



HEIDENHAIN



Systemes de mesure linéaire

pour machines-outils
à commande numérique



Vous trouverez d'autres informations sur Internet à l'adresse www.heidenhain.fr ou bien nous pouvons vous les adresser sur simple demande.

Catalogues par produits:

- Systèmes de mesure linéaire à règle nue
- Systèmes de mesure angulaire avec roulement
- Systèmes de mesure angulaire sans roulement
- Capteurs rotatifs
- Electroniques consécutives HEIDENHAIN
- Commandes numériques HEIDENHAIN
- Systèmes de mesure pour le contrôle et les tests de réception de machines-outils

Informations techniques:

- La précision des entraînements sur les machines
- Systèmes de mesure linéaire étanches avec balayage à un seul champ
- EnDat 2.2 – Interface bidirectionnelle pour systèmes de mesure de position
- Systèmes de mesure pour entraînements directs

Toutes les éditions précédentes perdent leur validité avec la sortie de ce catalogue. Pour commander les matériels auprès de HEIDENHAIN, seule est valable la version du catalogue qui est d'actualité au moment de la passation de la commande.

Les normes (EN, ISO, etc.) ne sont valables que si elles sont citées explicitement dans le catalogue.

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

Table des matières

Table des matières			
	Systèmes de mesure linéaire		4
	Comment choisir		6
Caractéristiques techniques et remarques relatives au montage			
	Principes de mesure	Support de la mesure	8
		Procédé de mesure absolue	8
		Procédé de mesure incrémentale	9
		Balayage photoélectrique	10
	Précision de la mesure		12
	Montage et versions mécaniques des appareils		14
	Généralités relatives aux caractéristiques mécaniques		17
Caractéristiques techniques			
<i>Système de mesure linéaire</i>	<i>Pas de mesure conseillé pour positionnement</i>	<i>Série ou modèle</i>	
pour enregistrement absolu des positions	jusqu'à 0,1 µm	Série LC 400	18
		Série LC 100	20
pour mesure linéaire incrémentale avec grande précision de répétabilité	jusqu'à 0,1 µm	LF 481	22
		LF 183	24
pour mesure linéaire incrémentale	jusqu'à 0,5 µm	LS 487	26
		LS 187	28
pour mesure linéaire incrémentale avec grandes longueurs de mesure	jusqu'à 0,1 µm	LB 382 – monobloc	30
		LB 382 – multiblocs	32
Raccordement électrique			
	Signaux incrémentaux	$\sim 1 V_{CC}$	34
	Valeurs absolues de position	EnDat	36
		Fanuc et Mitsubishi	43
	Connecteurs et câbles		44
	Généralités relatives aux caractéristiques électriques		48
	Electroniques d'exploitation		50
	Dispositifs de mesure HEIDENHAIN		51

Systèmes de mesure linéaire pour machines-outils à commande numérique

Les systèmes de mesure linéaire pour machines-outils à commande numérique sont utilisables universellement. Ils sont conçus pour les machines et équipements dont les axes sont asservis – par exemple, les fraiseuses, centre d'usinage, perceuses, tours et rectifieuses. Le bon comportement dynamique des systèmes de mesure linéaire, leur grande vitesse de déplacement et d'accélération admissible dans le sens de la mesure les destinent aussi bien aux axes conventionnels à haute dynamique qu'aux entraînements directs.

HEIDENHAIN livre aussi des systèmes de mesure linéaire conçus pour d'autres applications, par exemple pour

- machines-outils conventionnelles
- presses et cintreuses
- installations d'automatisation et de production

Demandez-nous notre documentation ou bien consultez notre site Internet www.heidenhain.fr.

Avantages des systèmes de mesure linéaire

Les systèmes de mesure linéaire enregistrent la position des axes linéaires sans recourir à d'autres éléments mécaniques de transmission. La boucle d'asservissement de position dans un asservissement de position réalisé avec un système de mesure linéaire inclut l'ensemble de la mécanique d'avance. Les erreurs de transmission de la mécanique peuvent donc être détectées par le système de mesure linéaire sur l'axe et ensuite corrigées par l'électronique de la commande. On peut donc ainsi éviter toute une série de sources possibles d'erreurs:

- Erreurs de positionnement dues à la dilatation de la vis à billes
- Erreurs à l'inversion
- Erreurs cinématiques dues aux défauts de pas de la vis à billes

Les systèmes de mesure linéaire sont par conséquent indispensables aux machines exigeantes au niveau de la **précision du positionnement** et de la **vitesse d'usinage**.

Structure mécanique

Les systèmes de mesure linéaire qui équipent les machines-outils à commande numérique sont des systèmes de mesure étanches: Un carter en aluminium protège la règle de mesure, le chariot de balayage et le guidage contre les copeaux, la poussière et les projections d'eau. Des lèvres d'étanchéité élastiques ferment le carter vers le bas.

Le chariot de balayage est guidé pratiquement sans frottement le long de la règle. Un accouplement relie le chariot de balayage au socle de montage et compense les écarts d'alignement entre la règle et le chariot de la machine.

Selon le type d'appareil, des écarts verticaux et transversaux de $\pm 0,2$ à $\pm 0,3$ mm $\pm 0,2$ à $\pm 0,3$ mm sont admissibles entre la règle et le socle de montage.



Comportement thermique

Des processus d'usinage de plus en plus rapides combinés à des machines entièrement cartésisées induisent des températures toujours plus élevées à l'intérieur de la zone d'usinage de la machine. Le comportement thermique des systèmes de mesure utilisés revêt donc de plus en plus d'importance – Il devient un critère essentiel de la précision de fonctionnement de la machine.

En général, il est souhaitable que le comportement thermique du système de mesure linéaire corresponde à celui de la pièce ou de l'objet à mesurer. Avec les variations de température, le système de mesure linéaire doit se dilater ou se contracter de manière définie et reproductible. La structure des systèmes de mesure linéaire HEIDENHAIN est conçue pour cela.

Les supports de la gravure des systèmes de mesure linéaire HEIDENHAIN ont des coefficients de dilatation thermique définis (cf. *Caractéristiques techniques*). Au niveau du comportement thermique, vous pouvez donc choisir le système de mesure le mieux adapté à l'opération de mesure à réaliser.

Comportement dynamique

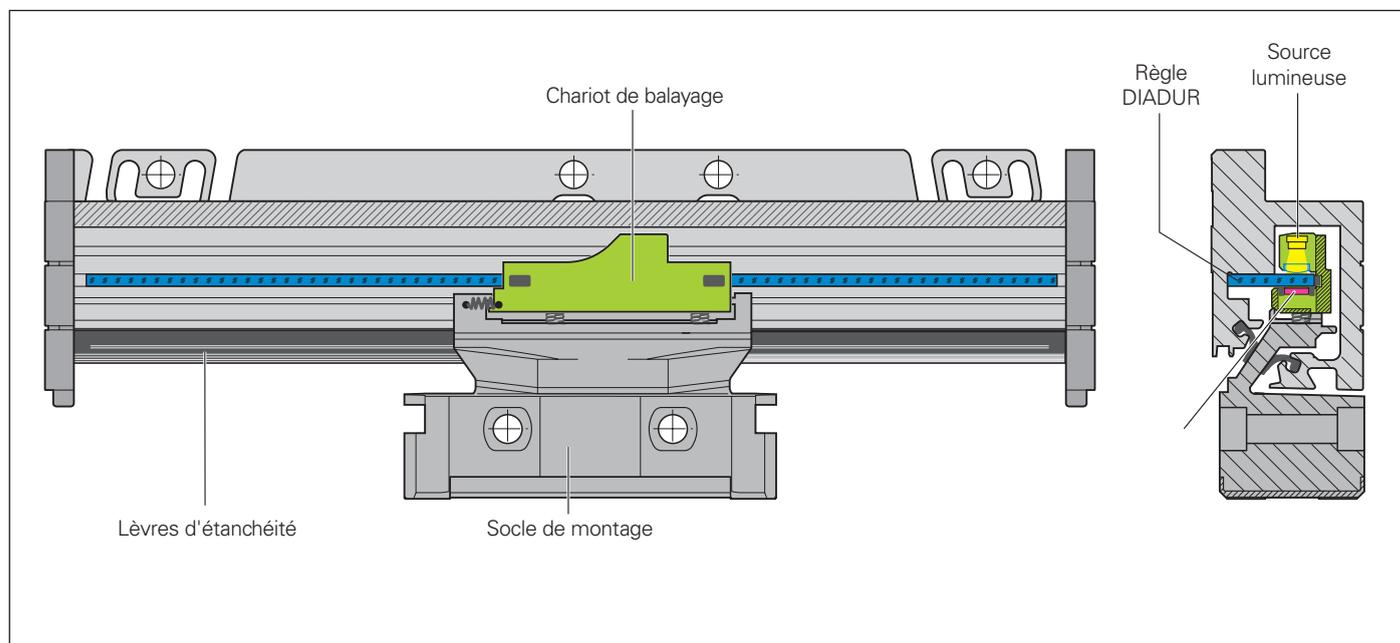
L'augmentation constante des contraintes imposées aux machines-outils en matière d'efficacité et de performances implique des vitesses d'avance et des accélérations de plus en plus élevées. Bien sûr, sans que la vitesse d'usinage n'en souffre. Pour garantir le transfert de déplacements d'avance à la fois rapides et précis, des contraintes très élevées sont imposées aussi bien à la structure rigide de la machine qu'aux systèmes de mesure linéaire utilisés.

Les systèmes de mesure linéaire HEIDENHAIN se distinguent par leur grande rigidité dans le sens de la mesure – ce qui est une condition essentielle pour obtenir de grandes précisions de trajectoire sur une machine-outil. Et comme leur poids est particulièrement faible, ils ont un excellent comportement dynamique.

Disponibilité

Les axes d'avance des machines-outils parcourent d'importantes distances – de l'ordre de 10000 km en trois ans. Il est donc très important d'utiliser des systèmes de mesure robustes dotés d'une bonne stabilité à long terme: Ils sont garantis d'une disponibilité élevée de la machine.

Grâce à leurs particularités de structure, les systèmes de mesure linéaire HEIDENHAIN fonctionnent parfaitement, même après des années d'utilisation. Le balayage photoélectrique sans contact du support ainsi que le guidage sur roulement à billes du chariot de balayage situé dans le carter de la règle garantissent une longue durée de vie. Grâce à leur cartésisation, leurs principes de balayage spéciaux et – si nécessaire – l'injection possible d'air comprimé, les systèmes de mesure linéaire sont particulièrement insensibles aux salissures. Le concept de blindage intégral assure un antiparasitage élevé.



Montage schématisé du système de mesure linéaire étanche **LC 183**

Comment choisir

Systèmes de mesure linéaire avec règle de mesure de petit profil

Les systèmes de mesure linéaire avec **règle de mesure de petit profil** sont conçus pour des **espaces de montage réduits**. De grandes longueurs de mesure et des charges d'accélération élevées peuvent être obtenues en utilisant un rail de montage ou des éléments tendeurs.

	Section	Pas de mesure ¹⁾	Classe de précision	Longueur de mesure
Mesure linéaire absolue <ul style="list-style-type: none"> Règle de mesure en verre 		jusqu'à 0,1 µm	± 5 µm ± 3 µm	70 mm à 1240 mm <i>avec rail de montage ou éléments tendeurs:</i> 70 mm à 2040 mm
Mesure linéaire incrémentale avec très grande précision de répétabilité <ul style="list-style-type: none"> Règle de mesure en acier Faible période de signal 		jusqu'à 0,1 µm	± 5 µm ± 3 µm	50 mm à 1220 mm
Mesure linéaire incrémentale <ul style="list-style-type: none"> Règle de mesure en verre 		jusqu'à 0,5 µm	± 5 µm ± 3 µm	70 mm à 1240 mm <i>avec rail de montage:</i> 70 mm à 2040 mm

Systèmes de mesure linéaire avec règle de mesure de gros profil

Les systèmes de mesure linéaire avec **règle de mesure de gros profil** sont caractérisés par leur **structure particulièrement robuste**, **une excellente tenue aux vibrations** et de **grandes longueurs de mesure**. Pour relier le chariot de balayage au socle de montage, ils disposent d'une „lame oblique“ permettant un **montage vertical ou horizontal** de la règle tout en conservant le même indice de protection.

Mesure linéaire absolue <ul style="list-style-type: none"> Règle de mesure en verre 		jusqu'à 0,1 µm	± 5 µm ± 3 µm	140 mm à 4240 mm
Mesure linéaire incrémentale avec très grande précision de répétabilité <ul style="list-style-type: none"> Règle de mesure en acier Faible période de signal 		jusqu'à 0,1 µm	± 3 µm ± 2 µm	140 mm à 3040 mm
Mesure linéaire incrémentale <ul style="list-style-type: none"> Règle de mesure en verre 		jusqu'à 0,5 µm	± 5 µm ± 3 µm	140 mm à 3040 mm
Mesure linéaire incrémentale pour grandes longueurs de mesure <ul style="list-style-type: none"> Ruban de mesure en acier 		jusqu'à 0,1 µm	± 5 µm	440 mm à 30040 mm

¹⁾ pas de mesure conseillé pour l'enregistrement de position

²⁾ disponibilité prévue pour mi-2007

³⁾ disponible à partir de fin 2006

Principe balayage	Signaux incrém. Période de signal	Val. absolues de position	Modèle	Page
Balayage un champ	$\sim 1 V_{CC}; 20 \mu m$	EnDat 2.2	LC 483	18
	–	Fanuc 02	LC 493F	
	–	Mitsubishi	LC 493M²⁾	
Balayage un champ	$\sim 1 V_{CC}; 4 \mu m$	–	LF 481	22
Balayage un champ	$\sim 1 V_{CC}; 20 \mu m$	–	LS 487	26
Balayage un champ	$\sim 1 V_{CC}; 20 \mu m$	EnDat 2.2	LC 183	20
	–	Fanuc 02	LC 193F	
	–	Mitsubishi	LC 193M²⁾	
Balayage un champ	$\sim 1 V_{CC}; 4 \mu m$	–	LF 183	24
Balayage un champ	$\sim 1 V_{CC}; 20 \mu m$	–	LS 187³⁾	28
Balayage un champ	$\sim 1 V_{CC}; 40 \mu m$	–	LB 382	30



LC 483



LS 487



LC 183



LF 183



LB 382

Principes de mesure

Support de la mesure

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

Pour servir de support à ces divisions, on utilise des substrats en verre ou en acier. Sur les systèmes de mesure avec grandes longueurs de mesure, le réseau de divisions est déposé sur un ruban en acier.

Les divisions fines sont réalisées au moyen de différents procédés photolithographiques. Elles sont obtenues, par exemple, à partir de:

- traits en chrome extrêmement résistants déposés sur du verre,
- traits dépolis déposés sur des rubans de mesure avec flash d'or,
- structures réticulaires tridimensionnelles déposées sur des substrats en verre ou en acier.

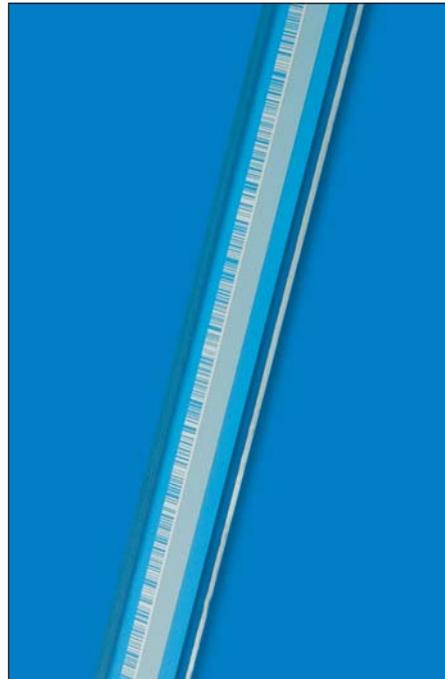
Les procédés de fabrication photolithographiques développés par HEIDENHAIN fournissent couramment des périodes de divisions de 40 μm à 4 μm .

Ces procédés permettent non seulement d'obtenir des périodes de divisions très fines mais aussi une grande netteté des traits ainsi qu'une bonne homogénéité de la gravure. Tout comme le balayage photo-électrique, ceci est d'ailleurs déterminant pour obtenir une qualité élevée des signaux de sortie.

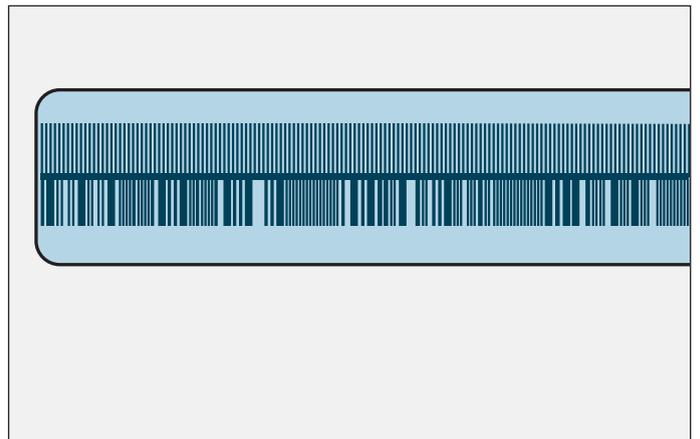
HEIDENHAIN réalise les matrices de la gravure sur les machines de très haute précision qu'elle fabrique pour ses propres besoins.

Procédé de mesure absolue

Avec le **principe de mesure absolu**, la valeur de position est disponible dès la mise sous tension du système de mesure et peut être appelée à tout moment par l'électronique consécutive. Il n'est donc pas nécessaire de déplacer les axes pour déterminer la position de référence. Cette information absolue sur la position est définie **à partir des divisions de la règle de mesure** qui sont constituées d'une structure série codée. Une piste incrémentale séparée est interpolée pour la valeur de position et utilisée simultanément pour générer un signal incrémental optionnel.



Divisions sur systèmes de mesure linéaire absolu



Représentation schématisée d'une structure codée avec piste incrémentale supplémentaire (exemple d'une LC 483)

Procédé de mesure incrémentale

Avec le **procédé de mesure incrémentale**, les divisions sont constituées d'une structure réticulaire régulière. L'information de position est obtenue **par comptage** des différents incréments (pas de mesure) à partir de n'importe quel point zéro donné. Dans la mesure où un rapport absolu est nécessaire pour déterminer les positions, les règles ou rubans de mesure disposent d'une seconde piste sur laquelle se trouve une **marque de référence**. La position absolue de la règle de mesure définie grâce à la marque de référence correspond exactement à un pas de mesure. Il est donc nécessaire de franchir la marque de référence pour établir un rapport absolu ou pour retrouver le dernier point de référence sélectionné.

Dans le cas le plus défavorable, il est nécessaire d'effectuer des déplacements de machine sur de grandes portions de la plage de mesure. Pour faciliter ce „franchissement du point de référence“, tous les systèmes de mesure HEIDENHAIN disposent de **marques de référence à distances codées**: La piste de référence comporte plusieurs marques de référence disposées à écarts définis et variables. L'électronique consécutive détermine le rapport absolu dès le passage sur deux marques de référence voisines – par conséquent après un déplacement de quelques millimètres seulement (cf. tableau). Les systèmes de mesure avec marques de référence à distances codées comportent la lettre „C“ derrière leur désignation (ex. LS 487C).

Grâce aux marques de référence à distances codées, le **rapport absolu** est calculé par comptage des incréments séparant deux marques de référence et d'après la formule suivante:

$$P_1 = (\text{abs } B - \text{sgn } B - 1) \times \frac{G}{2} + (\text{sgn } B - \text{sgn } V) \times \frac{\text{abs } M_{RR}}{2}$$

on a:

$$B = 2 \times M_{RR} - G$$

avec:

P_1 = position en périodes de signal de la première marque de référence franchie

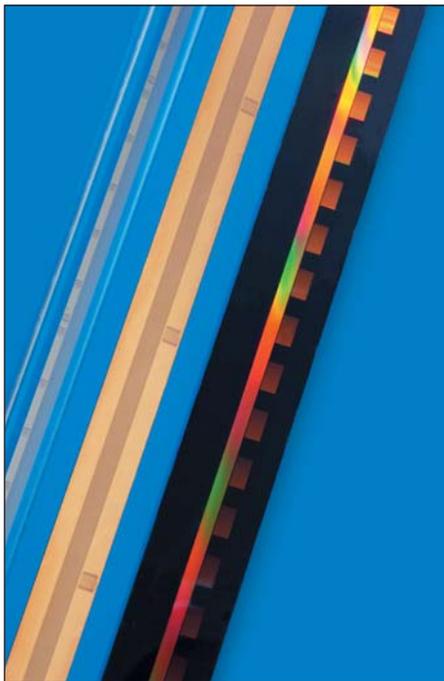
G = incrément nominal entre deux marques de référence fixes, en périodes de signal (cf. tableau)

abs = valeur absolue

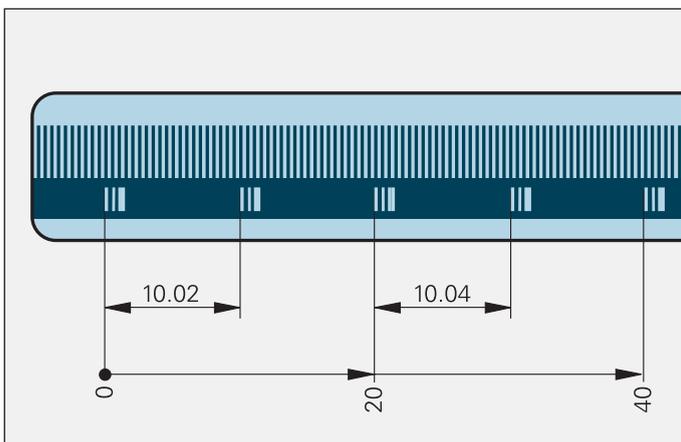
V = sens de déplacement (+1 ou -1)
Un déplacement de la tête caprice vers la droite (montage conforme au plan) donne „+1“

sgn = fonction sens
(fonction signe = „+1“ ou „-1“)

M_{RR} = nombre de périodes de signal entre les marques de référence franchies



Divisions sur systèmes de mesure linéaire incrémentaux



Représentation schématisée de divisions incrémentales avec marques de référence à distances codées (exemple d'une LS)

	Période de signal	Incrément nominal G en périodes de signal	Déplacement max.
LF	4 µm	5 000	20 mm
LS	20 µm	1 000	20 mm
LB	40 µm	2 000	80 mm

Balayage photoélectrique

La plupart des systèmes de mesure HEIDENHAIN travaillent selon le principe de balayage photoélectrique. Ce balayage s'effectue sans contact et donc sans usure. Il détecte des traits de division extrêmement fins d'une largeur de quelques microns et génère des signaux de sortie avec des périodes de signal très faibles.

Plus la période de division du réseau de traits est fine et plus les effets de la diffraction influent sur le balayage photoélectrique. Pour les systèmes de mesure linéaire, HEIDENHAIN utilise deux principes de balayage:

- le **principe de mesure par projection de lumière** pour périodes de division de 20 μm et 40 μm
- le **principe de mesure interférentielle** pour de très faibles périodes de division, de 8 μm par exemple

Principe de mesure par projection de lumière

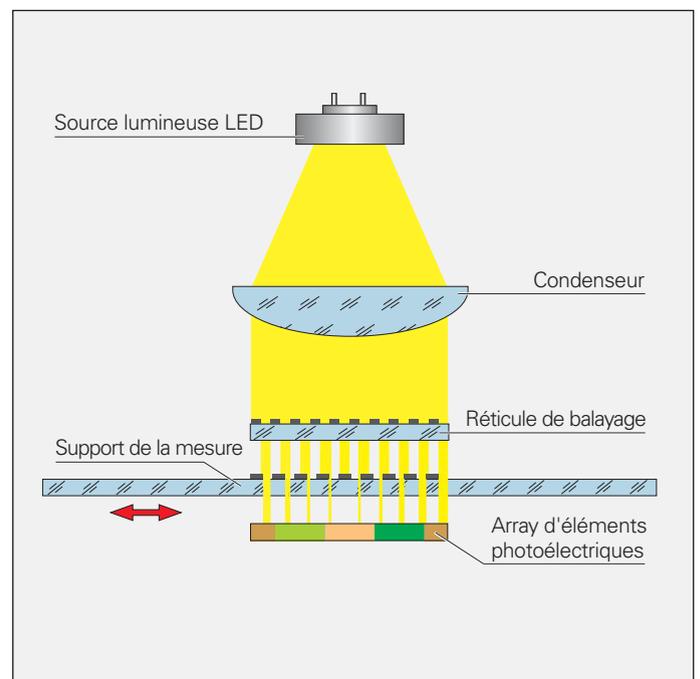
Considéré de manière simplifiée, le principe de mesure par projection génère le signal par projection de lumière: Deux réseaux de traits – règle de mesure et réticule de balayage – avec périodes de division identiques ou similaires sont déplacés l'un par rapport à l'autre. Le support du réticule de balayage est transparent; le réseau de traits du support de la mesure peut être déposé sur un matériau également transparent ou bien réflecteur.

