posichron®
Capteurs de position magnétostrictifs

PCFP25

Capteur de déplacement en profilé ultra plat pour espaces restreints



- **Indice de protection jusqu'à IP67**
- **Boîtier ultra-plat de 8 mm**
- **Sans usure ni maintenance**
- **Excellente résistance aux chocs jusqu'à 50 g (100 chocs)**
- **Distance de guidage jusqu'à 19 mm (en fonction du profil et de l'aimant)**

Modèles

Sortie analogique, 1 voie

Sortie analogique, 2 voies

Sortie série synchrone (SSI)

Sortie digitale CANopen

V / mA



PCFP25 - Capteur de position magnétostrictif en profilé ultraplat

Version avec sortie analogique, 1 voie

Caractéristiques techniques

			Options de commande, 1 voie
Etendue de mesure	100 ... 5750 (par pas de 10 mm) Autres longueurs sur demande	1	**100 ... 5750**
Etage de sortie	Sortie 0 ... 10 V U1 avec alarm_HOLD Sortie 0,5 ... 10 V U2 avec alarm_LOW; U2 avec alarm_HOLD Sortie 0,5 ... 4,5 V U8 avec alarm_LOW; U8 avec alarm_HOLD Sortie 4 ... 20 mA (3 fils) I1 avec alarm_LOW; I1 avec alarm_HOLD	2	**U1** **U1/H** **U2** **U2/U; U2/H** **U8** **U8/U; U8/H** **I1** **I1/U; I1/H**
Fonction et caractéristique	Aimant de position 1, croissant Aimant de position 1, décroissant Valeur de début, direction et fin paramétrables	3	**P1A** **P1D** **PMU**
Résolution	16 bit de l'E.M., min. 10 µm		
Fréquence d'échantillonnage	Jusqu'à 1 kHz, dépendant de l'E.M.		
Linéarité	Etendue de mesure >500 mm: ±0,10 % de l'E.M. ±0,02 % de l'E.M. Etendue de mesure ≤500 mm: ±0,5 mm ±0,2 mm	4	**L10** **L02** **L10** **L02MM**
Répétabilité	±3 µm		
Matériaux du boîtier	AlMgSi1 et plastique		
Indice de protection	IP64 (IP67 en option)		
Montage	par brides de fixation PCFP25-BFS1		
Connectique	Sortie câble de 2 m (standard); autres longueurs sur demande	5	**KAB2M**
Température	-40 … +85°C		
Résistance aux chocs	DIN EN 60068-2-27:2010, 50 g/11 ms, 100 chocs		
Résistance aux vibrations	DIN EN 60068-2-6:2008, 20 g/10 Hz-2 kHz, 10 cycles		
CEM	DIN EN 61326-1:2013		

Référence commande

PCFP25 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5

Exemple de commande : PCFP25 – 1000 – I1 – P1A – L10 – KAB2M

V / mA



PCFP25 - Capteur de position magnétostrictif en profilé ultraplat

Version avec sortie analogique, 2 voies

Caractéristiques techniques

			Options de commande, 2 voies
Etendue de mesure	100 ... 5750 (par pas de 10 mm) Autres longueurs sur demande	1	**100 ... 5750**
Etage de sortie	Sortie 0 ... 10 V U1 avec alarm_HOLD Sortie 0,5 ... 10 V U2 avec alarm_LOW; U2 avec alarm_HOLD Sortie 0,5 ... 4,5 V U8 avec alarm_LOW; U8 avec alarm_HOLD Sortie 4 ... 20 mA (3 fils) I1 avec alarm_LOW; I1 avec alarm_HOLD	2	**U1** **U1/H** **U2** **U2/U; U2/H** **U8** **U8/U; U8/H** **I1** **I1/U; I1/H**
Fonction et caractéristique de la voie 1	Aimant de position 1, croissant Aimant de position 1, décroissant Différence aimant 1/2, croissant (2 aimants) Différence aimant 1/2, décroissant (2 aimants)	3	**P1A** **P1D** **DA** **DD**
Fonction et caractéristique de la voie 2	Aimant de position 2, croissant (2 aimants) Aimant de position 2, décroissant (2 aimants) Différence aimant 1/2, croissant (2 aimants) Différence aimant 1/2, décroissant (2 aimants) Vitesse **avec** connaissance de la direction (possible avec un seul aimant) Vitesse **sans** connaissance de la direction (possible avec un seul aimant)	4	**P2A** **P2D** **DA** **DD** **VZx.x** [1] **VAx.x** [2]
Résolution	16 bit de l'E.M., min. 10 µm		
Fréquence d'échantillonnage	Jusqu'à 1 kHz, dépendant de l'E.M.		
Linéarité	Etendue de mesure >500 mm: ±0,10 % de l'E.M. ±0,02 % de l'E.M. Etendue de mesure ≤500 mm: ±0,5 mm ±0,2 mm	5	**L10** **L02** **L10** **L02MM**
Répétablilité	±3 µm		
Matériaux du boîtier	AlMgSi1 et plastique		
Indice de protection	IP64 (IP67 en option)		
Montage	par brides de fixation PCFP25-BFS1		
Connectique	Sortie câble de 2 m (standard); autres longueurs sur demande	6	**KAB2M**
Température	-40 … +85°C		
Résistance aux chocs	DIN EN 60068-2-27:2010, 50 g/11 ms, 100 chocs		
Résistance aux vibrations	DIN EN 60068-2-6:2008, 20 g/10 Hz-2 kHz, 10 cycles		
CEM	DIN EN 61326-1:2013		

