 8 mm	Ø 6 mm ¹⁾
câblage complet avec prise Sub-D (femelle) 15 plots et prise M23 (mâle) 12 plots		331693-xx	355215-xx
câblé à une extrémité avec prise Sub-D (femelle) 15 plots		332433-xx	355209-xx
câblage complet avec prise Sub-D (femelle) et prise Sub-D (mâle) 15 plots		335074-xx	355186-xx
câble sans prises		816317-xx	816323-xx

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

Câbles de liaison EnDat

Câble adaptateur PUR 8 plots : [4(2 x 0,14 mm ²)] ; A _V = 0,14 mm ²			
câblage complet avec prise Sub-D (femelle) 15 plots		Ø 4,5 mm	735987-xx
câblage complet avec prise d'accouplement M12 (mâle) 8 plots		Ø 4,5 mm	679671-xx
Câble de liaison PUR 8 plots : [(4 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,34 mm ²)]			
câblage complet avec prise M12 (femelle) et prise d'accouplement M12 (mâle) 8 plots		Ø 6 mm	368330-xx
câblé à une extrémité avec prise M12 (femelle) 8 plots		Ø 6 mm	634265-xx

A_V : section transversale des fils d'alimentation
Ø : diamètre de câble

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

La parution de ce catalogue de présentation de produits invalide toutes les éditions précédentes. Pour toute commande passée chez HEIDENHAIN, la version du catalogue de produits qui prévaut est toujours la version valide à la date de la commande.

Autres informations :

- catalogue *Systèmes de mesure angulaire avec roulement*
- catalogue *Interfaces des systèmes de mesure HEIDENHAIN*