Lorsque la lumière parallèle traverse un réseau de traits, des champs clairs/obscurs sont projetés à une distance donnée. A cet endroit, on trouve un réseau de traits en opposition. Lorsque les deux réseaux de traits se déplacent l'un par rapport à l'autre, la lumière passante est modulée: Si les interstices entre les traits sont en face les uns des autres, la lumière passe; si les traits recouvrent les interstices, on obtient l'ombre. Un array d'éléments photoélectriques convertit ces modulations d'intensité lumineuse en signaux électriques. Sur le réticule de balayage, le réseau de traits doté d'une structure spéciale filtre le courant lumineux de manière à obtenir des signaux de sortie sinusoïdaux.

Plus la période de division du réseau de traits est fine et moins l'écart entre le réticule de balayage et la règle de mesure fait l'objet d'une tolérance étroite.

Les systèmes de mesure linéaire LC, LS et LB fonctionnent selon ce principe de mesure par projection de lumière.

Principe de mesure par projection de lumière



Principe de mesure interférentielle

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

Le support de la mesure est constitué d'un réseau à échelons; des traits réfléchissants de 0,2 µm de hauteur ont été déposés sur une surface plane et réfléchissante. Un réticule de balayage constitué d'un réseau de phases transparent ayant la même période de division que celle de la règle de mesure est disposé en vis à vis.

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 ayant à peu près la même intensité lumineuse. Celles-ci sont diffractées sur la règle de mesure 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 sont à nouveau diffractées et en interférence. Trois trains d'ondes sont ainsi générés; ceux-ci quittent le réticule de balayage en suivant différents angles. Les éléments photoélectriques convertissent ces intensités lumineuses en signaux électriques.

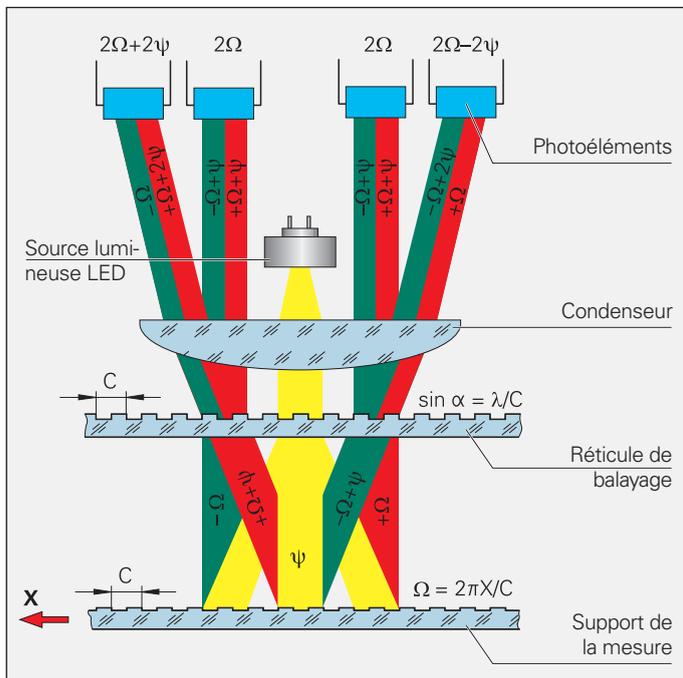
Lors d'un déplacement relatif entre la règle de mesure et le réticule de balayage, les fronts des ondes diffractés subissent un déphasage: Le déplacement correspondant à une période de division décale le front de l'onde de l'ordre de diffraction 1 d'une longueur d'onde vers le plus et le front de l'onde de l'ordre de diffraction -1 d'une longueur d'onde vers le moins. Comme ces deux ondes sont en interférence à la sortie du réseau de phases, ces ondes sont déphasées entre elles de deux longueurs d'onde. On obtient ainsi deux périodes de signal pour un déplacement relatif d'une période de division.

Les systèmes de mesure interférentiels fonctionnent avec des périodes de division par exemple de 4 µm ou encore plus fines. Leurs signaux de balayage sont fortement exempts d'ondes hautes et peuvent subir une forte interpolation. Ils sont donc particulièrement bien adaptés à des résolutions et précisions élevées.

Les systèmes de mesure linéaire étanches qui fonctionnent selon le principe de la mesure interférentielle ont pour désignation LF.

Principe de mesure interférentielle (schéma de l'optique)

- C Période de division
- ψ Modification de phase de l'onde lumineuse lors de la traversée du réticule de balayage
- Ω Modification de phase de l'onde lumineuse lors du déplacement x de la règle de mesure



Précision de la mesure

La précision de la mesure linéaire est principalement fonction:

- de la qualité du réseau de traits
- de la qualité du balayage
- de la qualité de l'électronique de traitement des signaux
- des écarts de guidage de la tête captrice par rapport à la règle de mesure

Il convient de distinguer les écarts de position sur des longueurs de mesure équivalentes – par exemple, sur toute la course de mesure – ainsi que les écarts de position à l'intérieur d'une période de signal.

Écarts de position sur la course de mesure

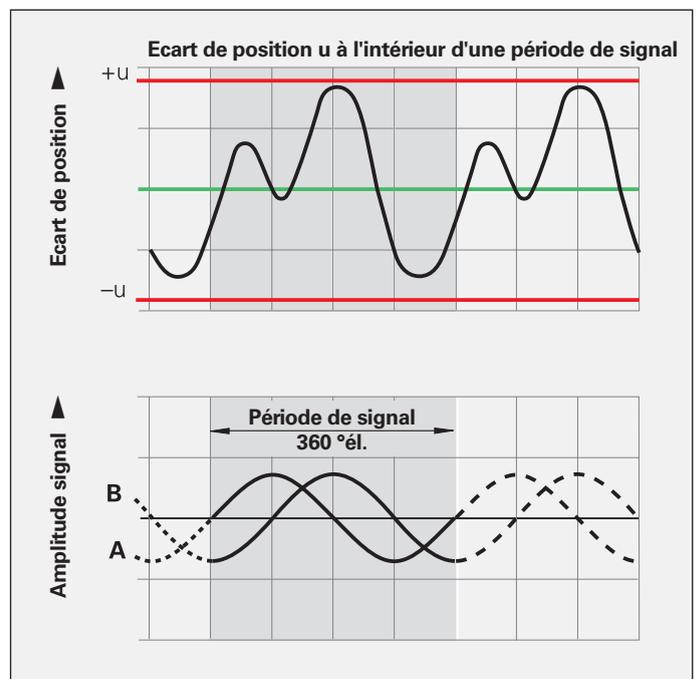
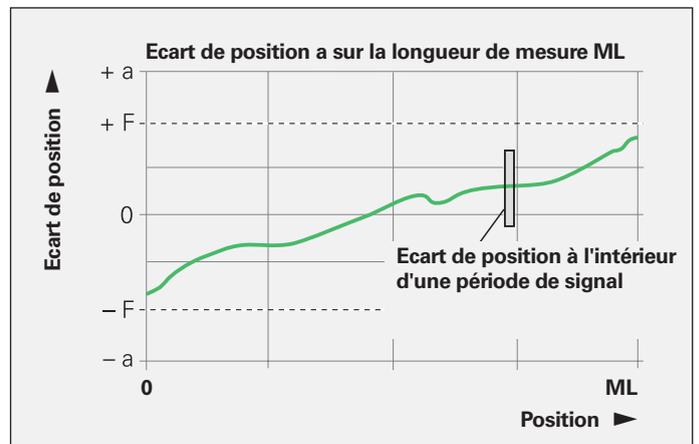
La précision des systèmes de mesure linéaire étanches est indiquée avec les classes de précision définies de la manière suivante: *Les valeurs extrêmes $\pm F$ des courbes de mesure sont situées dans la classe de précision de $\pm a$ pour une portion quelconque d'une course de mesure de 1 m max.. Elles sont calculées lors du contrôle final et inscrites sur le procès-verbal de mesure.*

Pour les systèmes de mesure linéaire étanches, ces données se rapportent à la règle de mesure, y compris la tête captrice; il s'agit alors de la précision du système.

Écarts de position à l'intérieur d'une période de signal

Les écarts de position à l'intérieur d'une période de signal dépendent de la période de signal du système de mesure ainsi que de la qualité du réseau de divisions et du balayage. A n'importe quelle position de mesure, ils sont inférieurs à $\pm 2\%$ de la période de signal; pour les systèmes de mesure linéaire LC et LS, ils sont généralement de $\pm 1\%$. Plus la période de signal est faible et plus les écarts de position à l'intérieur d'une période de signal sont réduits.

	Période de signal des signaux de balayage	Écarts de position u max. à l'intérieur d'une période de signal
LF	4 μm	env. $\pm 0,08 \mu\text{m}$
LC	20 μm	env. $\pm 0,2 \mu\text{m}$
LS	20 μm	env. $\pm 0,2 \mu\text{m}$
LB	40 μm	env. $\pm 0,8 \mu\text{m}$



Hersteller-Prüfzertifikat

DIN 55 350-18-4.2.2

Dieses Längenmessgerät wurde unter den strengen HEIDENHAIN-Qualitätsnormen hergestellt und geprüft. Die Positionsabweichung liegt bei einer Bezugstemperatur von 20 °C innerhalb der Genauigkeitsklasse $\pm 5,0 \mu\text{m}$.

Kalibriernormale:	Kalibrierzeichen:
Jod-stabilisierter He-Ne Laser	3659 PTB 02
Wasser-Tripelpunktzelle	171 PTB 02
Gallium-Schmelzpunktzelle	170 PTB 02
Barometer	4317 DKD-K-02301 03-06
Luftfeuchtemessgerät	01039 DKD-K-00305 03-04

Relative Luftfeuchtigkeit: max. 50 %

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
Postfach 1260 D-83292 Traunreut
☎ 086669 31-0 ☒ 086669 5061

Manufacturer's Inspection Certificate

DIN 55 350-18-4.2.2

This linear encoder has been manufactured and inspected in accordance with the stringent quality standards of HEIDENHAIN. The position error at a reference temperature of 20 °C lies within the accuracy grade $\pm 5.0 \mu\text{m}$.

Calibration standards:	Calibration reference:
Iodine-stabilized He-Ne Laser	3659 PTB 02
Water triple point cell	171 PTB 02
Gallium melting point cell	170 PTB 02
Pressure gauge	4317 DKD-K-02301 03-06
Hygrometer	01039 DKD-K-00305 03-04

Relative humidity: max. 50 %

Prüfer/Inspected by

MUSSNER G. / 07.04.2005

Messprotokoll

Die Messkurve zeigt Mittelwerte der Positionsabweichungen aus Vor- und Rückwärtsmessung.

Positionsabweichung F des Längenmessgerätes:

$$F = \text{Pos}_N - \text{Pos}_M$$

(Pos_N = Messposition des Vergleichsnormals, Pos_M = Messposition des Längenmessgerätes)

Messschritt: 1000 μm

Beginn der Messlänge bei Messposition: 0 mm

Erster Referenzimpuls bei Messposition:

Unsicherheit der Messung:
 $U_{95\%} = 0,2 \mu\text{m} + 0,6 \cdot 10^{-4} \cdot L$
(L = Länge des Messintervalls)

Calibration chart

The error curve shows mean values of the position errors from measurements in forward and backward direction.

Position error F of the linear encoder:

$$F = \text{Pos}_N - \text{Pos}_M$$

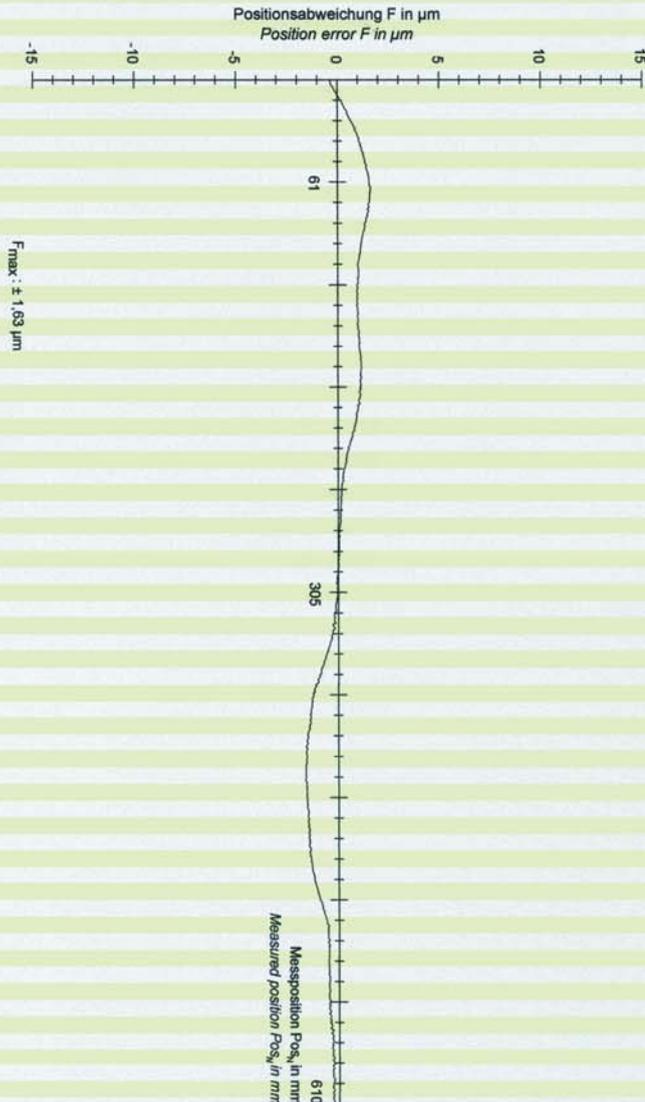
(Pos_N = measured position of the comparator standard, Pos_M = measured position of the linear encoder)

Measuring step: 1000 μm

Beginning of measuring length at measured position: 0 mm

First reference pulse at measured position:

Uncertainty of measurement:
 $U_{95\%} = 0,2 \mu\text{m} + 0,6 \cdot 10^{-4} \cdot L$
(L = measuring interval length)



Tous les systèmes de mesure linéaire de HEIDENHAIN sont contrôlés au niveau de leur bon fonctionnement avant leur livraison et leur précision est mesurée.

Les écarts de position sont mesurés en procédant à un déplacement dans les deux sens et la courbe moyenne est représentée sur le procès-verbal de mesure.

Le **certificat de contrôle du constructeur** atteste de la précision-système de chaque système de mesure. Les **étalons de référence** également indiqués renvoient – comme il est spécifié dans EN ISO 9001 – aux étalons nationaux ou internationaux reconnus.

Pour les séries LC, LF et LS décrites dans ce catalogue, un **procès-verbal de mesure** précise les écarts de position définis sur la longueur de mesure. Le pas de mesure ainsi que l'incertitude de mesure sont également indiqués.

Plage de température

Les systèmes de mesure linéaire sont contrôlés à une **température de référence** de 20 °C. La précision-système du système de mesure indiquée sur le procès-verbal de mesure est valable à cette température. La **plage de température de travail** indique entre quelles limites de température ambiante les systèmes de mesure linéaire peuvent fonctionner.

La **plage de température de stockage** est de -20 °C à 70 °C pour l'appareil dans son emballage.

Versions mécaniques des appareils et remarques relatives au montage

Systemes de mesure linéaire de petit profil

Il est conseillé de monter les systèmes de mesure linéaire LC, LF et LS de petit profil sur toute leur longueur et sur une surface usinée – notamment si les contraintes de dynamique sont élevées. De grandes longueurs de mesure et des charges d'accélération élevées peuvent être obtenues en utilisant un rail de montage ou des pièces de tension (avec LC 4x3 seulement).

Le montage est réalisé de manière à ce que les lèvres d'étanchéité soient dirigées vers le bas ou bien du côté opposé aux eaux de projection (cf. également *Généralités relatives aux caractéristiques mécaniques*).

Comportement thermique

Grâce à fixation rigide réalisée au moyen de deux vis M8, le comportement thermique des systèmes de mesure linéaire cadre amplement avec la surface d'appui. Si le système de mesure est installé au moyen d'un rail de montage, il est fixé au centre de la surface d'appui. Les éléments de fixation flexibles garantissent un comportement thermique reproductible.

Le **LF 481** équipé d'un support de mesure en acier dispose du même coefficient de dilatation thermique qu'une surface de montage en fonte grise ou en acier.

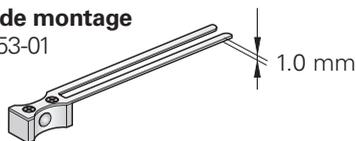
Montage

Le montage des systèmes de mesure linéaire étanches HEIDENHAIN est simple: Il suffit d'aligner le corps de la règle en plusieurs points sur le guidage de la machine. Pour aligner la règle de mesure, on peut aussi utiliser un talon ou des goupilles de butée. A l'aide du gabarit de montage, on peut facilement régler avec précision la distance entre le corps de la règle et la tête caprice. Il convient également de respecter les tolérances latérales.

Accessoire:

Gabarit de montage

ID 528753-01



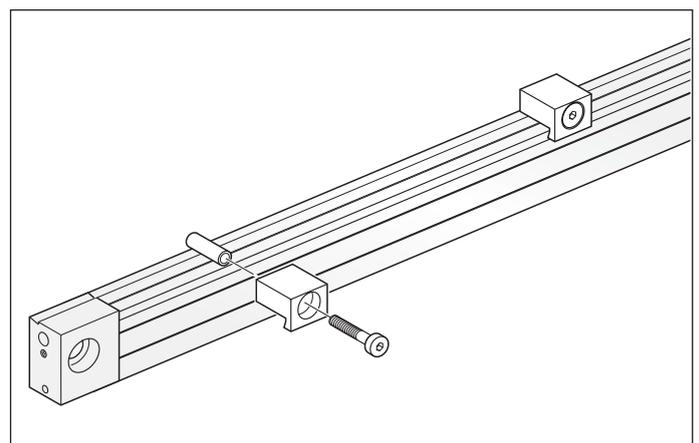
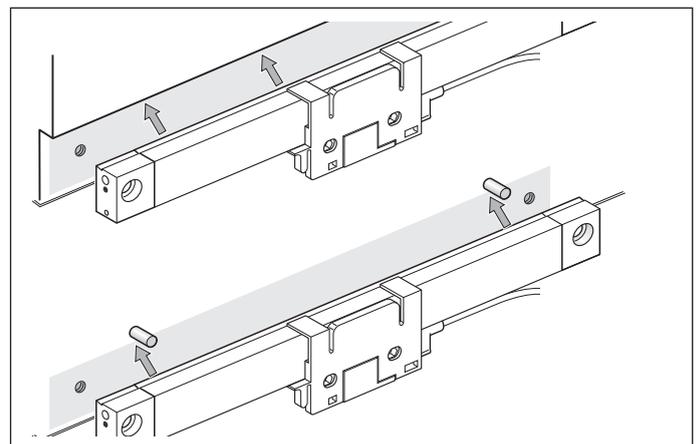
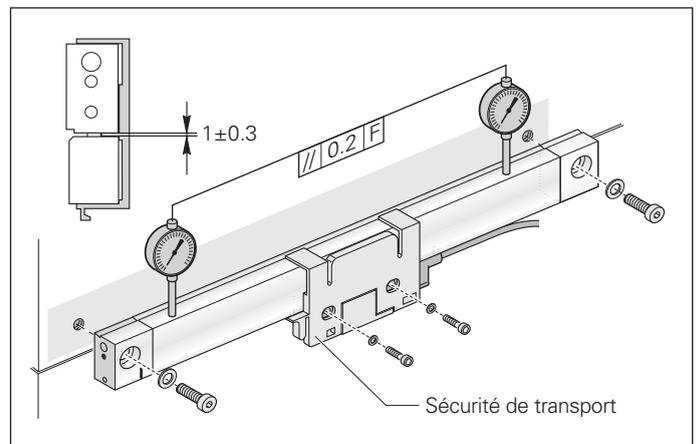
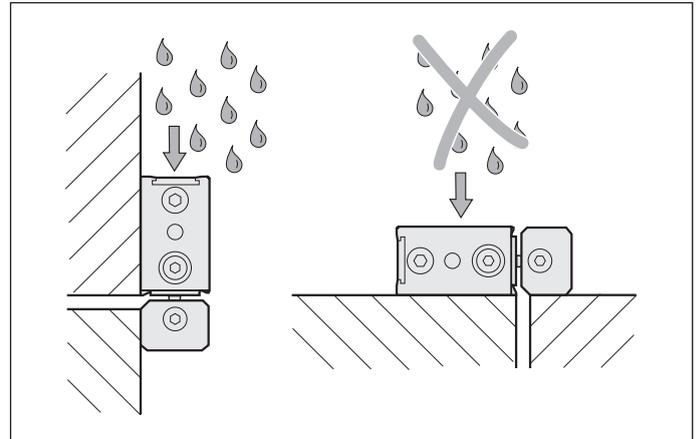
Montage à l'aide d'éléments tendeurs

Fixé en ses deux extrémités, le carter de la règle LC 4x3 peut être aussi maintenu tous les 400 mm sur la surface d'appui par des éléments tendeurs. Ainsi, on peut obtenir de manière simple une fixation au centre de la longueur de mesure (ce qui est conseillé à partir d'une longueur de 640 mm si les contraintes de dynamique sont élevées). Ceci permet d'installer le système de mesure sans rail de montage lorsque les longueurs de mesure dépassent 1240 mm.

Accessoire:

Éléments tendeurs

ID 556975-01



Retenue des écrous de fixation

Dans certaines situations, il peut s'avérer utile de retenir dans leur logement les écrous de fixation du socle de montage pour qu'ils ne s'échappent pas. Sur les LC 4x3 et LF 481, les écrous sont munis d'un joint torique. La LS 487 possède des logements PVC. Ceux-ci sont insérés dans la cavité et maintiennent l'écrou pendant le montage.

Montage avec rail de montage

Le montage des règles de petit profil réalisé au moyen du rail de montage présente un avantage certain. Le rail peut être fixé en même temps que le montage du bâti de la machine. Le système de mesure lui-même est ensuite tout simplement rapporté sur le rail lors du montage final. En cas de service après-vente, il peut être ainsi échangé sans problème.

Le **rail de montage universel** a été développé spécialement pour les LC 4x3 et LS 4x7 avec balayage à un seul champ¹⁾. Il est très facile à installer car les éléments nécessaires au serrage sont déjà prémontés. On peut adapter des systèmes de mesure linéaire avec embouts de fixation normaux et même – si les raisons de compatibilité l'exigent – des systèmes de mesure linéaire avec embouts courts.

Autres avantages:

- **Libre choix de la sortie de câble**

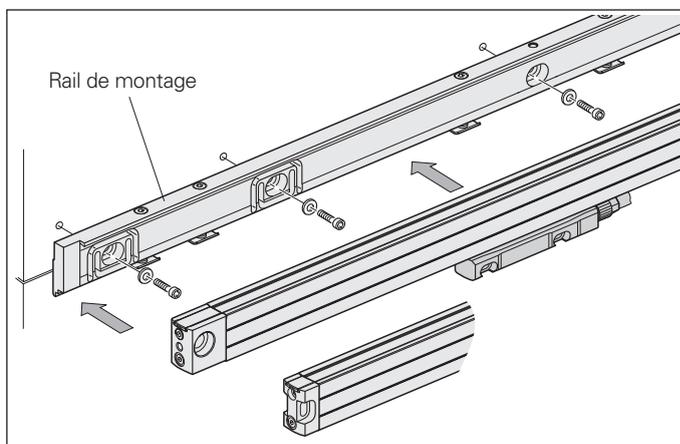
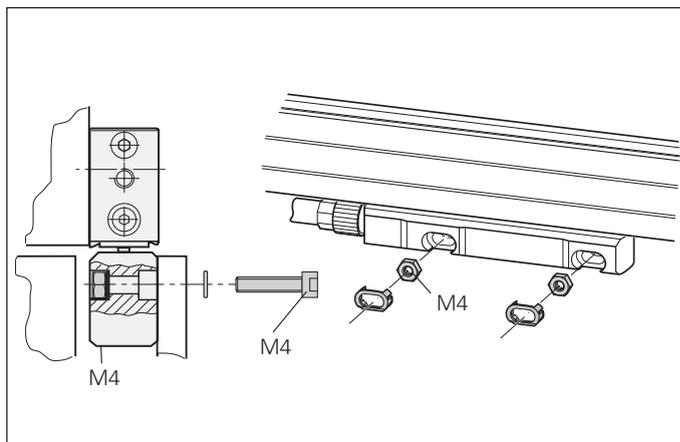
Les LC 4x3 et LS 4x7 avec balayage à un seul champ¹⁾ peuvent être montés d'un côté ou de l'autre à l'aide du rail de montage universel. On peut donc choisir une sortie de câble à droite ou à gauche – ce qui est très intéressant lorsque l'encombrement de montage est limité.