Référence commande

PCFP25 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Exemple de commande : PCFP25 – 1000 – I1 – P1A – VZ1.0 – L10 – KAB2M

1) VZx.x = Vitesse avec connaissance de la direction (possible avec un seul aimant), par pas de 0,1 m/s

Exemple: VZ1.5	vers position de début		vers position de fin
	-1,5 m/s	0	1,5 m/s
Sortie U2:	0,5 V	5,25 V	10 V
Sortie I1:	4 mA	12 mA	20 mA

2) VAx.x = Vitesse sans connaissance de la direction (possible avec un seul aimant), par pas de 0,1 m/s

Beispiel: VA1.5	vers position de début		vers position de fin
	-1,5 m/s	0	1,5 m/s
Sortie U2:	10 V	0,5 V	10 V
Sortie I1:	20 mA	4 mA	20 mA

Accessoires :
Aimants de position (voir page 12)
Excentriques de fixation (voir page 9)

SSI



PCFP25 - Capteur de position magnétostrictif en profilé ultraplat

Version avec sortie série synchrone (SSI)

Caractéristiques techniques

			Options de commande
Etendue de mesure	100 ... 5750 (par pas de 10 mm) Autres longueurs sur demande	1	**100 ... 5750**
Résolution	5 / 10 / 20 / 50 / 100 µm	2	**5 / 10 / 20 / 50 / 100**
Etage de sortie	Série synchrone (SSI)	3	**SSI**
Code	Gray Dual	4	**G** **D**
Nombre de bits de données	24 bit 25 bit	5	**24** **25**
Fréquence d'échantillonnage	Jusqu'à 1 kHz, dépendant de l'E.M.		
Linéarité	Etendue de mesure >500 mm: ±0,10 % de l'E.M. ±0,02 % de l'E.M. Etendue de mesure ≤500 mm: ±0,5 mm ±0,2 mm	6	**L10** **L02** **L10** **L02MM**
Répétabilité	±3 µm		
Matériaux du boîtier	AlMgSi1 et plastique		
Indice de protection	IP64 (IP67 en option)		
Montage	par brides de fixation PCFP25-BFS1		
Connectique	Sortie câble de 2 m (standard)	7	**KAB2M**
Température	-40 … +85°C		
Résistance aux chocs	DIN EN 60068-2-27:2010, 50 g/11 ms, 100 chocs		
Résistance aux vibrations	DIN EN 60068-2-6:2008, 20 g/10 Hz-2 kHz, 10 cycles		
CEM	DIN EN 61326-1:2013		

Référence commande

PCFP25 – 1 – 2 – 3 / 4 / 5 – 6 – 7

Exemple de commande : PCFP25 – 1000 – 5 – SSI / G / 24 – L10 – KAB2M

Accessoires :
Aimants de position (voir page 12)
Excentriques de fixation (voir page 9)

CAN



PCFP25 - Capteur de position magnétostrictif en profilé ultraplat

Version avec sortie digitale CANopen

Caractéristiques techniques

			Options de commande
Etendue de mesure	100 ... 5750 (par pas de 10 mm) Autres longueurs sur demande	1	**100 ... 5750**
Etage de sortie	CANopen-Bus CANopen-Bus avec résistance de terminaison intégrée CAN SAE J1939 CAN SAE J1939-Bus avec résistance de terminaison intégrée	2	**CANOP** **CANOP/R** **CANJ1939** **CANJ1939/R**
Résolution	50 µm		
Fréquence d'échantillonnage	Jusqu'à 1 kHz, dépendant de l'E.M.		
Linéarité	Etendue de mesure >500 mm: ±0,10 % de l'E.M. ±0,02 % de l'E.M. Etendue de mesure ≤500 mm: ±0,5 mm ±0,2 mm	3	**L10** **L02** **L10** **L02MM**
Répétabilité	±3 µm		
Matériaux du boîtier	AlMgSi1 et plastique		
Indice de protection	IP64 (IP67 en option)		
Montage	par brides de fixation PCFP25-BFS1		
Connectique	Câble de 0,3 m avec connecteur M12 5 pôles	4	**KAB0,3M-M12/CAN**
Température	-40 … +85°C		
Résistance aux chocs	DIN EN 60068-2-27:2010, 50 g/11 ms, 100 chocs		
Résistance aux vibrations	DIN EN 60068-2-6:2008, 20 g/10 Hz-2 kHz, 10 cycles		
CEM	DIN EN 61326-1:2013		

Référence commande

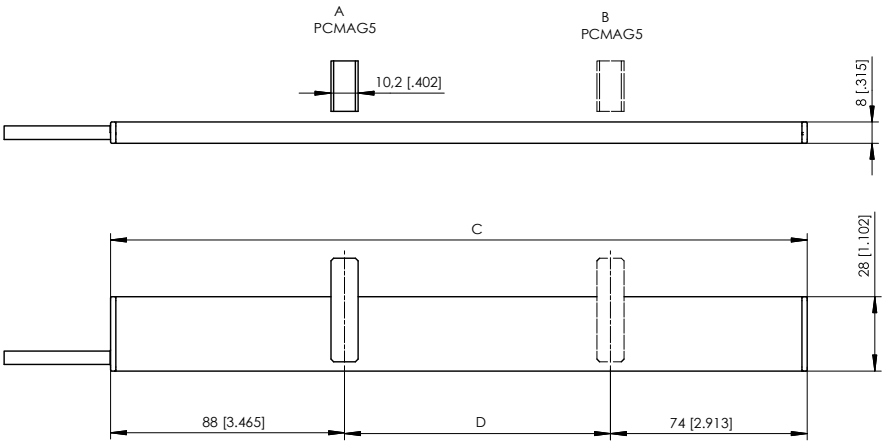
PCFP25 – 1 – 2 – 3 – 4

Exemple de commande : PCFP25 – 1000 – CANOP – L10 – KAB0,3M-M12/CAN

Accessoires :
Connecteurs préconfectionnés (voir page 22)
Aimants de position (voir page 12)
Brides de fixation (voir page 9)

Encombrement

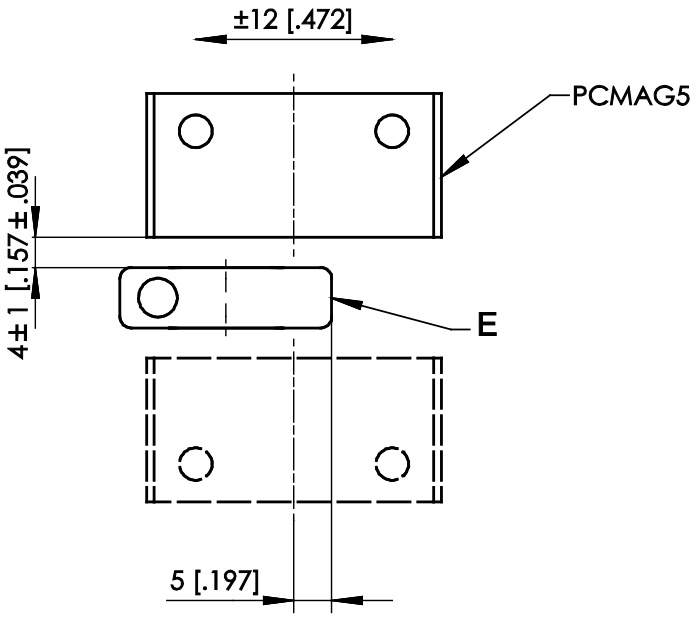
Sortie câble



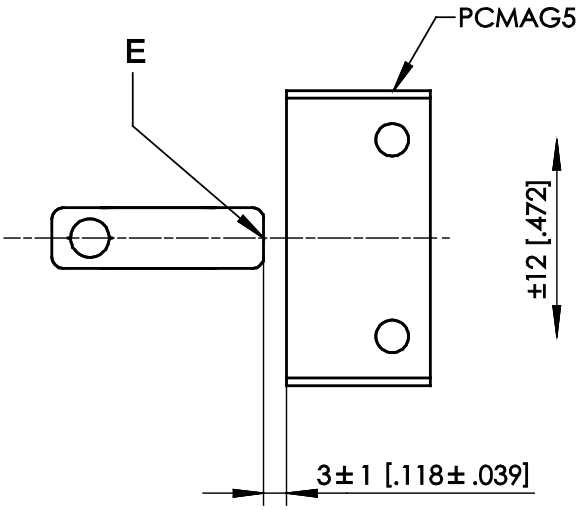
A – Position de début
B – Position de fin
C – Longueur totale = domaine de mesure + 162 [6.378]
(ex. 262 [10.315])
D – Domaine de mesure actif (ex. 100 [3.937])

Cotes en mm [inch]
Cotes données à titre indicatif.
Les plans d'encombrement spécifiques peuvent être demandés à l'usine.