- **Versions compatibles au niveau du montage**

Le rail de montage universel et les LC 4x3 ou LS 4x7 avec balayage à un seul champ¹⁾ sont compatibles au niveau du montage avec les versions précédentes. On peut choisir n'importe quelle combinaison, par exemple une LS 4x6 avec rail de montage universel ou bien LC 4x3 avec l'ancien rail de montage. Bien entendu, seule la combinaison de la LC 4x3 ou LS 4x7 avec balayage à un seul champ et du rail de montage universel permet de choisir la sortie du câble.

Le rail de montage universel est en principe à commander séparément – y compris pour les longueurs de mesure supérieures à 1240 mm.

¹⁾ ID 56052x-xx



Systèmes de mesure linéaire de gros profil

Les systèmes de mesure linéaire LB, LC, LF et LS de gros profil sont montés sur toute leur longueur et sur une surface usinée. De ce fait, ils ont une **grande tenue aux vibrations**. Grâce à la disposition oblique de leurs lèvres d'étanchéité, les carters des règles de mesure peuvent faire l'objet d'un **montage universel** vertical ou horizontal tout en conservant le même indice de protection élevé.

Comportement thermique

Les systèmes de mesure linéaire de gros profil LB, LC, LF et LS 100 ont un comportement thermique optimisé:

Avec le **LF**, la règle de mesure en acier est collée sur un support en acier qui sera lui-même fixé directement sur la machine.

Sur le **LB**, le ruban de mesure en acier est serré directement sur l'élément de la machine. Le LB fait donc ainsi bloc avec toutes les fluctuations thermiques linéaires de la surface d'appui.

LC et **LS** sont fixés au centre de la surface d'appui. Les éléments de fixation flexibles permettent d'obtenir un comportement thermique reproductible.

Montage

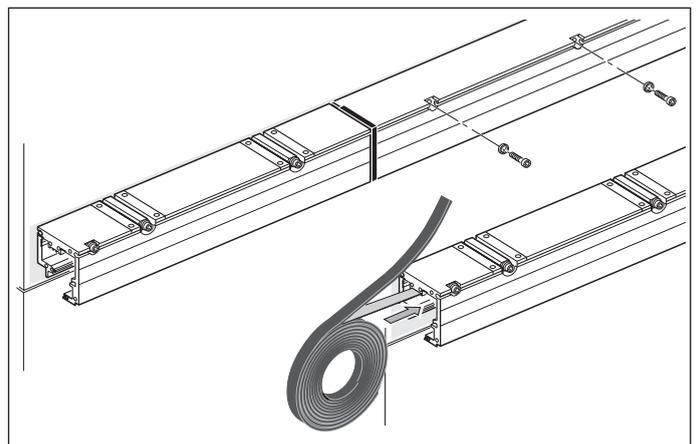
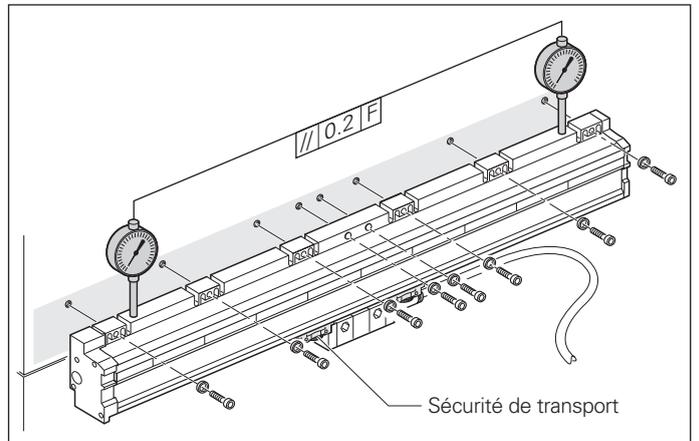
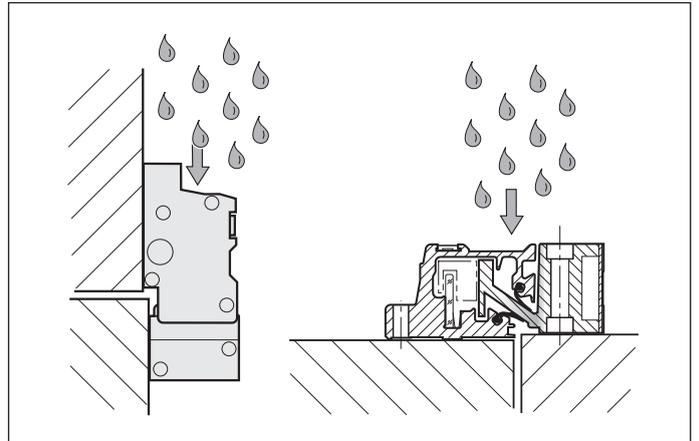
Lors du montage des systèmes de mesure linéaire étanches de HEIDENHAIN, la sécurité de transport détermine d'emblée la distance fonctionnelle entre la règle et la tête caprice. Il suffit d'aligner le corps de la règle en plusieurs points sur le guidage de la machine. Pour aligner la règle de mesure, on peut également utiliser un talon ou des goupilles de butée.

Montage du LB 382 – multiblocs

Le LB 382 qui dispose de longueurs de mesure supérieures à 3240 mm est monté sur la machine en plusieurs éléments:

- Montage et alignement des tronçons de carter
- Insertion du ruban de mesure sur toute la longueur, puis tension
- Insertion des lèvres d'étanchéité
- Installation de la tête caprice

Avec la tension du ruban de mesure, il est possible de réaliser une correction linéaire des défauts de la machine jusqu'à $\pm 100 \mu\text{m/m}$.



Généralités relatives aux caractéristiques mécaniques

Montage

Pour faciliter le passage des câbles, on visse le socle de montage de la tête caprice de préférence sur une partie fixe de la machine et le carter de la règle, sur une partie mobile. Il convient de choisir soigneusement l'**endroit destiné au montage** des systèmes de mesure linéaire afin de ne pas nuire à leur précision et à leur durée de vie.

- Le montage doit être réalisé le plus près possible du plan d'usinage afin de limiter le défaut d'Abbé
- Pour que l'appareil fonctionne de façon optimale, le système de mesure ne doit pas être soumis constamment à de fortes vibrations. Pour cette raison, utiliser pour le montage les parties massives de la machine; il convient d'éviter de monter le système de mesure sur des surfaces concaves ou sur des tasseaux. Avec les systèmes de mesure linéaire de petit profil, nous conseillons l'utilisation des versions avec rail de montage.
- Il faut éviter de monter les systèmes de mesure linéaire à proximité de sources de chaleur pour éviter les effets de température.

Accélération

En service et pendant le montage, les systèmes de mesure linéaire sont soumis à des accélérations de types divers.

- Les valeurs limites de la **tenue aux vibrations** sont valables pour des fréquences de 55 à 2000 Hz (**EN 60068-2-6**). Par exemple, si des résonances dues à l'application et au montage entraînent un dépassement des valeurs d'accélération admissibles, il peut arriver que le système de mesure soit endommagé. **Il convient donc de soumettre le système complet à de larges tests.**
- Les valeurs limites de l'accélération admissible (coup semi-sinusoïdal) par rapport à la **résistance aux chocs et aux coups** sont valables pour une durée de 11 ms (**EN 60068-2-27**). Il faut éviter impérativement de porter des coups de maillet ou autres outils, par exemple lors de l'alignement de l'appareil.

Force d'avance requise

Les valeurs limites qui sont indiquées sont les valeurs nécessaires pour déplacer la règle par rapport à la tête caprice.

Pièces soumises à l'usure

Les systèmes de mesure de HEIDENHAIN contiennent certaines pièces d'usure dont notamment:

- Source lumineuse LED
- Roulement
- Lèvres d'étanchéité

Indice de protection

Les **systèmes de mesure linéaire**

étanches ont l'indice de protection IP 53 selon **EN 60529** ou **IEC 60529** s'ils sont montés avec les lèvres d'étanchéité orientées à l'opposé des projections d'eau. Le cas échéant, prévoir un capot supplémentaire pour l'encastrement. Si le système de mesure linéaire est largement exposé à un nuage de liquide réfrigérant, l'**injection d'air comprimé** permet d'atteindre l'indice de protection **IP 64** et ainsi, d'éviter les risques d'encrassement. Pour cela, les systèmes de mesure linéaire LB, LC, LF et LS de HEIDENHAIN sont équipés en série d'orifices situés sur les embouts de la règle de mesure ainsi que sur le socle de montage de la tête caprice.

L'air comprimé injecté directement dans les systèmes de mesure doit être purifié au travers d'un microfiltre et être conforme aux normes de qualité selon **DIN ISO 8573-1**:

- Impuretés solides: Classe 1 (taille max. des particules 0,1 µm et densité max. des particules 0,1 mg/m³ à 1 · 10⁵ Pa)
- Teneur totale en huile: Classe 1 (concentration max. en huile 0,01 mg/m³ à 1 · 10⁵ Pa)
- Point de condensation de pression max: Classe 4, mais en conditions de référence +3 °C à 2 · 10⁵ Pa

La quantité d'air comprimé nécessaire est de 7 à 10 l/min. pour chaque système de mesure linéaire. La pression admissible est située dans une plage de 0,6 à 1 bar. Le raccordement d'air comprimé doit s'effectuer par l'intermédiaire de buses de raccordement avec régulateur intégré (compris dans la fourniture des systèmes de mesure LB, LC, LF, LS 1x6, LS 4x6).

Accessoire:

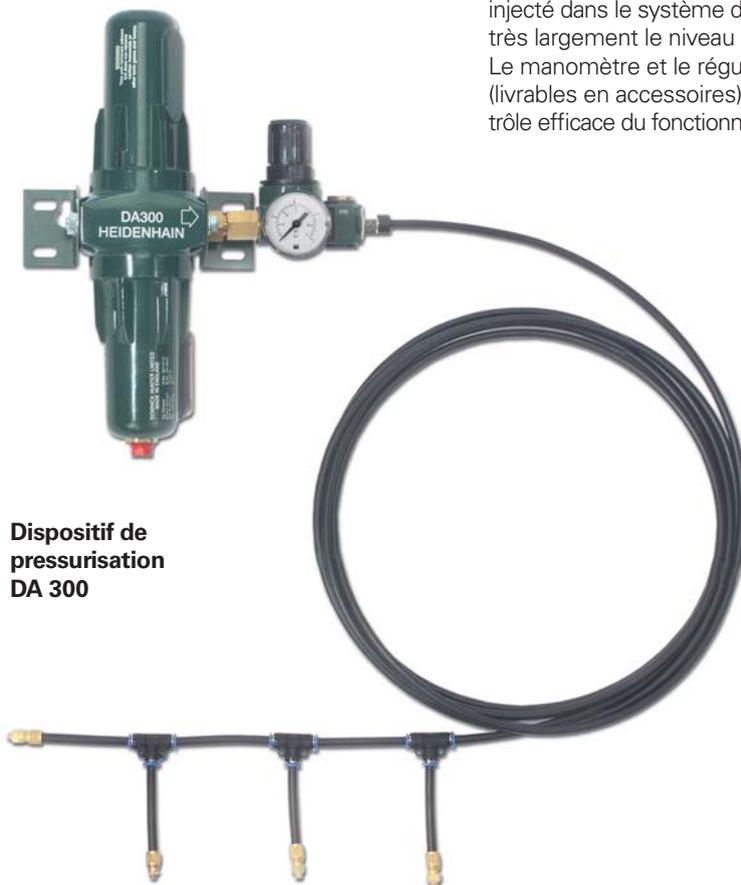
Raccord droit avec régulateur et joint ID 226270-xx

Raccord droit, court avec régulateur et joint ID 275239-xx

Raccord à vis M5 orientable avec joint ID 207834-xx

Pour le nettoyage et la maintenance de l'air comprimé, HEIDENHAIN propose le **dispositif de pressurisation DA 300**. Cet appareil comporte deux niveaux de filtrage (filtre surfin et filtre au charbon actif), un piège à condensat automatique et un régulateur de pression avec manomètre. La fourniture du DA 300 comprend aussi un tuyau de pressurisation de 25 m, des blocs distributeurs et buses avec régulateur pour quatre systèmes de mesure. On peut connecter jusqu'à 10 systèmes de mesure correspondant au total à une longueur de mesure max. de 35 m.

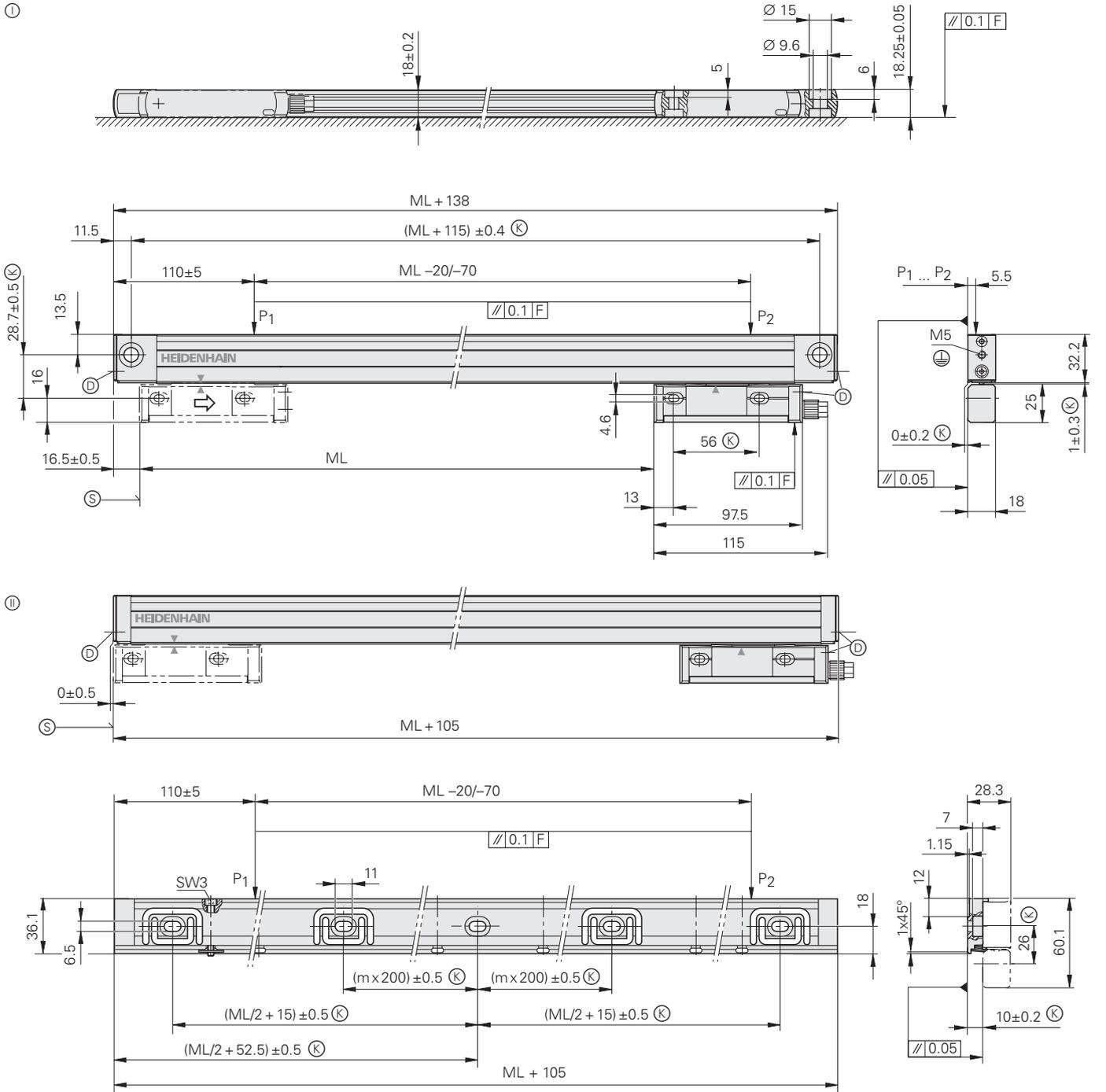
Avec une surpression de 7 bar, l'air comprimé injecté dans le système de mesure dépasse très largement le niveau de pureté requis. Le manomètre et le régulateur de pression (livrables en accessoires) assurent un contrôle efficace du fonctionnement du DA 300.



Dispositif de pressurisation DA 300

Série LC 400

- systèmes de mesure linéaire absolus pour pas de mesure jusqu'à 0,1 µm (résolution jusqu'à 0,005 µm)
- précision de positionnement et vitesses de déplacement élevées grâce au balayage à un seul champ
- pour espaces de montage réduits
- possibilité de mettre une autre tête caprice



Dimensions en mm



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

- ⊕ = Montage sans rail de montage (avec vis M8)
- ⊖ = Montage avec rail de montage (LC 483 représenté avec embouts courts; LC avec embouts normaux peut être aussi monté)
- F = Guidage de la machine
- P = Points de mesure pour dégauchissage
- ⊗ = Cotes de montage requises
- ⊙ = Raccordement d'air comprimé
- ⊙ = Début de la longueur de mesure ML (à la position 20 mm)
- ⇒ = Sens du déplacement de la tête caprice pour signaux de sortie conformes à la description de l'interface

Rail de montage

ML	m
70 ... 520	0
570 ... 920	1
1020 ... 1340	2
1440 ... 1740	3
1840 ... 2040	4



LC 483 sans rail de montage

LC 483 avec rail de montage

Caractéristiques techniques	LC 483	LC 493 F	LC 493 M ¹⁾
Support de la mesure Coef. de dilatation thermique	Règle DIADUR en verre avec piste codée et piste incrémentale α_{therm} env. $8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (montage \odot); avec rail de montage: α_{therm} env. $9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (montage \odot)		
Classe de précision*	$\pm 3 \mu\text{m}$; $\pm 5 \mu\text{m}$		
Longueur de mesure ML* en mm	Rail de montage* ou éléments tendeurs* en option 70 120 170 220 270 320 370 420 470 520 570 620 670 720 770 820 920 1020 1140 1240 Rail de montage* ou éléments tendeurs* nécessaires 1340 1440 1540 1640 1740 1840 2040		
Valeurs absolues de position	EnDat 2.2 Design. commande EnDat 02	Serial Interface Fanuc 02	High Speed Serial Interface Mitsubishi 02-4
Résolution Précision $\pm 3 \mu\text{m}$ Précision $\pm 5 \mu\text{m}$	0,005 μm 0,01 μm	0,01 μm 0,05 μm	
Durée de calcul t_{cal} Jeu de commandes EnDat 2.1 Jeu de commandes EnDat 2.2	< 1 ms $\leq 5 \mu\text{s}$	– –	
Signaux incrémentaux	$\sim 1 V_{\text{CC}}^{2)}$	–	
Période de division/de signal	20 μm	–	
Fréquence limite à -3dB	$\geq 150 \text{ kHz}$	–	
Tension d'alimentation sans charge	3,6 à 5,25 V/< 300 mA		
Raccordement électrique	Câble adaptateur séparé (1m/3 m/6 m/9 m) raccordable sur le socle de montage		
Longueur de câble³⁾	$\leq 150 \text{ m}$; en fonction de l'interface et de l'électronique consécutive	$\leq 30 \text{ m}$	$\leq 20 \text{ m}$
Vitesse de déplacement	$\leq 180 \text{ m/min.}$		
Force d'avance requise	$\leq 5 \text{ N}$		
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 11 ms Accélération	sans rail de montage: $\leq 100 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) avec rail de montage et sortie de câble à droite/gauche: $\leq 200 \text{ m/s}^2/100 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27) $\leq 100 \text{ m/s}^2$ dans le sens de la mesure		
Température de travail	0 à 50 °C		
Indice de protection EN 60529	IP 53 pour montage selon mode d'emploi IP 64 avec raccordement d'air comprimé via DA 300		
Poids	Appareil: 0,2 kg + 0,5 kg/m de longueur de mesure; rail de montage: 0,9 kg/m		

* à indiquer SVP à la commande

¹⁾ disponibilité prévue pour mi-2007

²⁾ en fonction du câble adaptateur

³⁾ avec câble HEIDENHAIN



Caractéristiques techniques	LC 183	LC 193 F	LC 193M ¹⁾
Support de la mesure Coef. de dilatation thermique	Règle DIADUR en verre avec piste codée et piste incrémentale $\alpha_{\text{therm}} \text{ env. } 8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
Classe de précision*	$\pm 3 \mu\text{m}$ (longueur de mesure jusqu'à 3040); $\pm 5 \mu\text{m}$		
Longueur de mesure ML* en mm	140 240 340 440 540 640 740 840 940 1040 1140 1240 1340 1440 1540 1640 1740 1840 2040 2240 2440 2640 2840 3040 3240 3440 3640 3840 4040 4240		
Valeurs absolues de position	EnDat 2.2 <i>Désign. commande EnDat 02</i>	Serial Interface Fanuc 02	High Speed Serial Interface Mitsubishi 02-4
Résolution <i>Précision $\pm 3 \mu\text{m}$</i> <i>Précision $\pm 5 \mu\text{m}$</i>	0,005 μm 0,01 μm	0,01 μm 0,05 μm	
Durée de calcul t_{cal} <i>Jeu de commandes EnDat 2.1</i> <i>Jeu de commandes EnDat 2.2</i>	< 1 ms $\leq 5 \mu\text{s}$	– –	
Signaux incrémentaux	$\sim 1 V_{\text{CC}}^{2)}$	–	
Période de division/de signal	20 μm	–	
Fréquence limite à -3dB	$\geq 150 \text{ kHz}$	–	
Tension d'alimentation sans charge	3,6 à 5,25 V/< 300 mA		
Raccordement électrique	Câble adaptateur séparé (1m/3 m/6 m/9 m) raccordable des deux côtés sur le socle de montage		
Longueur de câble³⁾	$\leq 150 \text{ m}$; en fonction de l'interface et de l'électronique consécutive	$\leq 30 \text{ m}$	$\leq 20 \text{ m}$
Vitesse de déplacement	$\leq 180 \text{ m/min.}$		
Force d'avance requise	$\leq 4 \text{ N}$		
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 11 ms Accélération	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27) $\leq 100 \text{ m/s}^2$ dans le sens de la mesure		
Température de travail	0 à 50 °C		
Indice de protection EN 60529	IP 53 pour montage selon mode d'emploi IP 64 avec raccordement d'air comprimé via DA 300		
Poids	0,4 kg + 3,3 kg/m de longueur de mesure		