Montage de l'aimant



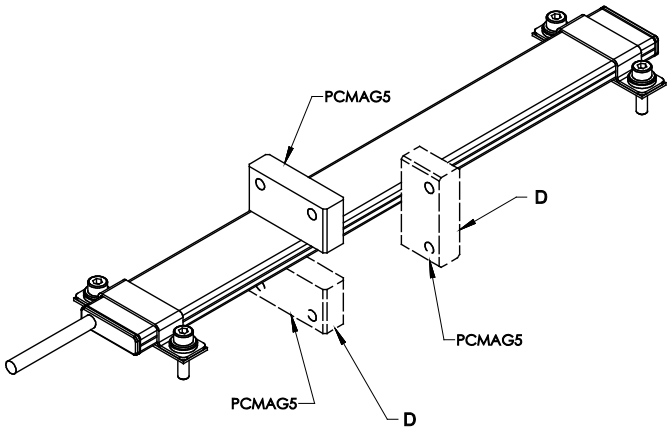
Montage alternatif de l'aimant



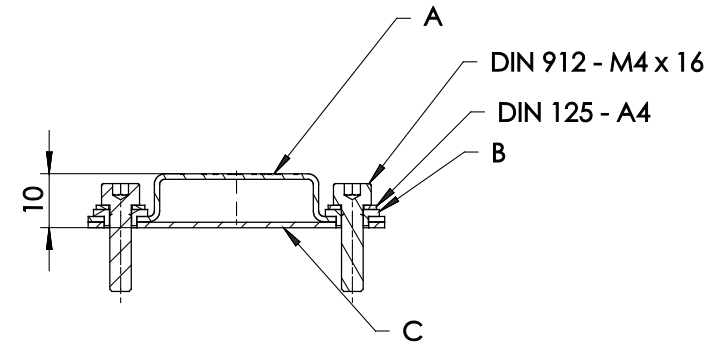
E - Marquage

Accessoires de montage

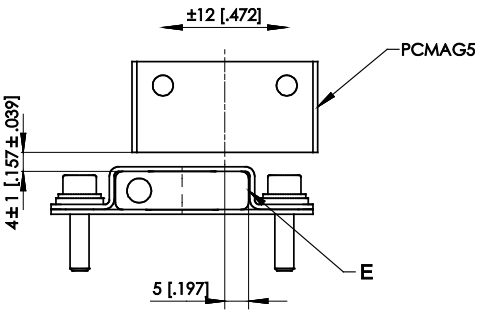
Brides de fixation PCFP25-BFS1



D – Montage alternatif de l'aimant



A – Brides de fixation
B – Rondelle isolante
C – Lamelle isolante



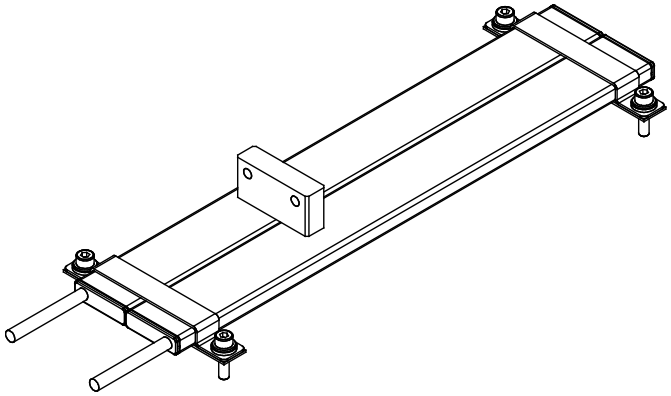
E – Marquage

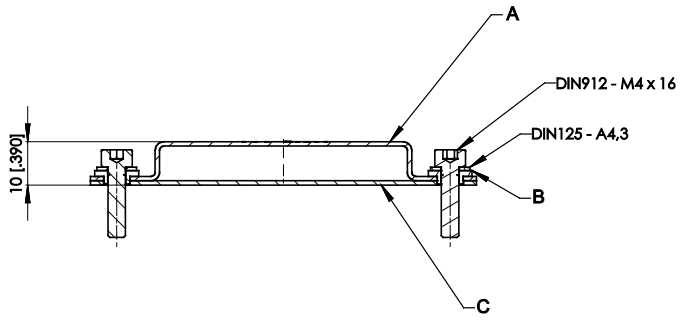
Cotes en mm [inch]
Cotes données à titre indicatif.
Les plans d'encombrement spécifiques peuvent être demandés à l'usine.

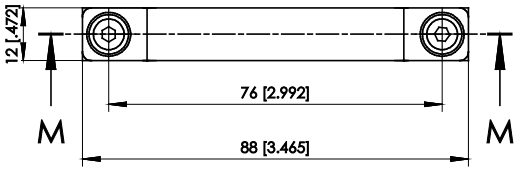
Brides de fixation PCFP25-RF-BFS1

Version redondante

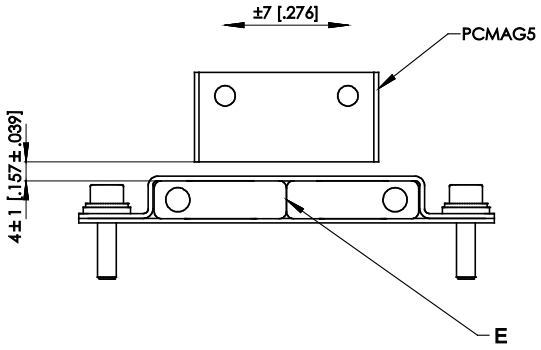
Agencement horizontal







A – Brides de fixation
B – Rondelle isolante
C – Lamelle isolante

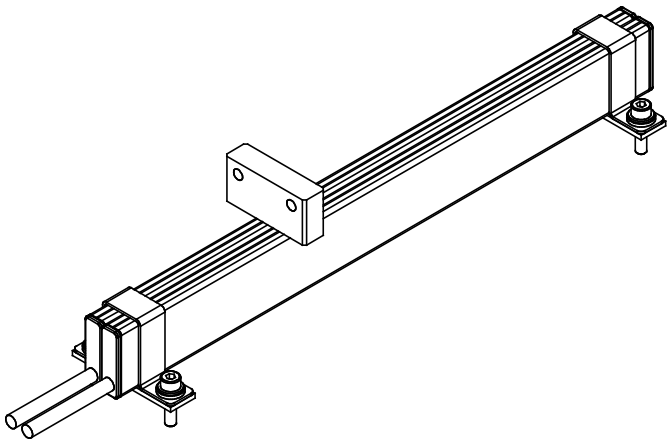


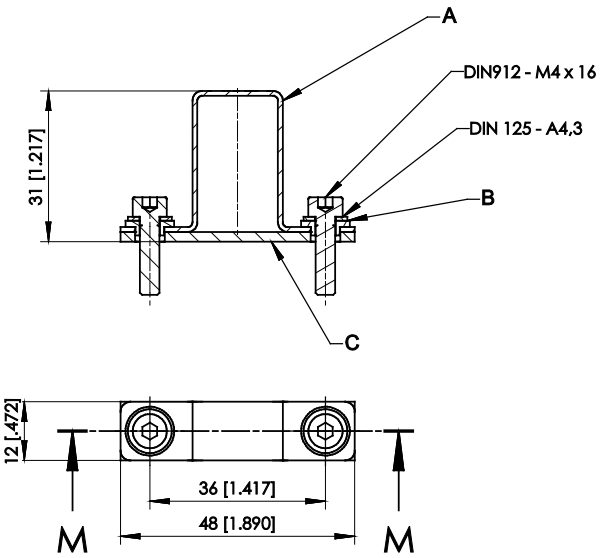
E – Marquage

Cotes en mm [inch]
Cotes données à titre indicatif.
Les plans d'encombrement spécifiques peuvent être demandés à l'usine.

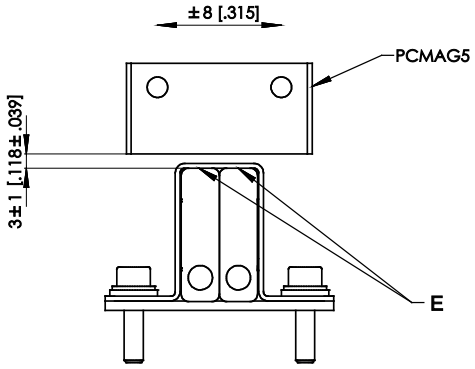
Brides de fixation PCFP25-RH-BFS1

Version redondante
Agencement vertical





A – Brides de fixation
B – Rondelle isolante
C – Lamelle isolante



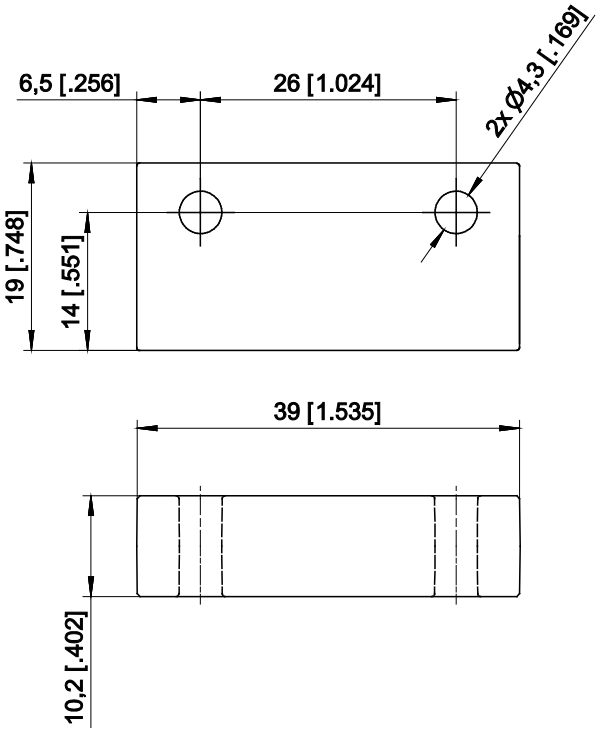
E – Marquage

Cotes en mm [inch]
Cotes données à titre indicatif.
Les plans d'encombrement spécifiques peuvent être demandés à l'usine.

Aimants

PCMAG5

Aimant standard



Cotes en mm [inch]

Cotes données à titre indicatif.

Les plans d'encombrement spécifiques peuvent être demandés à l'usine.