* à indiquer SVP à la commande

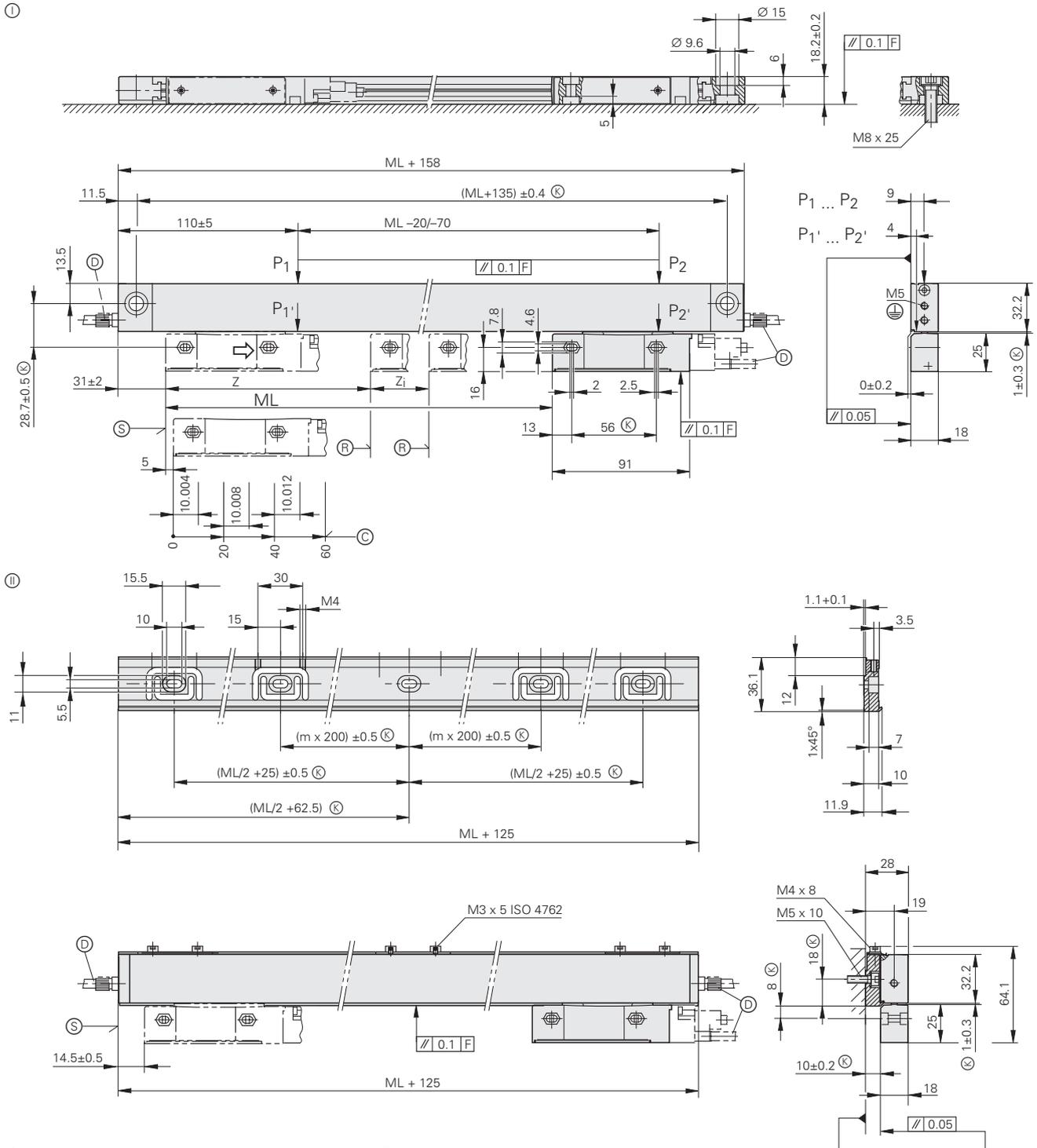
¹⁾ disponibilité prévue pour mi-2007

²⁾ en fonction du câble adaptateur

³⁾ avec câble HEIDENHAIN

LF 481

- système de mesure linéaire incrémental pour pas de mesure jusqu'à 0,1 µm
- grande précision de positionnement grâce au balayage à un seul champ
- comportement thermique analogue à celui de l'acier ou de la fonte grise
- pour espaces de montage réduits



Dimensions en mm



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

- ⊙ = Montage sans rail de montage
- ⊖ = Montage avec rail de montage
- F = Guidage de la machine
- P = Points de mesure pour dégauchissage
- ⊕ = Cotes de montage requises
- ⊗ = Raccordement d'air comprimé
- ⊙ = Position marques de référence LF 481
2 marques de réf. pour longueurs de mesure
50 ... 1000 | 1120 ... 1220
z = 25 | z = 35
z_i = ML - 50 | z_i = ML - 70
- ⊙ = Position marques de référence LF 481 C
- ⊖ = Début de la longueur de mesure ML
- ⇒ = Sens du déplacement de la tête caprice pour signaux de sortie conformes à la description de l'interface

Rail de montage

ML	m
50 ... 500	0
550 ... 900	1
1000 ... 1220	2



LF 481 sans rail de montage

LF 481 avec rail de montage

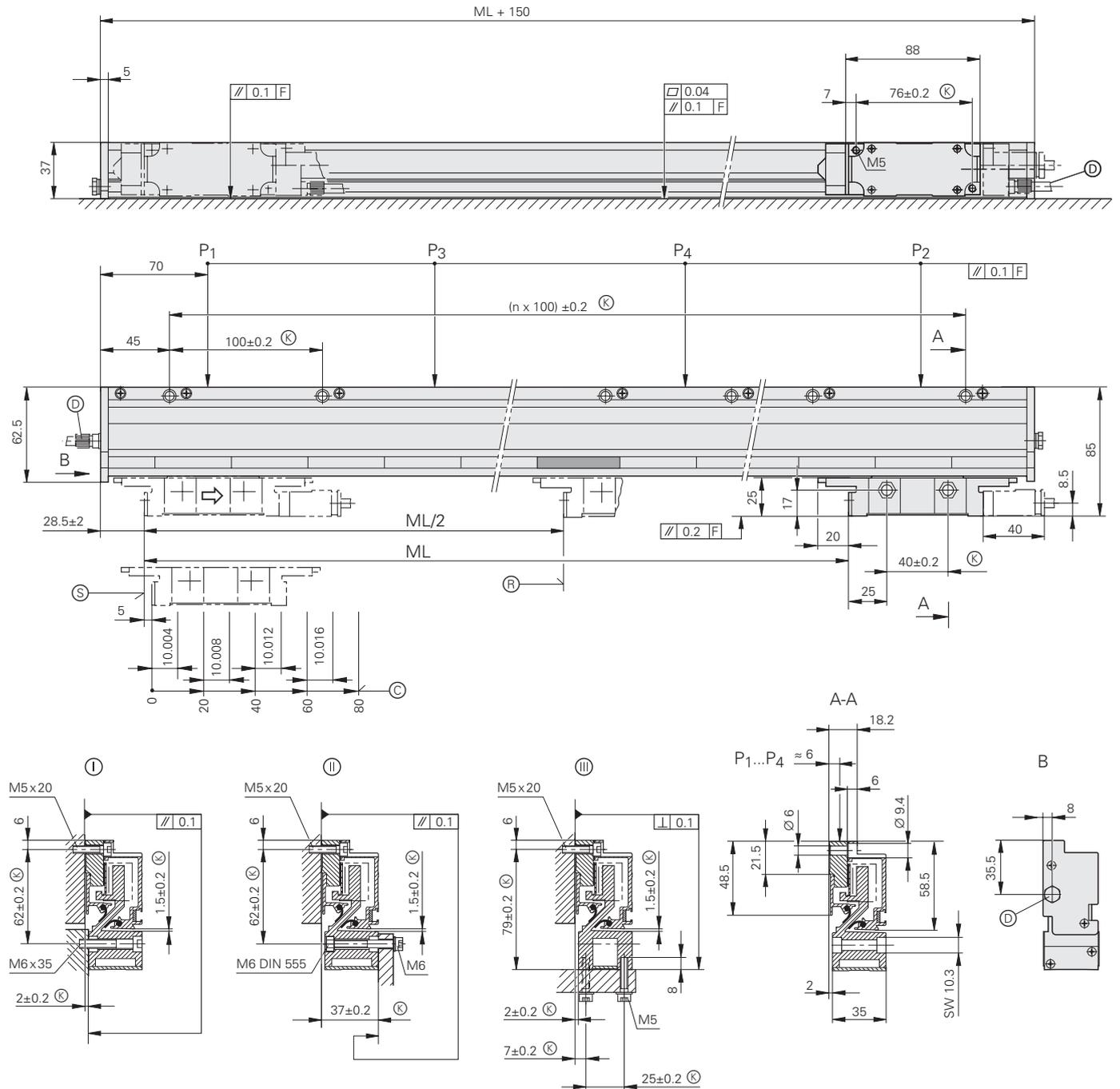
Caractéristiques techniques	LF 481
Support de la mesure Coef. de dilatation thermique	Réseau de phases DIADUR sur acier $\alpha_{\text{therm}} \text{ env. } 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Classe de précision*	$\pm 3 \mu\text{m}; \pm 5 \mu\text{m}$
Longueur de mesure ML* en mm	Rail de montage* conseillé 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 900 1000 1120 1220
Signaux incrémentaux	$\sim 1 V_{CC}$
Période de division Période de signal	8 μm 4 μm
Marques de référence* <i>LF 481</i> <i>LF 481 C</i>	<i>ML 50 mm</i> : 1 marque de référence au centre <i>ML 100 à 1000 mm</i> : 2 marques de référence à 25 mm du début et de la fin de la longueur de mesure <i>à partir de ML 1120 mm</i> : 2 marques de référence à 25 mm du début/de la fin de la longueur de mesure à distances codées
Fréquence limite à -3dB	$\geq 200 \text{ kHz}$
Tension d'alimentation sans charge	5V $\pm 5 \%$ / < 200 mA
Raccordement électrique	Câble adaptateur séparé (1m/3 m/6 m/9 m) raccordable sur le socle de montage
Longueur de câble¹⁾	$\leq 150 \text{ m}$
Vitesse de déplacement	$\leq 30 \text{ m/min.}$
Force d'avance requise	$\leq 5 \text{ N}$
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 11 ms Accélération	$\leq 80 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 100 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27) $\leq 30 \text{ m/s}^2$ dans le sens de la mesure
Température de travail	0 à 50 °C
Indice de protection EN 60529	IP 53 pour montage selon mode d'emploi IP 64 avec raccordement d'air comprimé via DA 300
Poids sans rail de montage	0,4 kg + 0,5 kg/m de longueur de mesure

* à indiquer SVP à la commande

¹⁾ avec câble HEIDENHAIN

LF 183

- système de mesure linéaire incrémental pour pas de mesure jusqu'à 0,1 µm
- grande précision de positionnement grâce au balayage à un seul champ
- comportement thermique analogue à celui de l'acier ou de la fonte grise
- grande tenue aux vibrations
- montage horizontal possible



Dimensions en mm



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

Ⓘ, ⓓ,

ⓓ = Possibilités de montage

F = Guidage de la machine

P = Points de mesure pour dégauchissage

(K) = Cotes de montage requises

(A) = Raccordement d'air comprimé

(B) = Position marques de référence LF 183

(C) = Position marques de référence LF 183C

(S) = Début de la longueur de mesure ML

⇒ = Sens du déplacement de la tête captrice pour signaux de sortie conformes à la description de l'interface



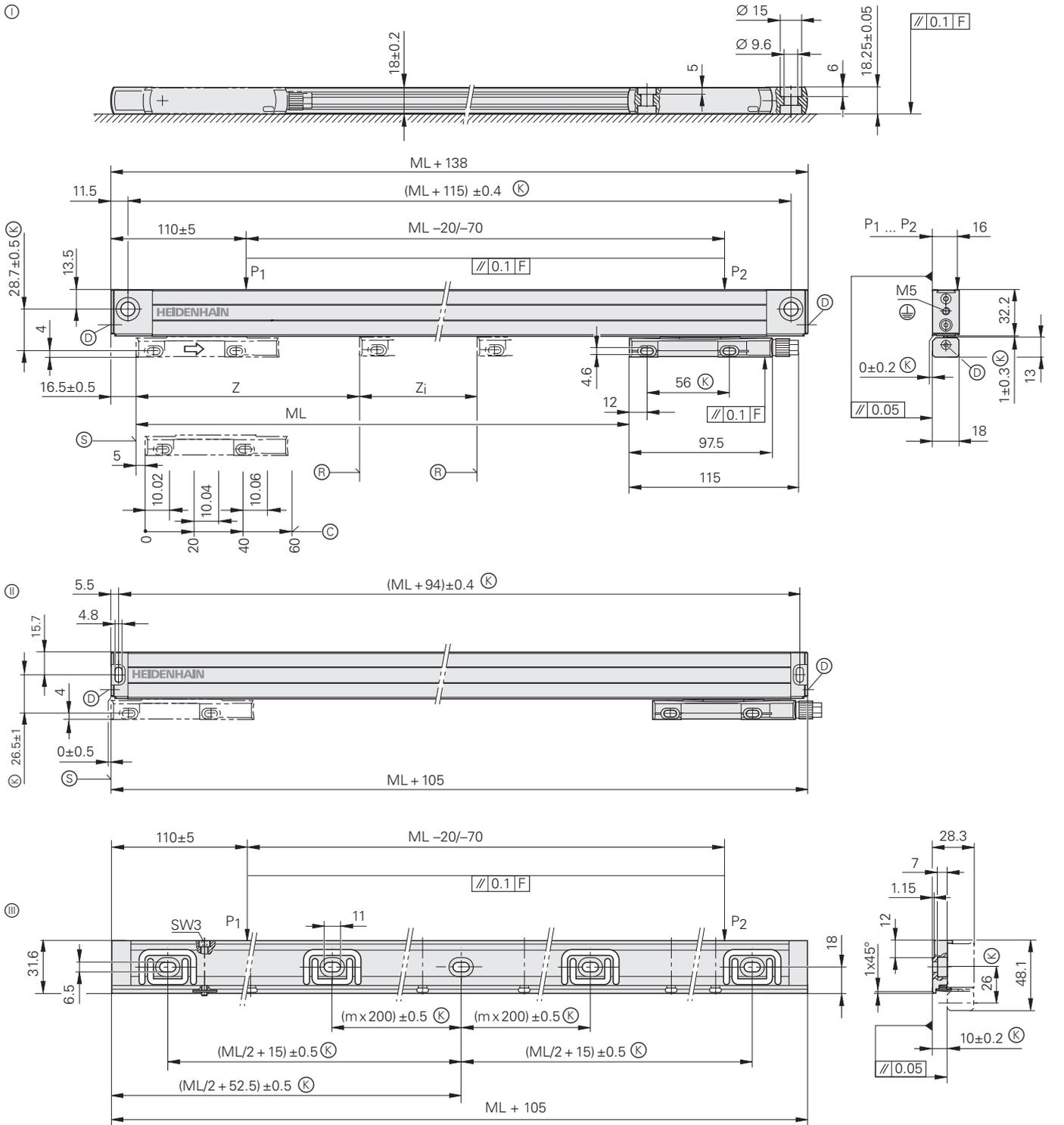
Caractéristiques techniques	LF 183
Support de la mesure Coef. de dilatation thermique	Réseau de phases DIADUR sur acier $\alpha_{\text{therm}} \text{ env. } 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Classe de précision*	$\pm 3 \mu\text{m}; \pm 2 \mu\text{m}$
Longueur de mesure ML* en mm	140 240 340 440 540 640 740 840 940 1040 1140 1240 1340 1440 1540 1640 1740 1840 2040 2240 2440 2640 2840 3040
Signaux incrémentaux	$\sim 1 V_{\text{CC}}$
Période de division Période de signal	8 μm 4 μm
Marques de référence* <i>LF 183</i> <i>LF 183C</i>	tous les 50 mm, sélectionnables avec aimants; Configuration par défaut: 1 marque de référence au centre; à distances codées
Fréquence limite à -3dB	$\geq 200 \text{ kHz}$
Tension d'alimentation sans charge	5V $\pm 5 \%$ / < 200 mA
Raccordement électrique	Câble adaptateur séparé (1m/3 m/6 m/9 m) raccordable sur le socle de montage
Longueur de câble¹⁾	$\leq 150 \text{ m}$
Vitesse de déplacement	$\leq 60 \text{ m/min.}$
Force d'avance requise	$\leq 4 \text{ N}$
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 11 ms Accélération	$\leq 150 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27) $\leq 100 \text{ m/s}^2$ dans le sens de la mesure
Température de travail	0 à 40 °C
Indice de protection EN 60529	IP 53 pour montage selon mode d'emploi IP 64 avec raccordement d'air comprimé via DA 300
Poids	1,1 kg + 3,8 kg/m de longueur de mesure

* à indiquer SVP à la commande

¹⁾ avec câble HEIDENHAIN

LS 487

- système de mesure linéaire incrémental pour pas de mesure jusqu'à 0,5 µm
- pour espaces de montage réduits
- avec balayage à un seul champ



Dimensions en mm



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

⊕ = Montage sans rail de montage
(avec vis M8)

⊖ = Embout court, rechange pour version
précédente avec ou sans rail de montage.
Fixation directe avec vis M4: Restrictions
des caractéristiques techniques.

⊕ = Montage avec rail de montage

F = Guidage de la machine

P = Points de mesure pour dégauchissage

⊗ = Cotes de montage requises

⊕ = Raccordement d'air comprimé

⊖ = Position marques de référence LF 487

1 marque de référence au centre de la

longueur de mesure pour ML = 70

2 marques de réf. pour longueurs de mesure

120 ... 1020	1140 ... 2040
--------------	---------------

Z = 35

Z = 45

Z_i = ML - 70

Z_i = ML - 90

⊖ = Position marques de référence LS 487 C

⊖ = Début de la longueur de mesure ML
⇒ = Sens du déplacement de la tête caprice
pour signaux de sortie conformes à la
description de l'interface

Rail de montage

ML	m
70 ... 520	0
570 ... 920	1
1020 ... 1340	2
1440 ... 1740	3
1840 ... 2040	4



LS 487 sans rail de montage



LS 487 avec rail de montage

Caractéristiques techniques		LS 487 ¹⁾
Support de la mesure Coef. de dilatation thermique		Règle de mesure en verre avec réseau de divisions DIADUR $\alpha_{\text{therm}} \text{ env. } 8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (montage ①/②); avec rail de montage: $\alpha_{\text{therm}} \text{ env. } 9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (montage ③)
Classe de précision*		$\pm 5 \mu\text{m}$; $\pm 3 \mu\text{m}$
Longueur de mesure ML* en mm		Rail de montage* en option 70 120 170 220 270 320 370 420 470 520 570 620 670 720 770 820 920 1020 1140 1240 Rail de montage* nécessaire 1340 1440 1540 1640 1740 1840 2040
Marques de référence*	LS 487 LS 487C	tous les 50 mm, sélectionnables avec aimants; en standard: ML 70 mm: 1 au centre; ML jusqu'à 1020 mm: 2 marques à 35 mm du début/de la fin de la longueur de mesure; à partir de ML 1140 mm: 2 marques à 45 mm du début/de la fin de la longueur de mesure à distances codées
Signaux incrémentaux		$\sim 1 V_{\text{CC}}$
Période de division/de signal		20 μm
Fréquence limite à -3dB		$\geq 150 \text{ kHz}$
Tension d'alimentation sans charge		5V $\pm 5 \%$ / < 120 mA
Raccordement électrique		Câble adaptateur séparé (1m/3 m/6 m/9 m) raccordable sur le socle de montage
Longueur de câble²⁾		$\leq 150 \text{ m}$
Vitesse de déplacement		$\leq 120 \text{ m/min.}$
Force d'avance requise		$\leq 5 \text{ N}$
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 11 ms Accélération		sans rail de montage: $\leq 100 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) avec rail de montage et sortie de câble à droite/gauche: $\leq 200 \text{ m/s}^2 / 100 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27) $\leq 100 \text{ m/s}^2$ dans le sens de la mesure
Température de travail		0 à 50 °C
Indice de protection EN 60529		IP 53 pour montage selon mode d'emploi IP 64 avec raccordement d'air comprimé via DA 300
Poids		0,4 kg + 0,5 kg/m de longueur de mesure

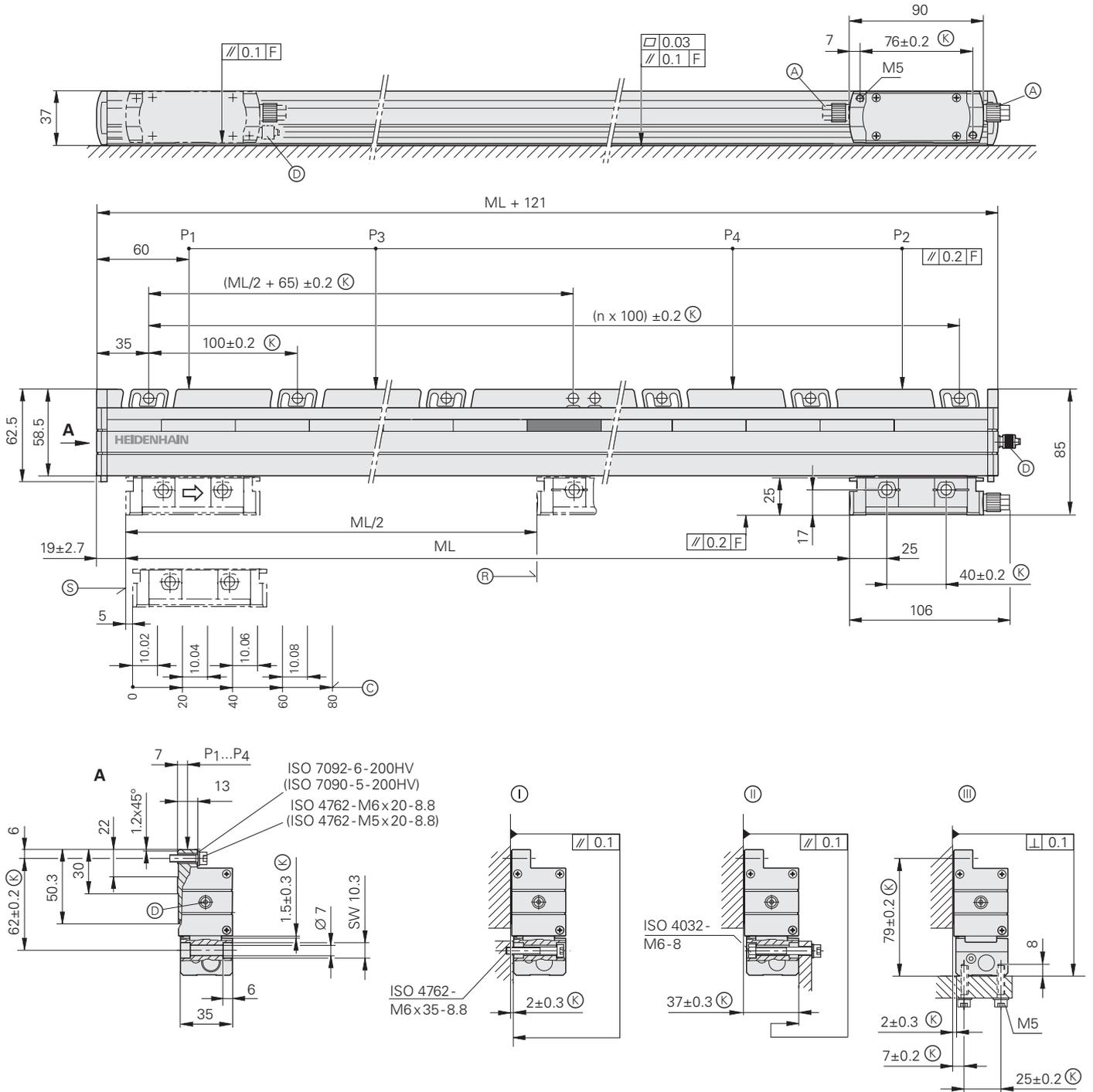
* à indiquer SVP à la commande

¹⁾ ID 56052x-xx

²⁾ avec câble HEIDENHAIN

LS 187

- système de mesure linéaire incrémental pour pas de mesure jusqu'à 0,5 µm
- comportement thermique défini
- grande tenue aux vibrations
- montage horizontal possible
- avec balayage à un seul champ



Dimensions en mm



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

Ⓚ, Ⓛ,

Ⓜ = Possibilités de montage

F = Guidage de la machine

P = Points de mesure pour dégauchissage

Ⓐ = Câble adaptateur raccordable des deux côtés

Ⓞ = Cotes de montage requises

Ⓟ = Raccordement d'air comprimé utilisable des deux côtés

Ⓠ = Position marques de référence LS 1xx

Ⓡ = Position marques de référence LS 1xxC

Ⓢ = Début de la longueur de mesure ML

⇒ = Sens du déplacement de la tête caprice pour signaux de sortie conformes à la description de l'interface



Caractéristiques techniques	LS 187 ¹⁾
Support de la mesure Coef. de dilatation thermique	Règle de mesure en verre avec réseau de divisions DIADUR $\alpha_{\text{therm}} \text{ env. } 8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Classe de précision*	$\pm 5 \mu\text{m}; \pm 3 \mu\text{m}$
Longueur de mesure ML* en mm	140 240 340 440 540 640 740 840 940 1040 1140 1240 1340 1440 1540 1640 1740 1840 2040 2240 2440 2640 2840 3040
Marques de référence*	LS 187 LS 187C tous les 50 mm, sélectionnables par aimant; configuration standard: 1 marque de référence au centre; à distances codées
Signaux incrémentaux	$\sim 1 V_{\text{CC}}$
Période de division/de signal	20 μm
Fréquence limite à -3dB	$\geq 150 \text{ kHz}$
Tension d'alimentation sans charge	5 V $\pm 5 \%$ / < 120 mA
Raccordement électrique	Câble adaptateur séparé (1m/3 m/6 m/9 m) raccordable sur le socle de montage
Longueur de câble²⁾	$\leq 150 \text{ m}$
Vitesse de déplacement	$\leq 120 \text{ m/min.}$
Force d'avance requise	$\leq 4 \text{ N}$
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 11 ms Accélération	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 400 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27) $\leq 60 \text{ m/s}^2$ dans le sens de la mesure
Température de travail	0 à 50 °C
Indice de protection EN 60529	IP 53 pour montage selon mode d'emploi IP 64 avec raccordement d'air comprimé via DA 300
Poids	0,4 kg + 2,3 kg/m de longueur de mesure