Spécifications des étages de sortie

Sorties analogiques

U1 Sortie tension 0 ... 10 V 	Tension d'alimentation	18 … 36 V DC
	Consommation	23 mA typique pour 24 V DC 46 mA typique pour 12 V DC 80 mA max.
	Signal de sortie	0 ... 10 V DC
	Courant de sortie	2 mA max.
	Résistance de charge	>5kΩ
	Résolution	16 bit de l'E.M., min. 10 µm
	Stabilité en température	±50 x 10^{-6} / °C de l'E.M.
	Protection électrique	Inversion de polarité, court-circuit
	Bruit du signal de sortie	0,5 mV_{eff}
	Température de fonctionnement	-40 … +85°C
	CEM	DIN EN 61326-1:2013

U2 Sortie tension 0,5 ... 10 V 	Tension d'alimentation	18 … 36 V DC
	Consommation	23 mA typique pour 24 V DC 46 mA typique pour 12 V DC 80 mA max.
	Signal de sortie	0,5 ... 10 V DC
	Courant de sortie	2 mA max.
	Résistance de charge	>5kΩ
	Résolution	16 bit de l'E.M., min. 10 µm
	Stabilité en température	±50 x 10^{-6} / °C de l'E.M.
	Protection électrique	Inversion de polarité, court-circuit
	Bruit du signal de sortie	0,5 mV_{eff}
	Température de fonctionnement	-40 … +85°C
	CEM	DIN EN 61326-1:2013

U8 Sortie tension 0,5 ... 4,5 V 	Tension d'alimentation	10 … 36 V DC
	Consommation	23 mA typique pour 24 V DC 46 mA typique pour 12 V DC 80 mA max.
	Signal de sortie	0,5 ... 4,5 V DC
	Courant de sortie	2 mA max.
	Résistance de charge	>5kΩ
	Résolution	16 bit de l'E.M., min. 10 µm
	Stabilité en température	±50 x 10^{-6} / °C de l'E.M.
	Protection électrique	Inversion de polarité, court-circuit
	Bruit du signal de sortie	0,5 mV_{eff}
	Température de fonctionnement	-40 … +85°C
	CEM	DIN EN 61326-1:2013

I1 Sortie courant 4 … 20 mA, 3 fils 	Tension d'alimentation	18 … 36 V DC (10 … 36 V pour R_L ≤250Ω)
	Consommation	36 mA typique pour 24 V DC 66 mA typique pour 12 V DC 100 mA max.
	Résistance de charge	350 Ω max.
	Signal de sortie	4 … 20 mA (max. 30 mA, signal d'erreur)
	Résolution	16 bit de l'E.M., min. 10 µm
	Stabilité en température	±50 x 10^{-6} / °C de l'E.M.
	Protection électrique	Inversion de polarité, court-circuit
	Bruit du signal de sortie	0,5 mV_{eff}
	Température de fonctionnement	-40 … +85°C
	CEM	DIN EN 61326-1:2013

Signal d'erreur pour les sorties analogiques

Comportement du signal de sortie analogique en cas de détection d'une anomalie

Dans les cas où le capteur détecte une anomalie (par ex. aimant manquant ou en dehors de la plage active), le signal de sortie analogique présentera en fonction de l'option retenue les différents états suivants :

Alarm_HIGH
La tension resp. le courant de sortie Alarm_HIGH se met sur un niveau haut (Overrange).

Alarm_LOW
La tension resp. le courant de sortie Alarm_LOW se met sur un niveau bas (Underrange).

Alarm_HOLD
La dernière valeur mesurée est maintenue.

	Alarm_HIGH (Standard)	**Alarm_LOW** (.../U)	**Alarm_HOLD** (.../H)
U1	U_{out} ≥ 10,5 V	—	maintient la dernière valeur mesurée (Référence commande **U1/H**)
U2	U_{out} ≥ 10,5 V	U_{out} < 0,25 V (Référence commande **U2/U**)	maintient la dernière valeur mesurée (Référence commande **U2/H**)
U8	U_{out} ≥ 10 V	U_{out} < 0,25 V (Référence commande **U8/U**)	maintient la dernière valeur mesurée (Référence commande **U8/H**)
I1	I_{out} ≥ 21 mA	1,5 ... 2 mA (Référence commande **I1/U**)	maintient la dernière valeur mesurée (Référence commande **I1/H**)

Signal d'erreur en sortie SSI

Si le capteur ne détecte pas d'aimant, la valeur de position transmise est alors la valeur maximale (0xFFFFFF) pour 24 bit et (0x1FFFFFF) pour 25 bit.

Option - PMU pour les sorties analogiques U1, U2, U8 et I1

Programmation d'une valeur de début et de fin de course par l'utilisateur :

L'option « PMU » permet la programmation de la valeur de début et de fin de l'étage de sortie à l'aide du signal SPAN/ZERO prévue au niveau du connecteur. Ainsi, à chaque fois que des positions de début et de fin de course seront définies, SPAN/ZERO sera relié à la masse GND à l'aide d'un commutateur. Si ce contact de masse est enclenché pendant 2 à 4 secondes, la position actuelle est interprétée comme valeur de début. Si le contact de masse est enclenché pendant plus de 5 secondes, la position actuelle est alors interprétée comme valeur de fin. Les derniers paramétrages de début et de fin de course restent enregistrés après une coupure de courant.

Le paramétrage usine peut être redéfini en enclenchant le contact SPAN/ZERO plus de deux secondes lors de la mise sous tension du capteur.

Sorties digitales

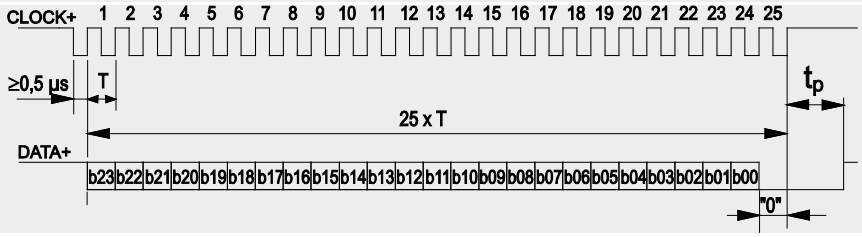
SSI Série synchrone	Interface		EIA RS-422
	Tension d'alimentation		10 … 36 V DC, ondulation résiduelle 10 mV_{ss}
	Consommation		22 mA typique pour 24 V DC 46 mA typique pour 12 V DC max. 150 mA
	Fréquence d'horloge		100 kHz ... 1 MHz
	Code		Gray, dual
	Temps de pause entre trains d'impulsions (t_p)	2	>25 µs
	Stabilité en température		±50 x 10^{-6} / °C de l'E.M. (typique)
	Température de fonctionnement		-40 … +85°C
	CEM		DIN EN 61326-1:2013

Description

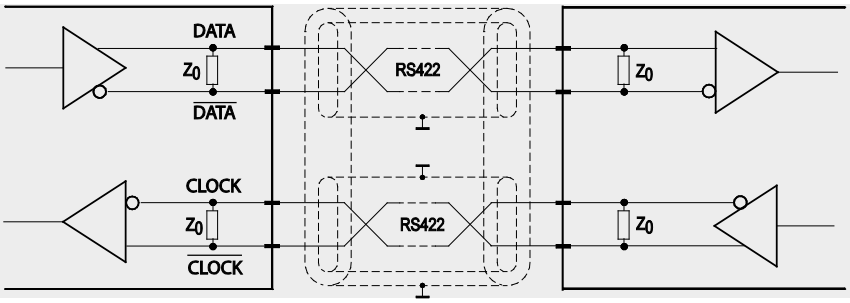
La transmission des DATA est effectuée à l'aide d'un signal CLOCK. L'électronique de réception (automate programmable, calculateur) fournit les impulsions d'horloge et le capteur retourne les données. Avec le front descendant du premier signal d'horloge, la valeur du capteur est mise en mémoire. Avec le front montant du signal d'horloge suivant, le bit de données de poids fort est transféré vers le récepteur. Après un temps de pause, un nouveau mot peut être transmis.

Diagramme des impulsions

(train de 26 impulsions)



Etage de réception préconisé



Ratio de transmission

Longueur de câble	Baud
50 m	100-400 kHz
100 m	100-300 kHz

Remarque:

La fréquence de transmission dépend directement de la longueur du câble.

Les câbles associés à $\mathrm{CLOCK}/\overline{\mathrm{CLOCK}}$ et $\mathrm{DATA}/\overline{\mathrm{DATA}}$ doivent être torsadés par paire de même que blindés par paire et en commun.

Branchement
Connecteur M12, 8 pôles



Vue sur l'embase du capteur

Signaux de sortie	Broches du connecteur	Couleur des fils
Alimentation +	1	blanc
Alimentation GND	2	brun
CLOCK	3	vert
$\overline{\text{CLOCK}}$	4	jaune
DATA	5	gris
$\overline{\text{DATA}}$	6	rose
-	7	bleu
-	8	rouge

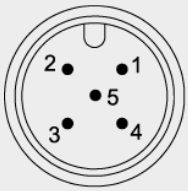
Description

Interface CANopen avec process des données pour position et fonction commutateur à cames avec preset, résolution, filtrage et points de commutation à cames programmables.

CANOP **CANOP/R** CANopen 	Spécification CAN	ISO 11898, Basic et Full CAN 2.0 B
	Profil de communication	CANopen CiA 301 V 4.02, Slave
	Profil de l'instrumentation	Encoder CiA 406 V 3.2
	Error Control	Node Guarding, Heartbeat, Emergency Message
	Adresse de noeud	Paramétrable par LSS ou par dictionnaire d'objets
	PDO	3 TxPDO, 0 RxPDO, no linking, static mapping
	PDO Modes	Event-/Time triggered, Remote-request, Sync cyclic/acyclic
	SDO	1 Server, 0 Client
	CAM	8 cames
	Certifié	Oui
	Ratio de transmission	50 kBaud à 1 MBaud, paramétrable par LSS ou par dictionnaire d'objets
	Connectique	Connecteur M12, 5 pôles
	Résistance de terminaison intégrée (en option)	120 Ω
	Bus isolé galvaniquement	Non