* à indiquer SVP à la commande

¹⁾ livrable à partir de fin 2006; caractéristiques techniques provisoires

²⁾ avec câble HEIDENHAIN



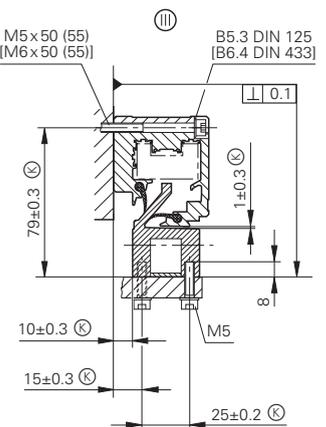
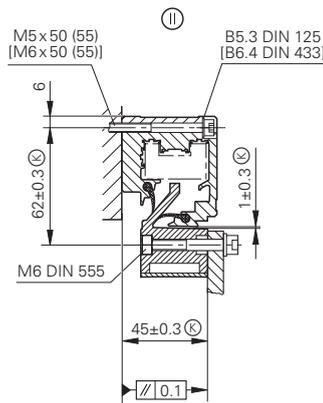
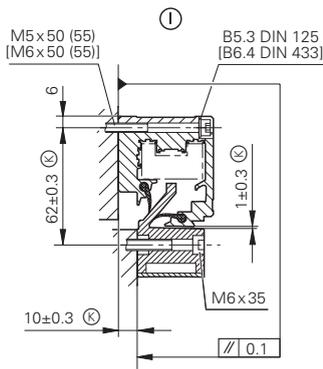
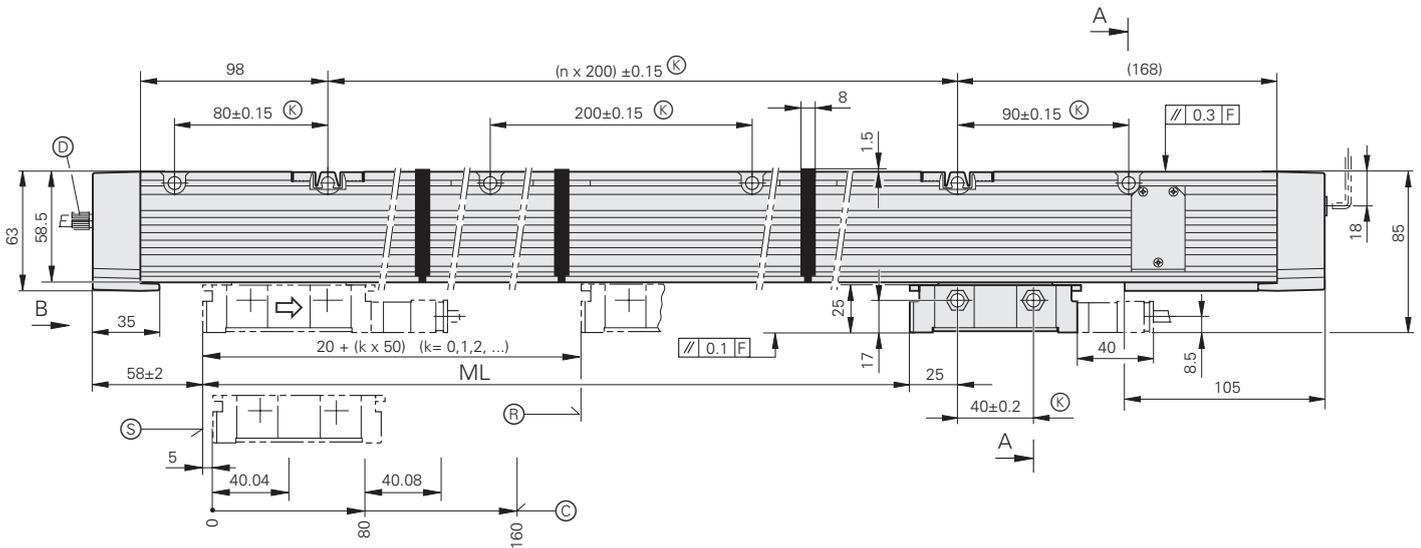
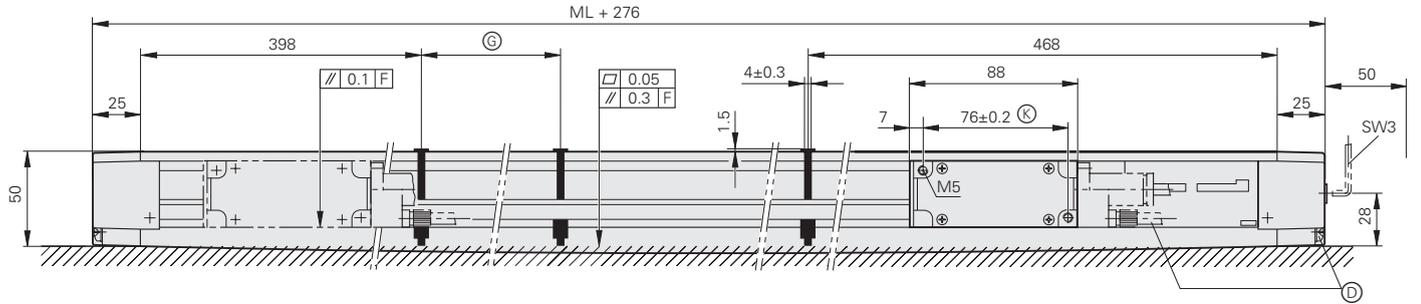
Caractéristiques techniques	LB 382 pour ML jusqu'à 3040 mm
Support de la mesure Coef. de dilatation thermique	Ruban en acier inoxydable avec réseau de traits AURODUR $\alpha_{\text{therm}} \text{ env. } 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Classe de précision	$\pm 5 \mu\text{m}$
Longueur de mesure ML* en mm	appareil monobloc complet 440 640 840 1040 1240 1440 1640 1840 2040 2240 2440 2640 2840 3040
Marques de référence* <i>LB 382</i> <i>LB 382 C</i>	tous les 50 mm, sélectionnables par pièces de validation; configuration standard: 1 marque de référence au centre; à distances codées
Signaux incrémentaux	$\sim 1 V_{\text{CC}}$
Période de division/de signal	40 μm
Fréquence limite à -3dB	$\geq 250 \text{ kHz}$
Tension d'alimentation sans charge	$5 \text{ V} \pm 5 \% / < 150 \text{ mA}$
Raccordement électrique	Câble adaptateur séparé (1m/3 m/6 m/9 m) raccordable sur le socle de montage
Longueur de câble¹⁾	$\leq 150 \text{ m}$
Vitesse de déplacement	$\leq 120 \text{ m/min. (180 m/min. sur demande)}$
Force d'avance requise	$\leq 15 \text{ N}$
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 11 ms Accélération	$\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27) $\leq 60 \text{ m/s}^2$ dans le sens de la mesure
Température de travail	0 à 50 °C
Indice de protection EN 60529	IP 53 pour montage selon mode d'emploi IP 64 avec raccordement d'air comprimé via DA 300
Poids	1,3 kg + 3,6 kg/m de longueur de mesure

* à indiquer SVP à la commande

¹⁾ avec câble HEIDENHAIN

LB 382 pour longueurs de mesure jusqu'à 30040 mm (appareil multi-blocs)

- système de mesure linéaire incrémental pour grandes longueurs de mesure jusqu'à 30 m
- Pas de mesure jusqu'à 0,1 µm
- précision de positionnement et vitesses de déplacement élevées grâce au balayage à un seul champ
- montage horizontal possible
- livraison possible d'une version inversée

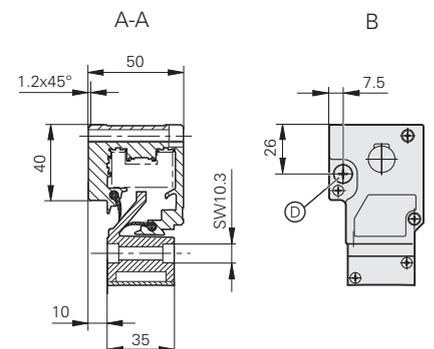


Dimensions en mm



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

- ⓪, ⓑ, ⓓ = Possibilités de montage
- F = Guidage de la machine
- ⓐ = Cotes de montage requises
- ⓑ = Raccordement d'air comprimé
- ⓓ = Position marques de référence LB 382
- ⓐ = Position marques de référence LB 382 C
- ⓑ = Début de la longueur de mesure ML
- ⓓ = Longueur des tronçons de carter
- ⇒ = Sens du déplacement de la tête caprice pour signaux de sortie conformes à la description de l'interface





Caractéristiques techniques	LB 382 pour ML à partir de 3240 mm
Support de la mesure Coef. de dilatation thermique	Ruban en acier inoxydable avec réseau de traits AURODUR identique à celui du bâti de la machine
Classe de précision	$\pm 5 \mu\text{m}$
Longueur de mesure ML*	Kit de montage avec ruban de mesure AURODUR monobloc et tronçons de carter pour ML de 3240 mm à 30040 mm et par pas de 200 mm. Longueur des tronçons de carter: 1000 mm, 1200 mm, 1400 mm, 1600 mm, 1800 mm, 2000 mm
Marques de référence*	LB 382 LB 382 C
	tous les 50 mm, sélectionnables par pièces de validation; à distances codées
Signaux incrémentaux	$\sim 1 V_{CC}$
Période de division/de signal	40 μm
Fréquence limite à -3dB	$\geq 250 \text{ kHz}$
Tension d'alimentation sans charge	5 V $\pm 5 \%$ / < 150 mA
Raccordement électrique	Câble adaptateur séparé (1 m/3 m/6 m/9 m) raccordable sur le socle de montage
Longueur de câble¹⁾	$\leq 150 \text{ m}$
Vitesse de déplacement	$\leq 120 \text{ m/min.}$
Force d'avance requise	$\leq 15 \text{ N}$
Vibrations 55 à 2000 Hz Chocs 11 ms Accélération	$\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27) $\leq 60 \text{ m/s}^2$ dans le sens de la mesure
Température de travail	0 à 50 °C
Indice de protection EN 60529	IP 53 pour montage selon mode d'emploi IP 64 avec raccordement d'air comprimé via DA 300
Poids	1,3 kg + 3,6 kg/m de longueur de mesure

* à indiquer SVP à la commande

¹⁾ avec câble HEIDENHAIN

Interfaces

Signaux incrémentaux $\sim 1 V_{CC}$

Les systèmes de mesure HEIDENHAIN équipés de l'interface $\sim 1 V_{CC}$ délivrent des signaux de tension capables de subir une forte interpolation

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

Le **signal de référence** R a une partie utile G d'environ 0,5 V. A proximité de la marque de référence, le signal de sortie peut descendre à une valeur de repos H jusqu'à 1,7 V. Ceci ne doit pas entraîner une surmodulation de l'électronique consécutive. Les crêtes de signal peuvent également apparaître avec une amplitude G au niveau de repos bas.

L'**amplitude du signal** indiquée est valable pour la tension d'alimentation appliquée sur le système de mesure et précisée dans les caractéristiques techniques. Elle se réfère à une mesure différentielle à impédance de 120 ohms entre les sorties connexes. L'amplitude du signal varie en fonction de l'augmentation de la fréquence. La **fréquence limite** donne la fréquence à laquelle une certaine fraction de l'amplitude d'origine du signal est conservée:

- Fréquence limite à -3 dB: 70 % de l'amplitude du signal
- Fréquence limite à -6 dB: 50 % de l'amplitude du signal

Interpolation/résolution/pas de mesure

Les signaux de sortie de l'interface $1 V_{CC}$ sont généralement interpolés dans l'électronique consécutive de manière à obtenir des résolutions suffisamment élevées. Pour l'**asservissement de vitesse**, on utilise fréquemment des facteurs d'interpolation supérieurs à 1000 pour conserver des informations de vitesse exploitables, y compris à des vitesses réduites.

Les caractéristiques techniques comportent des résolutions conseillées pour l'**enregistrement de position**. Pour les applications spéciales, d'autres résolutions sont également possibles.

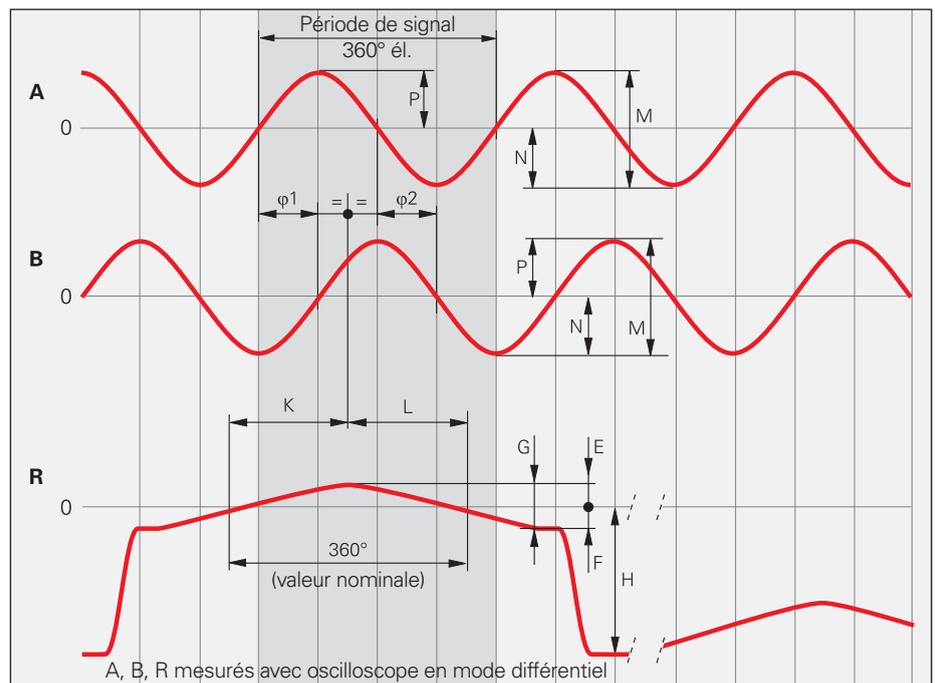
Résistance aux courts-circuits

Un bref court-circuit sur une sortie de signal à 0 V ou U_P n'engendre pas une panne de l'appareil mais il ne s'agit pas non plus d'un état de fonctionnement admis.

Court-circuit à	20 °C	125 °C
une sortie	< 3 min.	< 1 min.
toutes les sorties	< 20 s	< 5 s

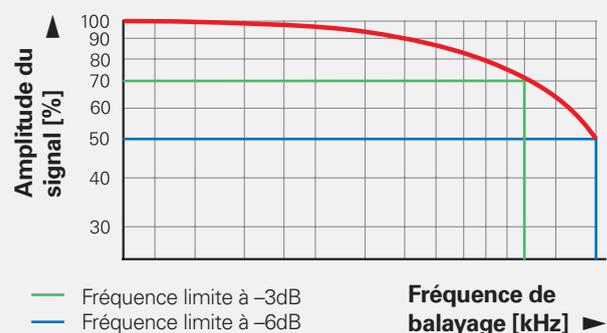
Interface	Signaux de tension sinusoïdaux $\sim 1 V_{CC}$
Signaux incrémentaux	2 signaux sinusoïdaux A et B Amplitude du signal M: 0,6 à 1,2 V_{CC} ; 1 V_{CC} typ. Ecart de symétrie $ P - N /2M$: $\leq 0,065$ Rapport de signal M_A/M_B : 0,8 à 1,25 Angle de phase $ \varphi_1 + \varphi_2 /2$: $90^\circ \pm 10^\circ$ él.
Signal de référence	1 ou plusieurs crêtes de signal R Partie utile G: 0,2 à 0,85 V Valeur de repos H: 0,04 V à 1,7 V Ecart de commutation E, F: ≥ 40 mV Passages à zéro K, L: $180^\circ \pm 90^\circ$ él.
Câble de liaison	Câble HEIDENHAIN blindé PUR $[4(2 \times 0,14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0,5 \text{ mm}^2)]$ Longueur du câble: 150 m max. avec capacité linéique de 90 pF/m Durée du signal: 6 ns/m

Les éventuelles restrictions de tolérances susceptibles de s'appliquer aux systèmes de mesure sont précisées dans les caractéristiques techniques.



Fréquence limite

Courbe caractéristique de l'amplitude du signal en fonction de la fréquence de balayage



Circuit à l'entrée de l'électronique consécutive

Dimensionnement

Amplificateur opérationnel MC 34074
 $Z_0 = 120 \Omega$
 $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ et $C_1 = 100 \text{ pF}$
 $R_2 = 34,8 \text{ k}\Omega$ et $C_2 = 10 \text{ pF}$
 $U_B = \pm 15 \text{ V}$
 U_1 env. U_0

Fréquence limite à -3dB du circuit

env. 450 kHz
 env. 50 kHz avec $C_1 = 1000 \text{ pF}$
 et $C_2 = 82 \text{ pF}$

La variante de circuit pour 50 kHz réduit la largeur de bande du circuit mais, en revanche, améliore l'antiparasitage.

Signaux de sortie du circuit

$U_a = 3,48 V_{CC}$ typ.
 Amplification 3,48 fois

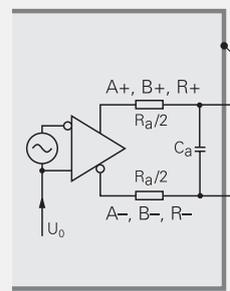
Surveillance du signal

Pour la surveillance des signaux incrémentaux $1 V_{CC}$, Il convient de prévoir un seuil de réponse de $250 mV_{CC}$.

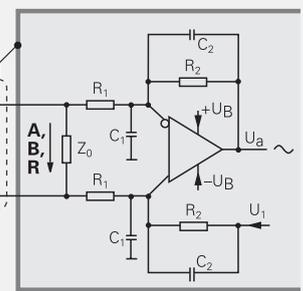
Signaux incrémentaux Signal de référence

$R_a < 100 \Omega$, 24Ω typ.
 $C_a < 50 \text{ pF}$
 $\Sigma I_a < 1 \text{ mA}$
 $U_0 = 2,5 \text{ V} \pm 0,5 \text{ V}$
 (par rapport au 0V de la tension d'alimentation)

Système de mesure



Electronique consécutive



Raccordements

	Prise d'accouplement 12 plots M23				Prise 12 plots M23						Prise Sub-D 15 plots femelle pour commandes HEIDENHAIN et IK 220		
	Tension d'alimentation				Signaux incrémentaux						Autres signaux		
	12	2	10	11	5	6	8	1	3	4	7/9	/	/
	1	9	2	11	3	4	6	7	10	12	5/8/13/14/15	/	/
	U_P	Palpeur U_P	0V	Palpeur 0V	A+	A-	B+	B-	R+	R-	libre	libre	libre
	brun/ vert	bleu	blanc/ vert	blanc	brun	vert	gris	rose	rouge	noir	/	violet	jaune

Blindage sur le boîtier; U_P = tension d'alimentation

Palpeur: La ligne de palpeur est reliée de manière interne à la ligne d'alimentation correspondante

Les plots ou fils non utilisés ne doivent pas être raccordés

Interfaces

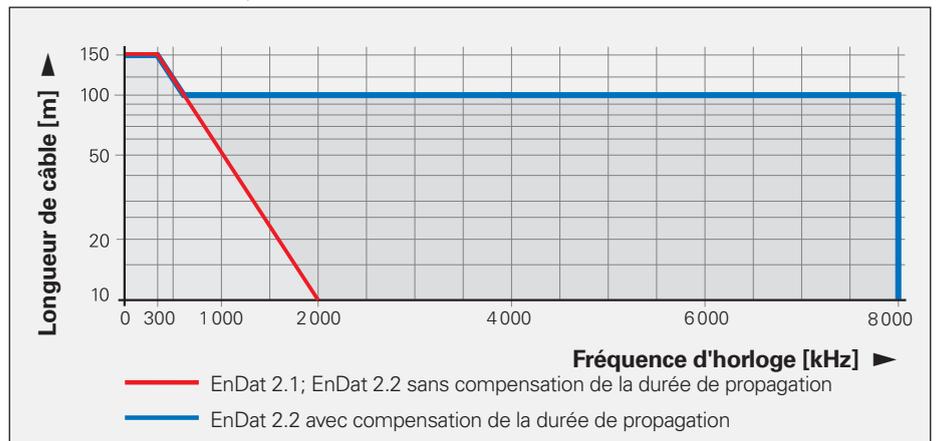
Valeurs absolues de position EnDat

L'interface EnDat est une interface digitale **bidirectionnelle** pour systèmes de mesure. Elle est capable aussi bien de restituer les **valeurs de position** de systèmes de mesure absolus – et aussi incrémentaux dans le cas de l'EnDat 2.2 – que d'interroger ou d'actualiser les informations mémorisées dans le système de mesure ou en enregistrer de nouvelles. Grâce à la **transmission de données série, 4 lignes de signaux** sont suffisantes. Les données sont transmises **de manière synchrone** par rapport au signal d'horloge CLOCK donné par l'électronique consécutive. La sélection du type de transmission (valeurs de position, paramètres, diagnostics ...) est réalisée à l'aide d'instructions de mode qui sont transmises par l'électronique consécutive au système de mesure.

Fréquence d'horloge – Longueur de câble
Sans compensation de la durée de propagation, la **fréquence d'horloge** varie – selon la longueur du câble – entre **100 kHz** et **2 MHz**

De grandes longueurs de câble et des fréquences d'horloge élevées augmentent la durée de propagation au point de perturber l'affectation claire des données. La durée de propagation peut donc être calculée, puis compensée. Avec cette **compensation de la durée de propagation** dans l'électronique consécutive, des fréquences d'horloge **jusqu'à 8 MHz** sont possibles pour des longueurs de câble jusqu'à 100 m. La fréquence d'horloge max. est déterminée principalement par les câbles et connecteurs utilisés. Si la fréquence dépasse 2 MHz, utiliser le câble HEIDENHAIN pour garantir le bon fonctionnement.

Interface	EnDat série bi-directionnelle
Transmission des données	Valeurs absolues de position, paramètres et informations complémentaires
Entrée de données	Récepteur de ligne différentiel selon standard EIA RS 485 pour signaux CLOCK et $\overline{\text{CLOCK}}$ ainsi que DATA et $\overline{\text{DATA}}$
Sortie de données	Conducteur de ligne différentiel selon standard EIA RS 485 pour signaux DATA et $\overline{\text{DATA}}$
Code	Code binaire
Valeurs de position	Croissantes dans le sens horaire (cf. plan d'encombrement)
Signaux incrém.	$\sim 1 V_{CC}$ (cf. <i>Signaux incrémentaux 1 V_{CC}</i>) selon l'appareil
Câble de liaison avec signaux sans incrémentaux	Câble HEIDENHAIN blindé PUR [(4 x 0,14 mm ²) + 4(2 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,5 mm ²)] PUR [(4 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,34 mm ²)]
Longueur du câble	150 m max.
Durée du signal	10 ns max.; 6 ns/m typ.

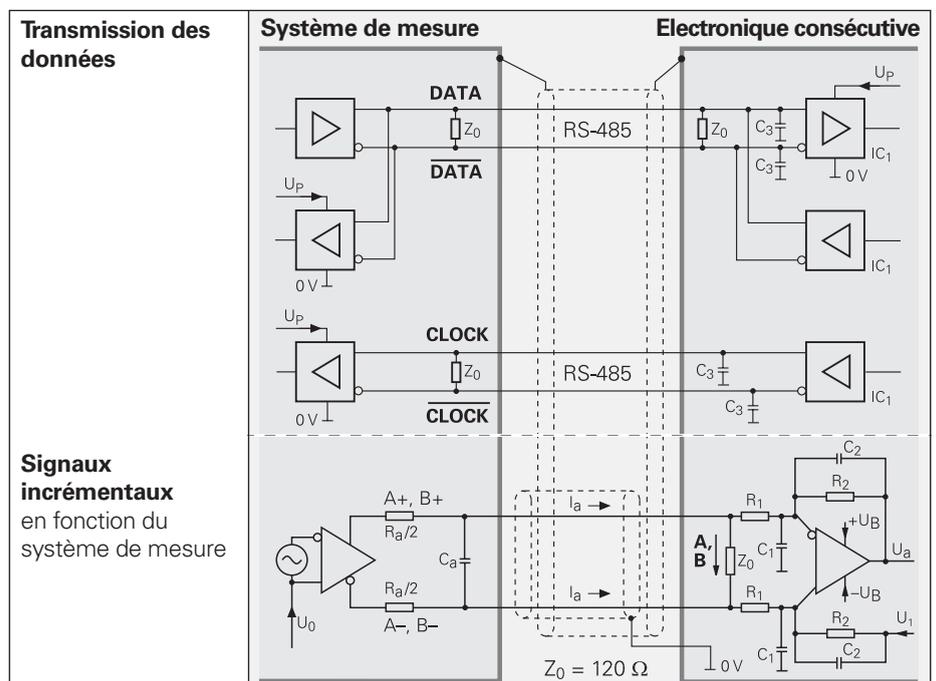


Circuit à l'entrée de l'électronique consécutive

Dimensionnement

IC₁ = Récepteur et conducteur de ligne différentiels RS 485

C₃ = 330 pF
Z₀ = 120 Ω



Versions

L'interface étendue EnDat 2.2 est compatible avec la version 2.1 au niveau de la communication, des séquences d'instruction et des conditions de durée. Elle offre en outre d'importants autres avantages. Elle permet notamment de transférer en même temps que la valeur de position des informations complémentaires sans avoir à lancer une interrogation séparée. Le protocole de l'interface a été élargi et les conditions de durée (fréquence d'horloge, durée de calcul, Recovery Time) ont été optimisées. Les appareils ayant la désignation EnDat 02 ou EnDat 22 disposent en outre d'une plage d'alimentation élargie.