Caractéristiques techniques	Tension d'alimentation	18 ... 36 V DC 11 … 36 V DC pour des étendues de mesure <1m
	Consommation	20 mA typique pour 24 V DC 40 mA typique pour 12 V DC 80 mA max.
	Nombre de tête aimentée	1 ... 4
	Résolution	50 µm
	Fréquence d'échantillonnage	1 kHz (asynchrone)
	Stabilité en temperature	±50 x 10^{-6}/°C de l'E.M (typique)
	Répétabilité	1 LSB
	Température de fonctionnement	Voir les spécifications du capteur
	Protection électrique	Inversion de polarité, court-circuit
	Rigidité diélectrique	1 kV (V AC, 50 Hz, 1 min.)
	CEM	DIN EN 61326-1:2013

Branchement	Signaux de sortie	Broches du connecteur
Connecteur M12, 5 pôles	Blindage	1
	Alimentation +	2
	GND	3
	CAN-H	4
	CAN-L	5



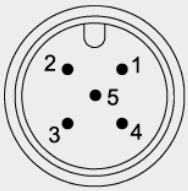
Vue sur l’embase du capteur

Lors de l’utilisation de plusieurs aimants de position, une distance minimale de 70 mm entre deux aimants succesifs doit être respectée.

CANJ1939 **CANJ1939/R** SAE J1939 	Spécification CAN	ISO 11898, Basic et Full CAN 2.0 B	
	Transceiver	Compatible 24V, non isolé	
	Profil de communication	SAE J1939	
	Ratio de transmission	250 kBit/s	
	Résistance de terminaison intégrée (en option)	120 Ω	
	Adresse	Default 247d, paramétrable	

NAME Fields	Arbitrary address capable	1	Yes
	Industry group	0	Global
	Vehicle system	7Fh (127d)	Non specific
	Vehicle system instance	0	
	Function	FFh (255d)	Non specific
	Function instance	0	
	ECU instance	0	
	Manufacturer	145h (325d)	Manufacturer ID
	Identity number	0nnn	Serial number 21 bit
Parameter Group Numbers (PGN)	Configuration data	PGN EF00h	Proprietary-A (PDU1 peer-to-peer)
	Process data	PGN FFnnh	Proprietary-B (PDU2 broadcast); nn Group Extension (PS) configurable

Caractéristiques techniques	Tension d'alimentation	18 ... 36 V DC 11 … 36 V DC pour des étendues de mesure <1m
	Consommation	20 mA typique pour 24 V DC 40 mA typique pour 12 V DC 80 mA max.
	Fréquence d'échantillonnage	1 kHz (asynchrone)
	Stabilité en temperature	±50 x 10^{-6}/°C de l'E.M (typique)
	Répétabilité	1 LSB
	Température de fonctionnement	Voir les spécifications du capteur
	Protection électrique	Inversion de polarité, court-circuit
	Rigidité diélectrique	1 kV (V AC, 50 Hz, 1 min.)
	CEM	DIN EN 61326-1:2013

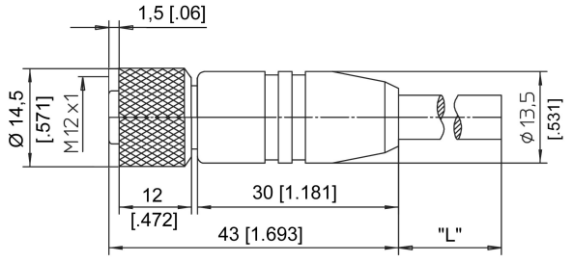
Branchement	Signaux de sortie	Broches du connecteur
Connecteur M12, 5 pôles	Blindage	1
	Alimentation +	2
Vue sur l’embase du capteur	GND	3
	CAN-H	4
	CAN-L	5

Lors de l’utilisation de plusieurs aimants de position, une distance minimale de 70 mm entre deux aimants succesifs doit être respectée.

Connecteurs préconfectionnés
Connecteur préconfectionné M12, 5 pôles CAN-Bus

Le câble est ici confectionné avec un connecteur droit 5 pôles. A l'autre extrémité se trouve un autre connecteur droit 5 pôles (mâle) pour branchement. Les longueurs standard disponibles sont 0,3 m, 2 m, 5 m et 10 m.

Diamètre du câble: 6,7 ±0,2 mm



Référence commande

	KAB - xM - M12/5F/G - M12/5M/G - CAN
IP69:	**KAB - xM - M12/5F/G/69K - M12/5M/G/69K - CAN**

xM = Longueur in m

T de raccordement M12, 5 pôles CAN-Bus

Référence commande

KAB - TCONN - M12/5M - 2M12/5F - CAN



Résistance de terminaison M12, 5 pôles CAN-Bus

Référence commande

KAB - RTERM - M12/5M/G - CAN



Spécifications pour chaînes porte-câbles

Vitesse maximale du mouvement	3 m/s
Accélération maximale	5 m/s^2
Rayon de courbure minimal	10 x diamètre du câble