EnDat 2.1 et EnDat 2.2 existent avec ou sans signaux incrémentaux. Les appareils EnDat 2.2 ont une résolution interne élevée. Selon la technologie de la commande utilisée, il n'est donc pas nécessaire d'interroger les signaux incrémentaux. Pour relever la résolution sur les appareils EnDat 2.1, on exploite les signaux incrémentaux dans l'électronique consécutive.

Jeu de commandes

Le jeu de commandes correspond à l'ensemble des instructions de mode disponibles. Le jeu EnDat 2.2 contient les instructions de mode EnDat 2.1. La transmission d'une instruction de mode à partir du jeu de commandes EnDat 2.2 vers une électronique consécutive EnDat 01 peut entraîner l'apparition de messages d'erreur de l'appareil ou de l'électronique consécutive.

EnDat avec jeu de commandes 2.2 (contenant le jeu de commandes 2.1)

- Valeurs de position pour systèmes de mesure incrémentaux et absolus
- Informations complémentaires sur la valeur de position
 - Diagnostic et valeurs de test
 - Valeurs absolues de position après franchissement des marques de référence des systèmes de mesure incrémentaux
 - Envoi et réception de paramètres
 - Commutation
 - Accélération
 - Signal de fin de course
 - Température de la platine du système de mesure
 - Evaluation de la température d'une sonde thermique externe (ex. dans le bobinage du moteur)

EnDat avec jeu de commandes 2.1

- Valeurs absolues de position
- Envoi et réception de paramètres
- Reset
- Instruction de test et valeurs de test

Interface	Jeu de commandes	Désignation (commande)	Versión	Fréquence d'horloge
EnDat	EnDat 2.1 ou EnDat 2.2	EnDat 01	avec signaux incrémentaux	≤ 2 MHz
		EnDat 21	sans signaux incrémentaux	
	EnDat 2.2	EnDat 02	avec signaux incrémentaux	≤ 2 MHz
	EnDat 2.2	EnDat 22	sans signaux incrémentaux	≤ 8 MHz

Avantages de l'interface EnDat

- **Mise en route automatique:** Toutes les informations dont a besoin l'électronique consécutive sont mémorisées dans le système de mesure.
- **Grande sécurité-système** grâce aux alarmes et avertissements pour la surveillance et le diagnostic.
- **Sécurité de transmission élevée** grâce au Cyclic Redundance Check.
- Mise en route plus rapide: **Décalage du point zéro** par conversion d'une valeur dans le système de mesure.

Autres avantages de l'EnDat 2.2

- **Une seule interface** pour tous les systèmes de mesure absolus et incrémentaux.
- **Informations complémentaires** (fin de course, température, accélération)
- **Amélioration de la qualité:** Le calcul de la valeur de position dans le système de mesure permet des intervalles d'échantillonnage plus réduits (25 µs).

Avantages de la transmission série pure spécifiques pour les appareils EnDat 2.2

- **Électronique consécutive simple** avec circuit récepteur EnDat.
- **Connectique simple:** Connecteurs standard (M12 - 8 plots), câble standard avec simple blindage et faibles coûts de câblage
- **Durées de transmission réduites** par l'adaptation de la longueur du mot de données à la résolution du système de mesure.
- **Fréquences d'horloge élevées** jusqu'à 8 MHz. L'électronique consécutive dispose des valeurs de position au bout d'environ 10 µs.
- **Assimilation des concepts modernes de machines**, par exemple, la technologie des entraînements directs.

Fonctionnalités

L'interface EnDat transmet des valeurs de position ou autres données physiques (EnDat 2.2. seulement) dans un ordre chronologique bien défini et sert à lire ou écrire le contenu de la mémoire interne des systèmes de mesure. Certaines fonctions ne sont disponibles qu'à l'aide d'instructions de mode EnDat 2.2.

Les **valeurs de position** peuvent être transmises avec ou sans informations complémentaires. Celles-ci sont sélectionnées avec le code MRS (Memory Range Select). En même temps que la valeur de position, d'autres fonctions telles que *lire les paramètres* et *écrire les paramètres* peuvent être appelées une fois que la zone de mémorisation et l'adresse ont été sélectionnées. Le transfert réalisé en simultanément avec la valeur de position permet également d'interroger des informations complémentaires sur les axes situés dans la boucle d'asservissement et d'exécuter des fonctions.

La lecture et l'écriture des **paramètres** est possible aussi bien en tant que fonctions séparées que conjointement à la valeur de position. Les paramètres peuvent être lus ou écrits après avoir sélectionné la zone de mémorisation et l'adresse.

Les **fonctions de réinitialisation** servent à réinitialiser le système de mesure en présence de fonctions défectueuses. La réinitialisation est possible à la place ou pendant la transmission de la valeur de position.

Un **diagnostic de mise en route** permet de contrôler la valeur de position alors que les axes sont à l'arrêt. Une instruction de test commande au système de mesure d'envoyer les valeurs de test correspondantes.

Vous trouverez d'autres informations sur l'EnDat 2.2 à l'adresse Internet www.endat.fr ou dans notre *Information technique EnDat 2.2*.

Sélection du mode de transmission

Les données transmises sont soit des valeurs de position, soit des valeurs de position avec informations complémentaires, soit des paramètres. Le type d'information est sélectionné au moyen d'**instructions de mode** qui définissent le contenu de l'information transmise. Chaque instruction de mode comporte 3 bits. Pour sécuriser la transmission, chaque bit est envoyé de manière redondante (inversé ou double). Si le système de mesure détecte une transmission de mode défectueuse, il délivre un message d'erreur. L'interface EnDat 2.2 peut également transférer des valeurs de paramètres dans les informations complémentaires en même temps que la valeur de position. Ainsi, les valeurs actuelles de position sont constamment disponibles pour la boucle d'asservissement, y compris pendant une interrogation de paramètre.

Cycles de commande pour la transmission des valeurs de position

Le cycle de transmission débute au premier **front d'horloge** descendant. Les valeurs de mesure sont mémorisées et la valeur de position calculée. Pour la **sélection du mode de transmission** et après deux impulsions d'horloge (2T), l'électronique consécutive envoie l'instruction de mode „Système de mesure envoie valeur de position“ (avec/sans informations complémentaires).

Lorsque le calcul de la valeur absolue de position (t_{cal} – cf. tableau) est achevé, la transmission des données du système de mesure à l'électronique consécutive débute avec le **bit de start**. Les **messages d'erreur** suivants Erreur 1 et Erreur 2 (seulement avec les instructions EnDat 2.2) sont des messages groupés pour toutes les fonctions surveillées et servent à la surveillance de pannes.

La **valeur absolue de position** est ensuite transmise comme mot de données complet en débutant par le LSB. Sa longueur dépend du système de mesure. Le nombre d'impulsions d'horloge nécessaires à la transmission d'une valeur de position est mémorisé dans les paramètres du constructeur du système de mesure. La transmission de la valeur de position se termine par le **Cyclic Redundance Check** (CRC).

Avec l'EnDat 2.2, ceci est suivi des informations complémentaires 1 et 2, chacune se terminant aussi par un CRC. A la fin d'un mot de données, l'horloge doit être sur HIGH. Au bout de 10 à 30 μ s ou 1,25 à 3,75 μ s (avec EnDat 2.2, durée Recovery Time t_m paramétrable), la ligne de données retombe au niveau LOW. On peut alors redémarrer une **nouvelle transmission des données** en lançant l'horloge.

Instructions de mode

<ul style="list-style-type: none"> • Système de mesure envoie valeur de position • Sélection de la zone de mémorisation • Système de mesure reçoit paramètres • Système de mesure envoie paramètres • Système de mesure reçoit Reset¹⁾ • Système de mesure envoie valeurs de test • Système de mesure reçoit instruction de test 	EnDat 2.1	EnDat 2.2
<ul style="list-style-type: none"> • Système de mesure envoie valeur de position avec informations complémentaires • Système de mesure envoie valeur de position et reçoit sélection de la zone de mémorisation²⁾ • Système de mesure envoie valeur de position et reçoit paramètres²⁾ • Système de mesure envoie valeur de position et envoie paramètres²⁾ • Système de mesure envoie valeur de position et reçoit Reset erreur²⁾ • Système de mesure envoie valeur de position et reçoit instruction de test²⁾ • Système de mesure reçoit instruction de communication³⁾ 		

¹⁾ Même réaction qu'à la mise hors tension/sous tension

²⁾ Les informations complémentaires sélectionnées sont également transmises

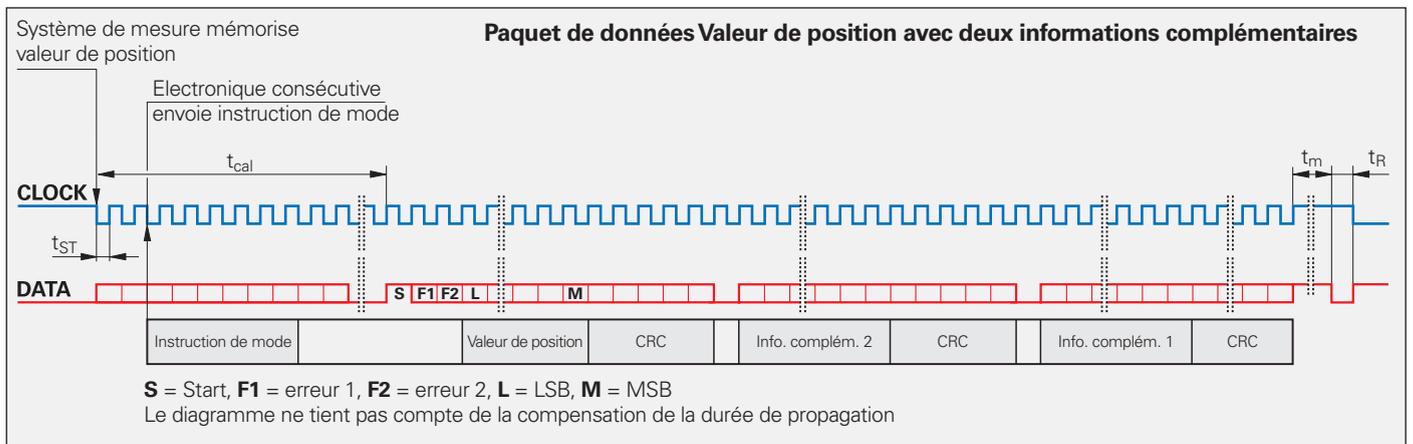
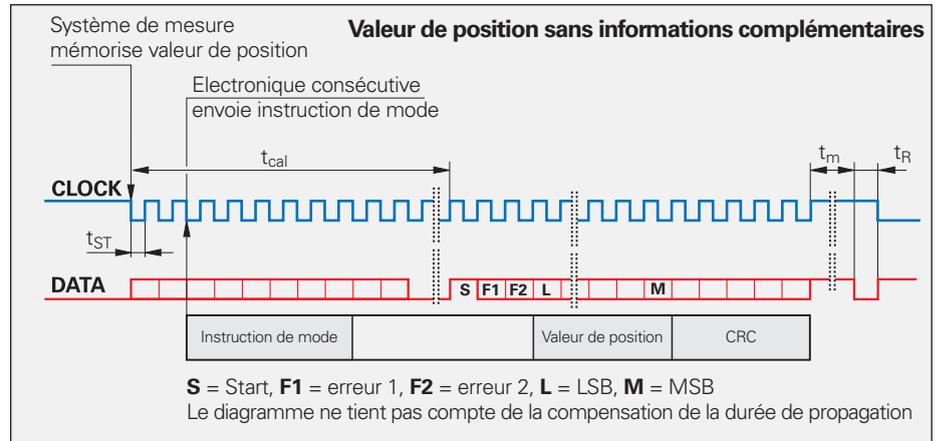
³⁾ Réserve aux systèmes de mesure ne gérant pas le concept de sécurité

En présence d'instructions de mode EnDat 2.1 et EnDat 2.2, les durées de calcul t_{cal} des systèmes de mesure linéaire absolus diffèrent (cf. catalogue *Systèmes de mesure linéaire pour machines-outils à commande numérique – Caractéristiques techniques*). Si l'on utilise les signaux incrémentaux pour l'asservissement des axes, il convient alors d'utiliser les instructions de mode EnDat-2.1. C'est la seule façon de transmettre un message d'erreur actif de manière synchrone par rapport à la valeur actuelle de position interrogée. Il faut éviter d'utiliser les instructions de mode EnDat 2.1 pour la transmission série pure de la valeur de position destinée à l'asservissement des axes.

		Sans compensation de la durée de propagation	Avec compensation de la durée de propagation
Fréquence d'horloge f_c		100 kHz ... 2 MHz	100 kHz ... 8 MHz
Durée de calcul pour valeur de position paramètre t_{cal} t_{ac}		cf. <i>Caractéristiques techniques</i> 12 ms max.	
Recovery Time	t_m	<i>EnDat 2.1</i> : 10 à 30 μ s <i>EnDat 2.2</i> : 10 à 30 μ s ou 1,25 à 3,75 μ s ($f_c \geq 1$ MHz) (paramétrable)	
	t_R	500 ns max.	
	t_{ST}	–	2 à 10 μ s
Data delay Time	t_D	(0,2 + 0,01 x longueur de câble en m) μ s	
Largeur d'impulsion	t_{HI}	0,2 à 10 μ s	Fluctuation largeur d'impulsion HIGH à LOW 10 % max.
	t_{LO}	0,2 à 50 ms/30 μ s (avec LC)	

EnDat 2.2 – Transmission des valeurs de position

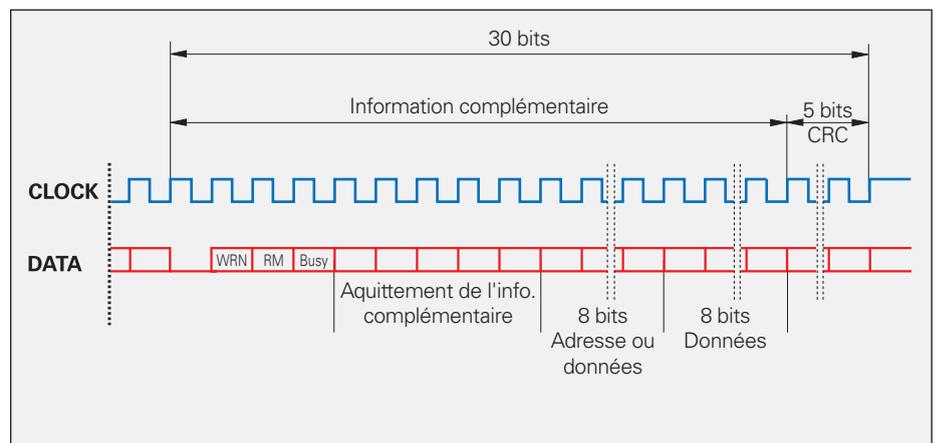
EnDat 2.2 peut transmettre les valeurs de position au choix, avec ou sans informations complémentaires.



Informations complémentaires

Avec l'EnDat 2.2, une ou deux informations complémentaires peuvent être annexées à la valeur de position. Les informations complémentaires ont une longueur de 30 bits avec niveau LOW comme premier bit et un CRC pour terminer. Les types d'informations complémentaires gérées par chaque système de mesure sont enregistrés dans les paramètres du système de mesure.

Le contenu des informations complémentaires est défini par le code MRS et délivré lors du cycle d'interrogation suivant pour informations complémentaires. Ces informations sont alors transmises à chaque interrogation jusqu'à ce que le contenu ne soit modifié par la sélection d'une nouvelle zone de mémorisation.



Informations complémentaires débutent toujours par:

Données d'état

Avertissement - WRN
 Marque de référence - RM
 Interrogation paramètre - Busy
Aquittement de l'information complémentaire

Les informations complémentaires peuvent contenir les données suivantes:

Info. complém. 1

Diagnostic
 Valeur de position 2
 Paramètres de mémoire
 Aquittement code MRS
 Valeurs de test
 Température

Info. complém. 2

Commutation
 Accélération
 Signaux de fin de course

EnDat 2.1 – Transmission des valeurs de position

Avec EnDat 2.1, les valeurs de position peuvent être transmises, au choix, avec impulsion d'horloge discontinue (comme avec EnDat 2.2) ou continue.

Horloge discontinue

L'horloge discontinue est destinée tout particulièrement aux systèmes échantillonnés temporairement – aux boucles d'asservissement par exemple. A la fin d'un mot de données, l'horloge est au niveau HIGH. Au bout de 10 à 30 μs (t_m), la ligne de données retombe à LOW. On peut alors redémarrer une nouvelle transmission des données en lançant l'horloge.

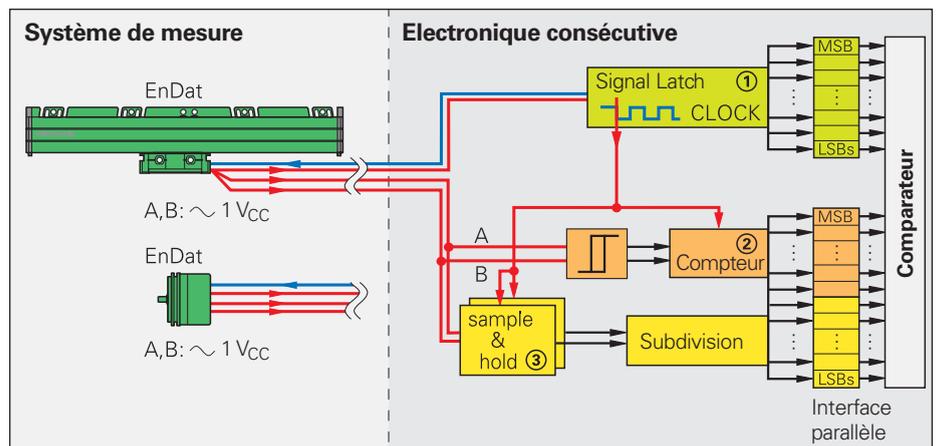
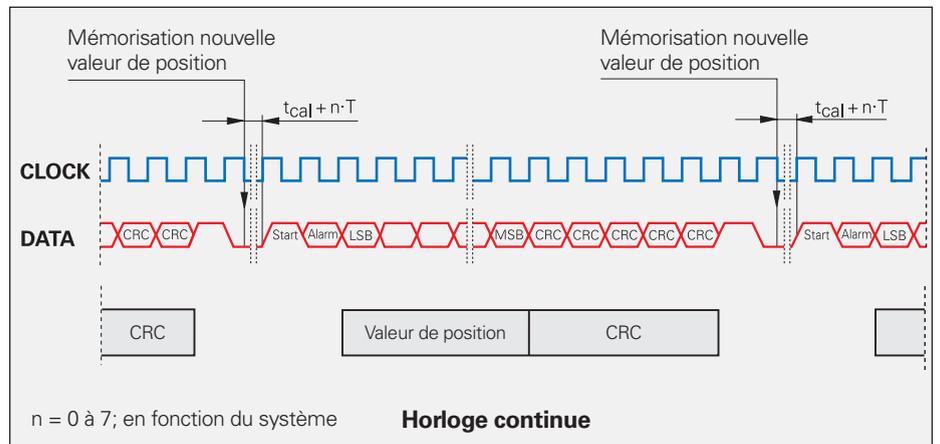
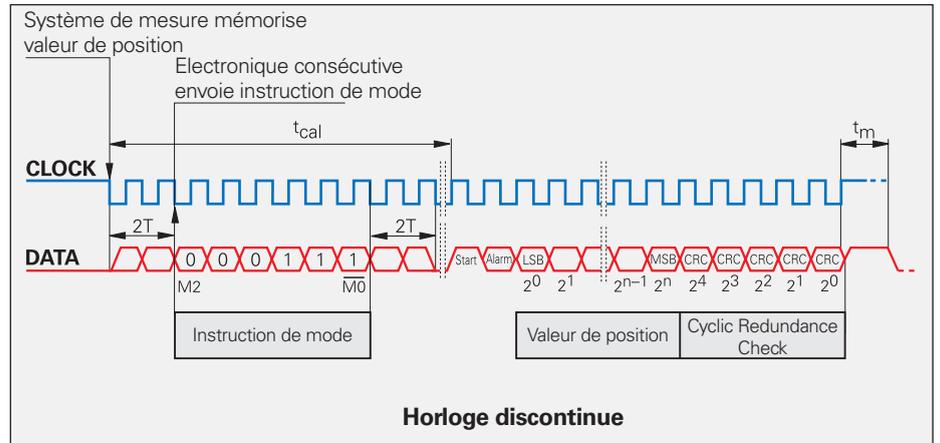
Horloge continue

Pour les applications qui exigent une acquisition rapide de la valeur de mesure, l'interface EnDat permet le passage en continu de l'horloge CLOCK. Immédiatement après l'émission du dernier bit CRC, la ligne de données DATA est mise sur HIGH pendant une période d'horloge, puis sur LOW. Au front d'horloge descendant suivant, les nouvelles valeurs de position sont mémorisées; après émission du bit de start et d'alarme, elles sont restituées de manière synchrone par rapport à l'horloge présente. Dans ce mode, comme l'instruction de mode *Système de mesure envoie valeur de position* n'est nécessaire qu'une seule fois avant la première transmission des données, la longueur du train d'impulsions de l'horloge est réduite de 10 périodes d'horloge à chacune des transmissions suivantes.

Synchronisation de la valeur codée transmise en série avec le signal incrémental

Sur les systèmes de mesure de position absolus avec interface EnDat, les valeurs de position codées transmises en série peuvent être synchronisées de manière précise avec les valeurs incrémentales. Lors du premier front descendant d'horloge („signal Latch“), du signal d'horloge (CLOCK) donné par l'électronique consécutive, les signaux de balayage des différentes pistes du système de mesure et des compteurs ainsi que les convertisseurs analogique/numérique servant à subdiviser les signaux incrémentaux sinusoidaux sont „gelés“ dans l'électronique consécutive.

La valeur codée transmise via l'interface série désigne sans ambiguïté une période de signal incrémentale. La valeur de position est absolue à l'intérieur d'une période sinusoidale du signal incrémental. Le signal incrémental subdivisé peut être ainsi raccordé dans l'électronique consécutive à la valeur codée transmise en série.



Après mise sous tension de l'alimentation et lorsque la première valeur de position est transmise à l'électronique consécutive, celle-ci dispose alors de deux valeurs de position redondantes. Comme les systèmes de mesure avec interface EnDat – quelle que soit la longueur du câble – assurent une synchronisation précise de la valeur codée transmise en série par rapport aux

signaux incrémentaux, les deux valeurs peuvent être comparées dans l'électronique consécutive. Grâce aux courtes durées de transmission de l'interface EnDat (inférieures à 50 μs), ce contrôle est également possible à des vitesses de rotation élevées. Ceci est d'ailleurs indispensable pour les concepts avancés de machines et de sécurité.

Paramètres et zones de mémorisation

Le système de mesure comporte plusieurs zones de mémorisation des paramètres qui peuvent être lues par l'électronique consécutive et écrites en partie par les constructeurs du système de mesure, de la machine et l'utilisateur. Certaines zones peuvent être protégées à l'écriture.

 La configuration des paramètres – toujours réalisée par le constructeur de la machine – définit le mode de fonctionnement du système de mesure et de l'interface EnDat. Lors de l'échange de systèmes de mesure EnDat, il convient donc de veiller impérativement à effectuer le bon paramétrage. Une mise en route de la machine avec paramétrage incorrect des systèmes de mesure peut induire des fonctions défectueuses. En cas de doute, contacter le constructeur de la machine.

Paramètres du constructeur du capteur

Cette zone de mémorisation protégée à l'écriture comporte toutes les **informations sur le système de mesure**, par ex. le type (capteur linéaire/angular, simple tour/multi-tours, etc.), période du signal, nombre de positions/tour, format de transmission des positions absolues, sens de rotation, vitesse de rotation max. adm., précision en fonction de la vitesse de rotation, gestion des avertissements et alarmes, n° d'identification/de série. Ces données servent de base à une **mise en route automatique**. Une zone de mémorisation séparée contient les paramètres classiques de l'EnDat 2.2: Etat des informations complémentaires, température, accélération, gestion des messages d'erreur et de diagnostic, etc.

Paramètres du constructeur de la machine

Dans cette zone de mémorisation qu'il définit librement, le constructeur de la machine peut inscrire toutes sortes d'informations, par exemple les données de l'„étiquette signalétique électronique“ du moteur contenant le système de mesure (type du moteur, courant max., etc.).

Paramètres de fonctionnement

Cette zone est disponible pour un **décalage du point zéro**, pour la configuration des diagnostics et pour les consignes. Elle peut être protégée à l'écriture.

Etat de fonctionnement

Cette zone de mémorisation comporte les messages détaillés des alarmes et avertissements destinés au diagnostic. On peut aussi y initialiser certaines fonctions du système de mesure, activer la protection à l'écriture pour les zones „Paramètres du constructeur de la machine“ et „Paramètres de fonctionnement“ et connaître leur état. Si la **protection à l'écriture** a déjà été activée, elle ne peut plus être désactivée.

Concept de sécurité

Les systèmes de mesure concernés par la sécurité peuvent fonctionner via l'interface EnDat 2.2 sur des applications orientées sécurité. Les systèmes sont conformes aux normes DIN EN IEC 61 508, EN ISO 13849 et DIN EN 954-1.

Fonctions de surveillance et de diagnostic

L'interface EnDat permet une large surveillance du système de mesure sans ligne supplémentaire. Les alarmes et avertissements gérés par le système de mesure sont inscrits dans la zone de mémorisation „Paramètres du constructeur du système de mesure“.

Message d'erreur

Le message d'erreur apparaît pour signaler qu'une **fonction défectueuse du système de mesure** peut donner des valeurs de position erronées. La cause précise du problème est enregistrée dans la mémoire „Etat de fonctionnement“ du système de mesure et peut être interrogée en détail. Erreurs possibles, par exemple:

- Panne de source lumineuse
- Amplitude du signal trop faible
- Valeur de position erronée
- Tension d'alimentation trop élevée/basse
- Consommation de courant trop élevée

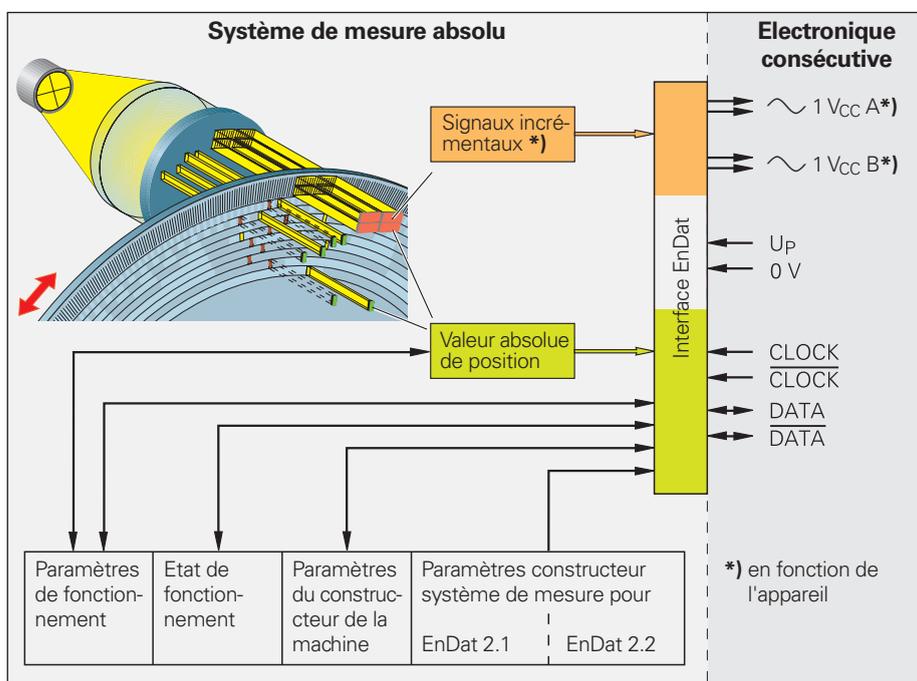
L'interface EnDat délivre alors les bits d'erreur Erreur 1 et Erreur 2 (seulement avec les instructions EnDat 2.2). Il s'agit là de messages groupés pour toutes les fonctions surveillées et servant à la surveillance des pannes. Les deux messages d'erreur sont générés indépendamment l'un de l'autre.

Avertissement

Ce bit collectif est transféré dans les données d'état de l'information complémentaire. Il signale que certaines **limites de tolérance du système de mesure** ont été atteintes ou dépassées (par ex., vitesse de rotation, réserve de source lumineuse. Ceci ne signifie pas pour autant que la valeur de position soit erronée. Cette fonction permet de faciliter la maintenance préventive et de réduire les temps morts

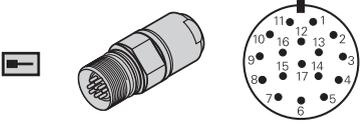
Cyclic Redundance Check

Pour garantir la **fiabilité de transmission des données**, un Cyclic Redundance Check (CRC) est formé par la liaison logique des différentes valeurs de bits d'un mot de données. Ce CRC de 5 bits termine chaque transmission. Le CRC est décodé dans l'électronique de réception et comparé au mot de données. Les erreurs dues aux influences parasites sont ainsi largement éliminées pendant la transmission des données.



Raccordements

Prise d'accouplement 17 plots M23



	Tension d'alimentation					Signaux incrémentaux ¹⁾				Valeurs absolues de position			
	7	1	10	4	11	15	16	12	13	14	17	8	9
	U_P	Palpeur U _P	0V	Palpeur 0V	Blindage interne	A+	A-	B+	B-	DATA	DATA	CLOCK	CLOCK
	brun/ vert	bleu	blanc/ vert	blanc	/	vert/ noir	jaune/ noir	bleu/ noir	rouge/ noir	gris	rose	violet	jaune

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

Palpeur: La ligne de palpeur est reliée de manière interne à la ligne d'alimentation correspondante

Les plots ou fils non utilisés ne doivent pas être raccordés!

¹⁾ Seulement avec désignation à la commande EnDat 01 et EnDat 02

Prise d'accouplement 8 plots M12

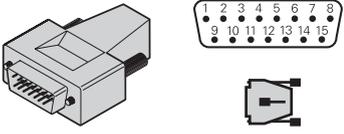
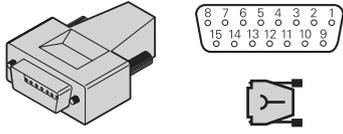


	Tension d'alimentation				Valeurs absolues de position			
	2	8	1	5	3	4	7	6
	U_P ¹⁾	U_P	0V ¹⁾	0V	DATA	DATA	CLOCK	CLOCK
	bleu	brun/vert	blanc	blanc/vert	gris	rose	violet	jaune

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

Les plots ou fils non utilisés ne doivent pas être raccordés!

¹⁾ pour lignes d'alimentation configurées en parallèle

Prise Sub-D 15 plots mâle pour IK 115/IK 215						Prise Sub-D 15 plots femelle pour commandes HEIDENHAIN et IK 220							
													
	Tension d'alimentation					Signaux incrémentaux ¹⁾				Valeurs absolues de position			
	4	12	2	10	6	1	9	3	11	5	13	8	15
	1	9	2	11	13	3	4	6	7	5	8	14	15
	U_P	Palpeur U _P	0V	Palpeur 0V	Blindage interne	A+	A-	B+	B-	DATA	DATA	CLOCK	CLOCK
	brun/ vert	bleu	blanc/ vert	blanc	/	vert/ noir	jaune/ noir	bleu/ noir	rouge/ noir	gris	rose	violet	jaune

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

Palpeur: La ligne de palpeur est reliée de manière interne à la ligne d'alimentation correspondante

Les plots ou fils non utilisés ne doivent pas être raccordés!

¹⁾ Seulement avec désignation à la commande EnDat 01 et EnDat 02

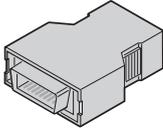
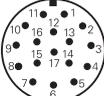
Interfaces

Raccordements Fanuc et Mitsubishi

Raccordements Fanuc

Les systèmes de mesure HEIDENHAIN dont le modèle a une désignation suivie de la lettre F sont conçus pour être raccordés sur les commandes Fanuc avec

- **Serial Interface Fanuc 01**
avec Communication Rate 1 MHz
- **Serial Interface Fanuc 02**
avec Communication Rate 1 MHz ou 2 MHz

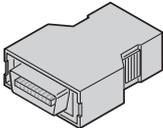
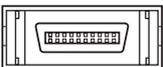
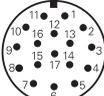
Prise 15 plots Fanuc					Prise d'accouplement HEIDENHAIN 17 plots				
									
	Tension d'alimentation				Valeurs absolues de position				
	9	18/20	12	14	16	1	2	5	6
	7	1	10	4	–	14	17	8	9
	U_P	Palpeur U_P	0V	Palpeur 0V	Blindage	Serial Data	Serial Data	Request	Request
	brun/vert	bleu	blanc/vert	blanc	–	gris	rose	violet	jaune

Blindage sur le boîtier; U_P = tension d'alimentation

Palpeur: La ligne de palpeur est reliée de manière interne à la ligne d'alimentation correspondante
Les plots ou fils non utilisés ne doivent pas être raccordés!

Raccordements Mitsubishi

Les systèmes de mesure HEIDENHAIN dont le modèle a une désignation suivie de la lettre M sont conçus pour être raccordés sur les commandes équipées de l'interface **Mitsubishi High Speed Serial**.

Prise 20 plots Mitsubishi					Prise d'accouplement HEIDENHAIN 17 plots				
									
	Tension d'alimentation				Valeurs absolues de position				
	20	19	1	11	6	16	7	17	
	7	1	10	4	14	17	8	9	
	U_P	Palpeur U_P	0V	Palpeur 0V	Serial Data	Serial Data	Request Frame	Request Frame	
	brun/vert	bleu	blanc/vert	blanc	gris	rose	violet	jaune	

Blindage sur le boîtier; U_P = tension d'alimentation

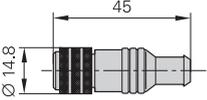
Palpeur: La ligne de palpeur est reliée de manière interne à la ligne d'alimentation correspondante
Les plots ou fils non utilisés ne doivent pas être raccordés!

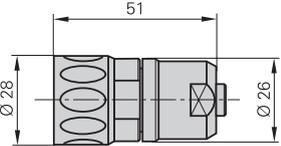
Connecteurs et câbles

Généralités

Prise avec gaine isolante: Connecteur présentant un écrou d'accouplement; livrable avec contacts mâles ou femelles.

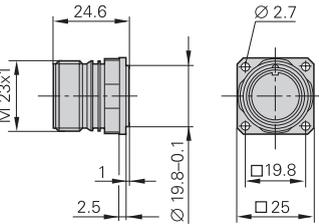
Symboles  

M12 

M23 

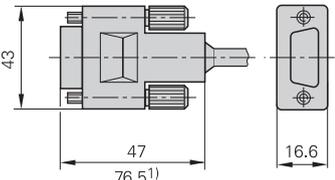
Embase: fixée sur le système de mesure ou un boîtier et présentant un filetage externe (comme la prise d'accouplement); livrable avec contacts mâles ou femelles.

Symboles  

M23 

Prise Sub-D: pour CN et cartes d'acquisition et de comptage IK de HEIDENHAIN

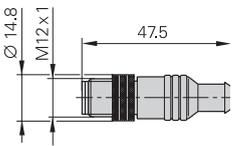
Symboles  

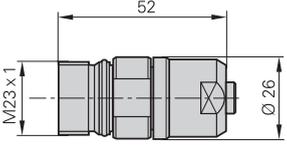


¹⁾ avec électronique d'interface intégrée

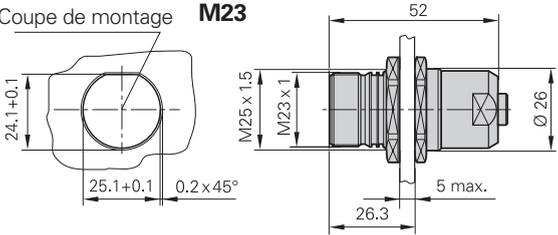
Prise d'accouplement avec gaine isolante: Connecteur présentant un filetage externe; avec contacts mâles ou femelles.

Symboles  

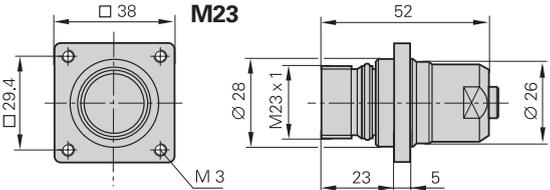
M12 

M23 

Prise d'accouplement encastrable avec fixation centrale

Coupe de montage **M23** 

Prise d'accouplement encastrable avec bride

M23 

Le sens de la **numérotation des plots** varie sur les prises, prises d'accouplement ou embases mais indépendamment du fait que le connecteur ait des

contacts mâles  

ou des contacts femelles.  

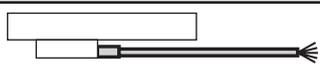
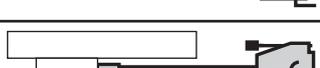
Lorsqu'ils sont vissés, les connecteurs ont l'**indice de protection** IP 67 (prise Sub-D: IP 50; EN 60529). Lorsqu'ils ne sont pas vissés, aucune protection.

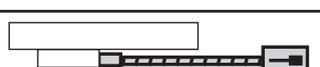
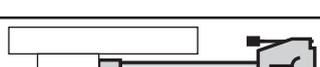
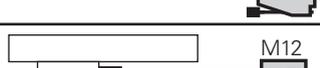
Accessoires pour embases et prises d'accouplement encastrables M23

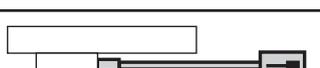
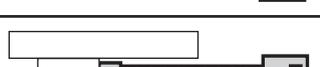
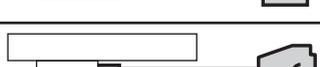
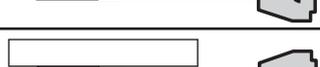
Joint d'étanchéité
ID 266526-01

Capuchon métallique taraudé anti-poussières
ID 219926-01

Câbles adaptateurs

pour systèmes de mesure linéaire incrémentaux		Câble Ø	LB 382 LF 183	LF 481	LS 187 LS 487
Câble adaptateur avec prise d'accouplement M23 (mâle)		6 mm	310 128-xx	310 123-xx	360 645-xx
Câble adaptateur sans prise		6 mm	310 131-xx	310 134-xx	354 319-xx
Câble adaptateur avec prise M23 (mâle)		6 mm 4,5 mm	310 127-xx –	310 122-xx –	344 228-xx 352 611-xx
Câble adaptateur avec gaine isolante et prise M23 (mâle)		10 mm	310 126-xx	310 121-xx	344 451-xx
Câble adaptateur avec prise Sub-D 15 plots		6 mm	298 429-xx	298 430-xx	360 974-xx

pour systèmes de mesure linéaire absolus – EnDat		Câble Ø	LC 183 LC 483 avec signaux incrémentaux	LC 183 LC 483 sans signaux incrémentaux
Câble adaptateur avec prise d'accouplement M23 (mâle)		6 mm	533 631-xx	–
Câble adaptateur, gaine isolante, avec prise d'accoupl. M23 (mâle)		10 mm	558 362-xx	–
Câble adaptateur avec prise Sub-D		6 mm	558 714-xx	–
Câble adaptateur avec prise d'accouplement M12 (mâle)		4,5 mm	–	533 661-xx
Câble adaptateur, gaine isolante, avec prise d'accoupl. M12 (mâle)		10 mm	–	550 678-xx

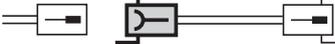
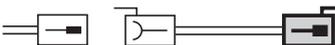
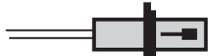
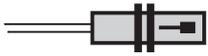
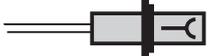
pour systèmes de mesure linéaire absolus – Fanuc		Câble Ø	LC 193F LC 493F	LC 193M LC 493M
Câble adaptateur avec prise d'accouplement M23 (mâle)		6 mm 4,5 mm	– 547 300-xx	
Câble adaptateur, gaine isolante, avec prise d'accoupl. M23 (mâle)		10 mm	551 541-xx	
Câble adaptateur avec prise Fanuc		6 mm 4,5 mm	– 545 547-xx	– –
Câble adaptateur, gaine isolante, avec prise Fanuc		10 mm	551 027-xx	–

Longueurs de câble livrables: 1 m/3 m/6 m/9 m

Câbles de liaison 12 plots \sim 1 V_{CC}
 17 plots EnDat/Fanuc/Mitsubishi

Câbles de liaison PUR Ø 8 mm pour appareils avec prise d'accouplement ou embase		Câbles de liaison PUR Ø 8 mm pour appareils avec prise	
complet avec prise M23 (femelle) et prise M23 (mâle) 	12 plots 298399-xx	complet avec prise d'accoupl. M23 (femelle) et prise M23 (mâle) 	12 plots 298400-xx
complet avec prise M23 (femelle) et prise d'accouplement M23 (mâle) 	17 plots 323897-xx	câblé à une extrémité avec prise d'accouplement M23 (femelle) 	12 plots 298402-xx
complet avec prise M23 (femelle) et prise Sub-D (femelle) pour commandes HEIDENHAIN et IK 220 	12 plots 310199-xx 17 plots 332115-xx		
complet avec prise M23 (femelle) et prise Sub-D (mâle) pour IK 115/IK 215 	17 plots 324544-xx		
câblé à une extrémité avec prise M23 (femelle) 	12 plots 309777-xx 17 plots 309778-xx		
Câble nu 	12 plots 244957-01 17 plots 266306-01	[4(2 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,5 mm ²)] [(4 x 0,14 mm ²) + 4(2 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,5 mm ²)]	
Câbles de liaison pour appareils EnDat 2.2 sans signaux incrémentaux, avec prise M12			
complet avec prise M12 (femelle) 8 plots et prise d'accouplement M12 (mâle) 8 plots 	368330-xx	complet avec prise M12 (femelle) et prise Sub-D (mâle) pour IK 115/IK 215 	524599-xx
Câbles adaptateurs pour interface Fanuc PUR Ø 8 mm		Câbles adaptateurs pour interface Mitsubishi PUR Ø 8 mm	
complet avec prise M23 (femelle) 17 plots et prise Fanuc [(2 x 2 x 0,14 mm ²) + (4 x 1 mm ²)] 	534855-xx	complet avec prise M23 (femelle) 17 plots et prise Mitsubishi [(2 x 2 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,5 mm ²)] 	344625-xx
Câble nu [(2 x 2 x 0,14 mm ²) + (4 x 1 mm ²)] 	354608-01	Câble nu [(2 x 2 x 0,14 mm ²) + (4 x 1 mm ²)] 	367958-xx

Connecteurs 12 plots $\sim 1 V_{CC}$ 17 plots EnDat

Prises et prises d'accouplement M23			
Prise d'accouplement sur l'appareil 	Prise d'accouplement M23 (mâle)	Contre-prise se raccordant à la prise d'acc. ou à l'embase de l'appareil 	Prise M23 (femelle)
pour câble $\varnothing 4,5 \text{ mm}$ $\varnothing 6 \text{ mm}$	12 plots 291 698-14 12 plots 291 698-03 17 plots 291 698-26	pour câble de liaison $\varnothing 8 \text{ mm}$	12 plots 291 697-05 17 plots 291 697-26
Prise sur l'appareil 	Prise M23 (mâle)	Contre-prise se raccordant à la prise de l'appareil 	Prise d'accouplement M23 (femelle)
pour câble $\varnothing 4,5 \text{ mm}$ $\varnothing 6 \text{ mm}$	12 plots 291 697-06 12 plots 291 697-07	pour câble de liaison $\varnothing 8 \text{ mm}$	12 plots 291 698-02
		Prise pour raccordement sur l'électronique consécutive 	Prise M23 (mâle)
		pour câble de liaison $\varnothing 8 \text{ mm}$	12 plots 291 697-08 17 plots 291 697-27
Prises d'accouplement et embase M23 encastrables			
	Embase M23 (femelle)		Prise d'acc. encastrable M23 (mâle) avec bride
	12 plots 315 892-08 17 plots 315 892-10	pour câble $\varnothing 6 \text{ mm}$ $\varnothing 8 \text{ mm}$	12 plots 291 698-08 12 plots 291 698-31 17 plots 291 698-29
	Prise d'accouplement encastrable M23 (mâle) avec fixation centrale		Prise d'accouplement encastrable M23 (femelle) avec bride
pour câble $\varnothing 6 \text{ mm}$	12 plots 291 698-33 17 plots 291 698-37	pour câble $\varnothing 6 \text{ mm}$ $\varnothing 8 \text{ mm}$	12 plots 291 698-17 12 plots 291 698-07 17 plots 291 698-35
Adaptateur $\sim 1 V_{CC} / \sim 11 \mu A_{CC}$			
pour convertir les signaux de sortie $1 V_{CC}$ en signaux $11 \mu A_{CC}$ à l'entrée de l'électronique consécutive; Prise M23 (femelle) 12 plots et prise M23 (mâle) 9 plots			
			364914-01

Généralités relatives aux caractéristiques électriques

Tension d'alimentation

Pour alimenter les systèmes de mesure, il faut disposer d'une **tension continue stabilisée U_p** . Les valeurs de tension et de consommation sont indiquées dans les *caractéristiques techniques* de chaque appareil. Ondulation de la tension continue:

- Signal de perturbation à haute fréquence: $U_{CC} < 250 \text{ mV}$ avec $dU/dt > 5 \text{ V}/\mu\text{s}$
- Ondulation fondamentale à basse fréquence: $U_{CC} < 100 \text{ mV}$

Les valeurs de tension doivent être respectées sur le système de mesure, donc sans subir les influences du câble. La tension sur l'appareil peut être contrôlée et, si nécessaire, régulée par la suite avec les **lignes de retour**. Si l'on ne dispose pas de boîtier d'alimentation réglable, les lignes de retour peuvent être raccordées en parallèle sur les lignes d'alimentation correspondantes afin de réduire de moitié les chutes de tension.

Calcul de la **chute de tension**:

$$\Delta U = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{L_K \cdot I}{56 \cdot A_V}$$

avec ΔU : Chute de tension en V

L_K : Longueur de câble en m

I : Consommation courant en mA

A_V : Section fils d'alimentation en mm^2

Comportement à la mise sous/hors tension des systèmes de mesure

Les signaux de sortie sont valides seulement après la durée de démarrage $t_{SOT} = 1,3 \text{ s}$ (cf. diagramme). Pendant t_{SOT} , ils peuvent avoir n'importe quelle amplitude jusqu'à $5,5 \text{ V}$ (jusqu'à U_{Pmax} sur les appareils HTL). Si une électronique d'interpolation est installée entre le système de mesure et l'alimentation, il faut tenir compte de ses caractéristiques de mise sous/hors tension. A l'arrêt de l'alimentation ou bien si la tension tombe sous U_{min} , les signaux de sortie sont non valides. Ces données ne s'appliquent qu'aux systèmes de mesure cités dans ce catalogue; les interfaces spéciales personnalisées ne sont pas prises en considération.

De nouveaux systèmes de mesure dotés de meilleures performances peuvent avoir d'une durée de démarrage t_{SOT} plus longue. Si vous devez développer une électronique consécutive, merci de bien vouloir nous contacter suffisamment à l'avance.

Isolation

Les boîtiers des systèmes de mesure sont isolés de circuits internes de courant. Surtension transitoire nominale: 500 V (valeur préférentielle selon VDE 0110, chap. 1; catégorie de surtension II, degré de contamination 2)

Câble

Utiliser impérativement les câbles HEIDENHAIN dans les **applications de sécurité**. Les **longueurs de câble** des *Caractéristiques techniques* ne sont valables que pour les câbles HEIDENHAIN et circuits conseillés à l'entrée de l'électronique consécutive.

Résistance

Tous les systèmes de mesure sont équipés d'un câble polyuréthane (PUR). Les câbles PUR résistent aux lubrifiants selon **VDE 0472** ainsi qu'à l'hydrolyse et aux attaques microbiennes. Ils ne contiennent ni PVC ni silicone et sont conformes aux directives de sécurité UL. La **certification UL** apparaît sur les câbles avec l'inscription AWM STYLE 20963 80 °C 30 V E63216.

Plage de température

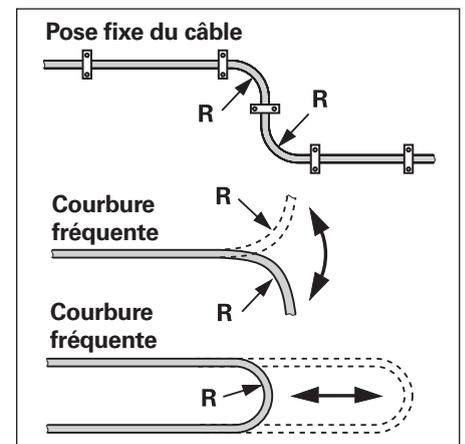
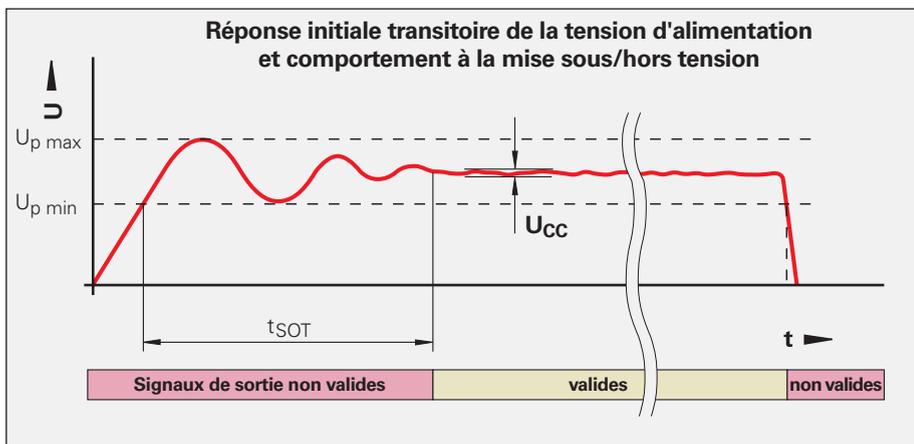
Utilisation des câbles HEIDENHAIN:

- Câble en pose fixe: -40 à 85 °C
- Courbure fréquente: -10 à 85 °C

En cas de limitation de la tenue à l'hydrolyse et aux attaques microbiennes, une température de 100 °C est autorisée. Si nécessaire, consultez HEIDENHAIN Traunreut.

Rayon de courbure

Le rayon de courbure R adm. dépend du diamètre du câble et de son type de pose:



Ne raccordez les systèmes de mesure HEIDENHAIN qu'à des électroniques consécutives dont la tension d'alimentation est générée par une double isolation ou une isolation renforcée par rapport aux circuits de tension secteur. Cf. également **IEC 364-4-41**: 1992, modifié, chap. 411 „Protection contre contacts directs ou indirects” (PELV ou SELV)” (PELV ou SELV). Si les systèmes de mesure de position ou électroniques sont utilisés dans des applications orientées sécurité, ils faut les alimenter en très basse tension de protection (PELV) avec protection contre courant de surcharge ou si nécessaire, protection contre tension de surcharge.

Câble	Section des fils d'alimentation A_V				Rayon de courbure R	
	$1 V_{CC}/TTL/HTL$	$11 \mu A_{CC}$	EnDat/SSI 17 plots	EnDat ⁴⁾ 8 plots	Pose fixe du câble	Courbure fréquente
$\varnothing 3,7 \text{ mm}$	$0,05 \text{ mm}^2$	–	–	–	$\geq 8 \text{ mm}$	$\geq 40 \text{ mm}$
$\varnothing 4,5 \text{ mm}$ $\varnothing 5,1 \text{ mm}$	$0,14/0,05^{2)} \text{ mm}^2$	$0,05 \text{ mm}^2$	$0,05 \text{ mm}^2$	$0,14 \text{ mm}^2$	$\geq 10 \text{ mm}$	$\geq 50 \text{ mm}$
$\varnothing 6 \text{ mm}$ $\varnothing 10 \text{ mm}^{1)}$	$0,19/0,14^{3)} \text{ mm}^2$	–	$0,08 \text{ mm}^2$	$0,34 \text{ mm}^2$	$\geq 20 \text{ mm}$ $\geq 35 \text{ mm}$	$\geq 75 \text{ mm}$ $\geq 75 \text{ mm}$
$\varnothing 8 \text{ mm}$ $\varnothing 14 \text{ mm}^{1)}$	$0,5 \text{ mm}^2$	1 mm^2	$0,5 \text{ mm}^2$	1 mm^2	$\geq 40 \text{ mm}$ $\geq 100 \text{ mm}$	$\geq 50 \text{ mm}$ $\geq 100 \text{ mm}$

¹⁾Gaine métallique ²⁾Palpeur de mesure ³⁾LIDA 400 ⁴⁾également Fanuc, Mitsubishi

Vitesse de rotation adm. électriquement/vitesse de déplacement

La vitesse de rotation max. admissible ou la vitesse de déplacement d'un système de mesure est déterminée par

- la vitesse de rotation/de déplacement admissible **mécaniquement** (lorsqu'elle est indiquée dans les *Caractéristiques techniques*)
- et la vitesse de rotation/de déplacement admissible **électriquement**.
Sur les systèmes de mesure avec **signaux de sortie sinusoïdaux**, la vitesse de rotation/de déplacement admissible électriquement est limitée par la fréquence limite à $-3\text{dB}/-6\text{dB}$ ou la fréquence d'entrée admissible de l'électronique consécutive. Sur les systèmes de mesure avec **signaux rectangulaires**, la vitesse de rotation/de déplacement admissible électriquement est limitée par
 - la fréquence de balayage/de sortie max. adm. f_{max} du système de mesure et
 - l'écart min. a entre les fronts adm. pour l'électronique consécutive.

pour les systèmes de mesure angulaire/capteurs rotatifs

$$n_{\text{max}} = \frac{f_{\text{max}}}{z} \cdot 60 \cdot 10^3$$

pour les systèmes de mesure linéaire

$$v_{\text{max}} = f_{\text{max}} \cdot \text{PS} \cdot 60 \cdot 10^{-3}$$

avec:

- n_{max} : Vitesse de rotation admissible électriquement en tours/min.
- v_{max} : Vitesse de déplacement adm. électriquement, en m/min.
- f_{max} : Fréquence de balayage/de sortie max. du système de mesure ou fréquence d'entrée de l'électronique consécutive, en kHz
- z : Nombre de traits système mesure angulaire/capteur rotatif sur 360°
- PS : Période de signal du système de mesure linéaire, en μm

Transmission du signal anti-parasite

Compatibilité électromagnétique/conformité CE

Sous réserve d'un montage selon les prescriptions et d'utilisation des câbles de liaison et sous-ensembles de câbles HEIDENHAIN, les systèmes de mesure HEIDENHAIN respectent les directives 89/336/CEE de compatibilité électromagnétique au niveau des normes génériques suivantes:

- **Immunité EN 61 000-6-2:**
et plus précisément:
 - ESD EN 61 000-4-2
 - Champs électromagnétiques EN 61 000-4-3
 - Transitoires électriques rapides en salve EN 61 000-4-4
 - Ondes de choc EN 61 000-4-5
 - Perturbations conduites par champs radioélectriques EN 61 000-4-6
 - Champs magnétiques aux fréquences du réseau EN 61 000-4-8
 - Champs magnétiques impulsionnels EN 61 000-4-9
- **Emissions parasites EN 61 000-6-4:**
et plus précisément:
 - pour appareils ISM EN 55 011
 - pour appareils de traitement de l'information EN 55 022

Antiparasitage électrique pour la transmission des signaux de mesure

Les tensions parasites sont générées et transmises surtout par des charges capacitives et inductives. Des interférences peuvent intervenir sur les lignes et entrées/sorties des appareils.

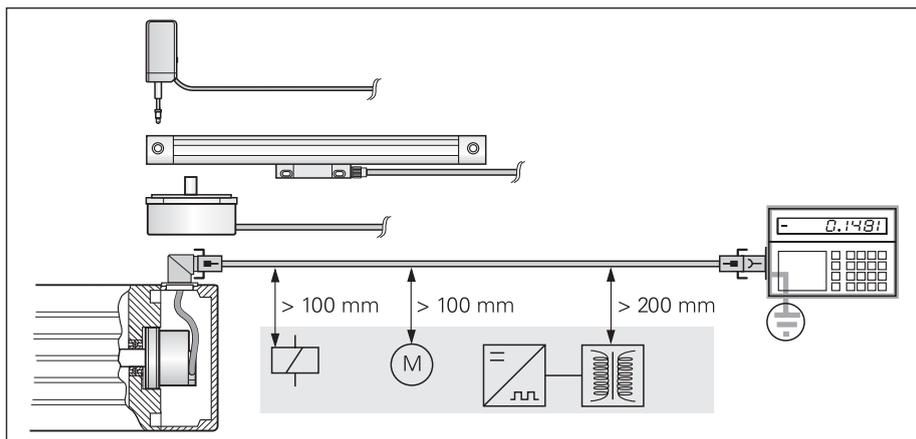
Origines possibles des sources parasites:

- champs magnétiques puissants émis par transformateurs et moteurs électriques,
- relais, contacteurs et électrovannes,
- appareils à haute fréquence, à impulsions et champs magnétiques de dispersion des alimentations à découpage,
- lignes d'alimentation et conducteurs des appareils ci-dessus.

Protection contre les influences parasites

Pour assurer un fonctionnement à l'abri de perturbations, respecter les points suivants:

- N'utiliser que le câble HEIDENHAIN.
- Utiliser des connecteurs ou boîtiers de connexions avec carter métallique. Ne pas faire passer de signaux étrangers.
- Relier entre eux les carters du système de mesure, des connecteurs, boîtiers de connexions et électronique consécutive par l'intermédiaire du blindage du câble. Raccorder les blindages (courts et protégés) pour que l'induction soit peu élevée dans la zone des entrées de câbles.
- Relier en un seul point le système de blindage à la terre.
- Empêcher tout contact fortuit de carters de prises avec d'autres pièces métalliques.
- Le blindage du câble a la fonction d'un conducteur d'équipotentialité. Si l'on redoute des courants compensateurs à l'intérieur de l'ensemble de l'installation, il faut prévoir un conducteur d'équipotentialité séparé. Cf. également **EN 50 178/4.98** chap. 5.2.9.5 „Conducteurs de protection de faible section“
- Ne pas poser les câbles conducteurs de signaux à proximité immédiate de sources parasites (consommateurs inductifs tels que contacteurs, moteurs, variateurs de fréquence, électrovannes, ou autres.
- On obtient généralement un découplage suffisant par rapport aux câbles conducteurs des signaux de perturbation en respectant une distance min. de 100 mm ou en les plaçant dans des goulottes métalliques et en utilisant une cloison mise à la terre.
- Respecter une distance min. de 200 mm par rapport aux selfs de démarrage dans le bloc d'alimentation. Cf. également **EN 50 178/4.98** chap. 5.3.1.1 „Câbles et lignes“, **EN 50 174-2/09.01** chap. 6.7 „Mise à la terre et liaison équipotentielle.“
- Lors de l'utilisation de **capteurs rotatifs multitours à l'intérieur de champs électromagnétiques** supérieurs à 30 mT, nous vous recommandons de bien vouloir consulter HEIDENHAIN, Traunreut.



Distance min. par rapport aux sources parasites

Parallèlement au blindage des câbles, les carters métalliques du système de mesure et de l'électronique consécutive ont également un effet sur le blindage. Les boîtiers doivent être **de même potentiel** et être reliés au point de terre central de la machine par l'intermédiaire du bâti de la machine ou d'un conducteur d'équipotentialité séparé. La section des conducteurs d'équipotentialité doit être au minimum de 6 mm^2 (Cu).

Electroniques d'exploitation

Série IBV Electroniques d'interpolation et de digitalisation

Les électroniques d'interpolation et de digitalisation permettent d'interpoler les signaux de sortie sinusoïdaux ($\sim 1 V_{CC}$) des systèmes de mesure angulaire HEIDENHAIN jusqu'à 100 fois, de les digitaliser pour les restituer ensuite sous forme de trains d'impulsions rectangulaires TTL.



IBV 101

Autres informations: cf. catalogue *Electroniques d'interpolation et de digitalisation* pour IBV 660 ou bien Information Produit *IBV 100/EXE 100*.

	IBV 101	IBV 102	IBV 660
Signaux en entrée	$\sim 1 V_{CC}$		
Entrées systèmes de mesure	Embase 12 plots femelle		
Interpolation (réglable)	par 5 par 10	par 25 par 50 par 100	par 25 par 50 par 100 par 200 par 400
Ecart min. entre les fronts	réglable de 2 à 0,125 μs , en fonction de la fréquence d'entrée		réglable de 0,8 à 0,1 μs en fonction de la fréquence d'entrée
Signaux de sortie	<ul style="list-style-type: none"> • Deux trains d'impulsions rectangulaires U_{a1} et U_{a2} et leurs signaux inverses $\overline{U_{a1}}$ et $\overline{U_{a2}}$ • Impulsion de référence U_{a0} et $\overline{U_{a0}}$ • Signal de perturbation U_{aS} 		
Tension d'alimentation	5V \pm 5 %		

IK 220

Carte de comptage universelle pour PC

L'IK 220 est une carte enfichable pour PC compatibles AT destinée à l'acquisition des valeurs de mesure générées par **deux systèmes de mesure linéaire ou angulaire incrémentaux ou absolus**. L'électronique de subdivision et de comptage **subdivise les signaux d'entrée sinusoïdaux** jusqu'à **4096 fois**. Un programme de gestion fait partie de la fourniture.



Autres informations, cf. *Information Produit IK 220*.

	IK 220			
Signaux en entrée (commutables)	$\sim 1 V_{CC}$	$\sim 11 \mu A_{CC}$	EnDat 2.1	SSI
Entrées systèmes de mesure	2 raccordements Sub-D (15 plots) mâles			
Fréquence d'entrée max.	500 kHz	33 kHz	-	
Longueur de câble max.	60 m		10 m	
Subdivision du signal (pér. signal: pas de mesure)	jusqu'à 4 096 fois			
Registre de données pour valeurs de mesure (pour chaque canal)	48 bits (44 bits utilisés)			
Mémoire interne	pour 8 192 valeurs de positions			
Interface	Bus PCI (Plug and Play)			
Logiciel de gestion et programme de démonstration	pour WINDOWS 98/NT/2000/XP en VISUAL C++, VISUAL BASIC et BORLAND DELPHI			
Dimensions	environ 190 mm \times 100 mm			

Dispositifs de mesure HEIDENHAIN

Le **PWM 9** est un système de mesure universel destiné à contrôler et régler les systèmes de mesure incrémentaux HEIDENHAIN. On dispose de tiroirs enfichables adaptés aux différents signaux des systèmes de mesure. Les valeurs sont affichées sur un petit écran LCD, l'utilisation est confortable grâce aux sofkeys.



	PWM 9
Entrées	Tiroirs (platines d'interface) pour signaux 11 μ Acc; 1 Vcc; TTL; HTL; EnDat 2.1*/SSI*/signaux de commutation *aucun affichage des valeurs de position et paramètres
Fonctions	<ul style="list-style-type: none"> • Mesure d'amplitude des signaux, consommation, tension d'alimentation, fréquence de balayage • Affichage graphique des signaux incrémentaux (amplitudes, angle de phase et rapport de cycle) et du signal de référence (largeur et position) • Affichage de symboles pour marque de référence, signal de perturbation, sens de comptage • Compteur universel, interpolation sélectionnable x 1 à x1024 • Aide au réglage pour systèmes de mesure à règle nue
Sorties	<ul style="list-style-type: none"> • Entrées connectées pour l'électronique consécutive • Prises BNC pour raccordement à un oscilloscope
Tension d'alimentation	10 à 30 V, 15 mA max.
Dimensions	150 mm x 205 mm x 96 mm

L'**IK 215** est une carte enfichable pour PC destinée à contrôler et à tester un système de mesure absolu HEIDENHAIN équipé d'une interface EnDat ou SSI. Via l'interface EnDat, il est possible de lire et d'écrire tous les paramètres.



	IK 215
Entrée système de mesure	EnDat (valeur absolue et signaux incrémentaux) ou SSI
Interface	Bus PCI Rev. 2.1
Logiciel d'application	Système d'exploitation: Windows 2000/XP Fonctions: Affichage de la valeur de position Compteur pour signaux incrémentaux Fonctionnalités EnDat
Subdivision du signal pour signaux incrémentaux	jusqu'à 1 024 fois
Dimensions	100 mm x 190 mm

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
83301 Traunreut, Germany
☎ +49 (8669) 31-0
FAXI +49 (8669) 5061
E-Mail: info@heidenhain.de

www.heidenhain.de

DE HEIDENHAIN Technisches Büro Nord

12681 Berlin, Deutschland
☎ (030) 54705-240
E-Mail: tbn@heidenhain.de

HEIDENHAIN Technisches Büro Mitte

08468 Heinsdorfergrund, Deutschland
☎ (03765) 69544
E-Mail: tbn@heidenhain.de

HEIDENHAIN Technisches Büro West

58093 Hagen, Deutschland
☎ (02331) 9579-0
E-Mail: tbw@heidenhain.de

HEIDENHAIN Technisches Büro Südwest

70771 Leinfelden-Echterdingen, Deutschland
☎ (0711) 993395-0
E-Mail: tbsw@heidenhain.de

HEIDENHAIN Technisches Büro Südost

83301 Traunreut, Deutschland
☎ (08669) 31-1345
E-Mail: tbs@heidenhain.de

AR NAKASE SRL.

B1653AOX Villa Ballester, Argentina
☎ +54 (11) 47684242
E-Mail: nakase@nakase.com

AT HEIDENHAIN Techn. Büro Österreich

83301 Traunreut, Germany
☎ +49 (8669) 31-1337
E-Mail: tba@heidenhain.de

AU FCR Motion Technology Pty. Ltd

Laverton North 3026, Australia
☎ +61 (3) 93626800
E-Mail: vicsales@fcrmotion.com

BE HEIDENHAIN NV/SA

1760 Roosdaal, Belgium
☎ +32 (54) 343158
E-Mail: sales@heidenhain.be

BG ESD Bulgaria Ltd.

Sofia 1172, Bulgaria
☎ +359 (2) 9632949
E-Mail: info@esd.bg

BR DIADUR Indústria e Comércio Ltda.

04763-070 – São Paulo – SP, Brazil
☎ +55 (11) 5696-6777
E-Mail: diadur@diadur.com.br

BY Belarus → RU

CA HEIDENHAIN CORPORATION

Mississauga, Ontario L5T2N2, Canada
☎ +1 (905) 670-8900
E-Mail: info@heidenhain.com

CH HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG

8603 Schwerzenbach, Switzerland
☎ +41 (44) 8062727
E-Mail: verkauf@heidenhain.ch

CN DR. JOHANNES HEIDENHAIN (CHINA) Co., Ltd.

Beijing 101312, China
☎ +86 10-80420000
E-Mail: sales@heidenhain.com.cn

CS Serbia and Montenegro → BG

CZ HEIDENHAIN s.r.o.

106 00 Praha 10, Czech Republic
☎ +420 272658131
E-Mail: heidenhain@heidenhain.cz

DK TP TEKNIK A/S

2670 Greve, Denmark
☎ +45 (70) 100966
E-Mail: tp-gruppen@tp-gruppen.dk

ES FARRESA ELECTRONICA S.A.

08028 Barcelona, Spain
☎ +34 934092491
E-Mail: farresa@farresa.es

FI HEIDENHAIN Scandinavia AB

02770 Espoo, Finland
☎ +358 (9) 8676476
E-Mail: info@heidenhain.fi

FR HEIDENHAIN FRANCE sarl

92310 Sèvres, France
☎ +33 01 41 143000
E-Mail: info@heidenhain.fr

GB HEIDENHAIN (G.B.) Limited

Burgess Hill RH15 9RD, United Kingdom
☎ +44 (1444) 247711
E-Mail: sales@heidenhain.co.uk

GR MB Milionis Vassilis

17341 Athens, Greece
☎ +30 (210) 9336607
E-Mail: bmilioni@otenet.gr

HK HEIDENHAIN LTD

Kowloon, Hong Kong
☎ +852 27591920
E-Mail: service@heidenhain.com.hk

HR Croatia → SL

HU HEIDENHAIN Kereskedelmi Képviselet

1239 Budapest, Hungary
☎ +36 (1) 4210952
E-Mail: info@heidenhain.hu

ID PT Servitama Era Toolsindo

Jakarta 13930, Indonesia
☎ +62 (21) 46834111
E-Mail: ptset@group.gts.co.id

IL NEUMO VARGUS MARKETING LTD.

Tel Aviv 61570, Israel
☎ +972 (3) 5373275
E-Mail: neumo@neumo-vargus.co.il

IN ASHOK & LAL

Chennai – 600 030, India
☎ +91 (44) 26151289
E-Mail: ashoklal@satyam.net.in

IT HEIDENHAIN ITALIANA S.r.l.

20128 Milano, Italy
☎ +39 02270751
E-Mail: info@heidenhain.it

JP HEIDENHAIN K.K.

Tokyo 102-0073, Japan
☎ +81 (3) 3234-7781
E-Mail: sales@heidenhain.co.jp

KR HEIDENHAIN LTD.

Suwon, South Korea, 443-810
☎ +82 (31) 2011511
E-Mail: info@heidenhain.co.kr

MK Macedonia → BG

MX HEIDENHAIN CORPORATION MEXICO

20235 Aguascalientes, Ags., Mexico
☎ +52 (449) 9130870
E-Mail: info@heidenhain.com

MY ISOSERVE Sdn. Bhd

56100 Kuala Lumpur, Malaysia
☎ +60 (3) 91320685
E-Mail: isoserve@po.jaring.my

NL HEIDENHAIN NEDERLAND B.V.

6716 BM Ede, Netherlands
☎ +31 (318) 581800
E-Mail: verkoop@heidenhain.nl

NO HEIDENHAIN Scandinavia AB

7300 Orkanger, Norway
☎ +47 72480048
E-Mail: info@heidenhain.no

PH Machinebanks Corporation

Quezon City, Philippines 1113
☎ +63 (2) 7113751
E-Mail: info@machinebanks.com

PL APS

02-473 Warszawa, Poland
☎ +48 228639737
E-Mail: aps@apserwis.com.pl

PT FARRESA ELECTRÓNICA, LDA.

4470 - 177 Maia, Portugal
☎ +351 229478140
E-Mail: fep@farresa.pt

RO Romania → HU

RU Gertner Service GmbH

113035 Moskau, Russian Federation
☎ +7 (495) 931-9645
E-Mail: heidenhain@gertnergrou.de

SE HEIDENHAIN Scandinavia AB

12739 Skärholmen, Sweden
☎ +46 (8) 53193350
E-Mail: sales@heidenhain.se

SG HEIDENHAIN PACIFIC PTE LTD.

Singapore 408593,
☎ +65 6749-3238
E-Mail: info@heidenhain.com.sg

SK Slovakia → CZ

SL Posredništvo HEIDENHAIN SAŠO HÜBL s.p.

2000 Maribor, Slovenia
☎ +386 (2) 4297216
E-Mail: hubl@siol.net

TH HEIDENHAIN (THAILAND) LTD

Bangkok 10250, Thailand
☎ +66 (2) 398-4147-8
E-Mail: info@heidenhain.co.th

TR T&M Mühendislik Mümessilik

34728 Erenköy-Istanbul, Turkey
☎ +90 (216) 3022345
E-Mail: info@tm mühendislik.com.tr

TW HEIDENHAIN Co., Ltd.

Taichung 407, Taiwan
☎ +886 (4) 23588977
E-Mail: info@heidenhain.com.tw

UA Ukraine → RU

US HEIDENHAIN CORPORATION

Schaumburg, IL 60173-5337, USA
☎ +1 (847) 490-1191
E-Mail: info@heidenhain.com

VE Maquinaria Diekmann S.A.

Caracas, 1040-A, Venezuela
☎ +58 (212) 6325410
E-Mail: purchase@diekmann.com.ve

VN AMS Advanced Manufacturing Solutions Pte Ltd

HCM City, Viêt Nam
☎ +84 (8) 9123658 - 8352490
E-Mail: davidgoh@amsvn.com

ZA MAFEMA SALES SERVICES C.C.

Midrand 1685, South Africa
☎ +27 (11) 3144416
E-Mail: mailbox@mafema.co.za

