

- Capteur de force/couple 6 axes
- technologie : 6 ponts complets de jauges de contraintes
- étendues de mesure Fxyz: $\pm 50\text{N}$, $\pm 100\text{N}$, $\pm 200\text{N}$, $\pm 500\text{N}$, $\pm 1\text{kN}$
- Capacité Mxyz: $\pm 5\text{Nm}$, $\pm 10\text{Nm}$, $\pm 20\text{Nm}$, $\pm 25\text{Nm}$, $\pm 25\text{Nm}$
- Interfaces : ISO 9409-1-31.33-4-M5 (robotique)
- Classe de précision: 0,2%; Crosstalks : < 1%
- Interface : EtherCAT-P
- Echantillonnage : jusqu'à 1 kHz
- Dimensions: $\varnothing 55\text{ mm} \times 50\text{ mm}$;
- Connectique: câble 5m compatible chaînes porte-câble avec connecteur M8
- Construction IP65 en Aluminium et Acier
- Température de fonctionnement : -10 – 65°C
- Poids: < 220 g
- Calibration en option



Présentation

Le capteur 6 axes K6D55ri est conçu pour les applications robotiques et médicales, mesurant simultanément les trois forces (F_x , F_y , F_z) et les trois moments (M_x , M_y , M_z) avec une précision de classe 0,2 %. Avec son électronique de conditionnement et de post-traitement embarquée EtherCAT P, il simplifie l'intégration grâce à une alimentation et une transmission de données directement compatible avec le contrôleur du robot, sans autre électronique intermédiaire. Le câble est compatible avec les chaînes porte-câbles.

Son format compact ($\varnothing 55\text{ mm} \times 50\text{ mm}$) et son interface mécanique ISO 9409-1-31,33-4-M5 permettent un montage direct sur les bras robotisés sans pièce intermédiaire supplémentaire. La gamme couvre des étendues de mesure allant de 50 N à 1 kN pour les forces et de 5 Nm à 25 Nm pour les couples, avec une protection IP65 et une température de fonctionnement de -10°C à 65°C . Idéal pour la détection de collisions, le contrôle en force ou le retour d'efforts en robotique collaborative.

APPLICATIONS

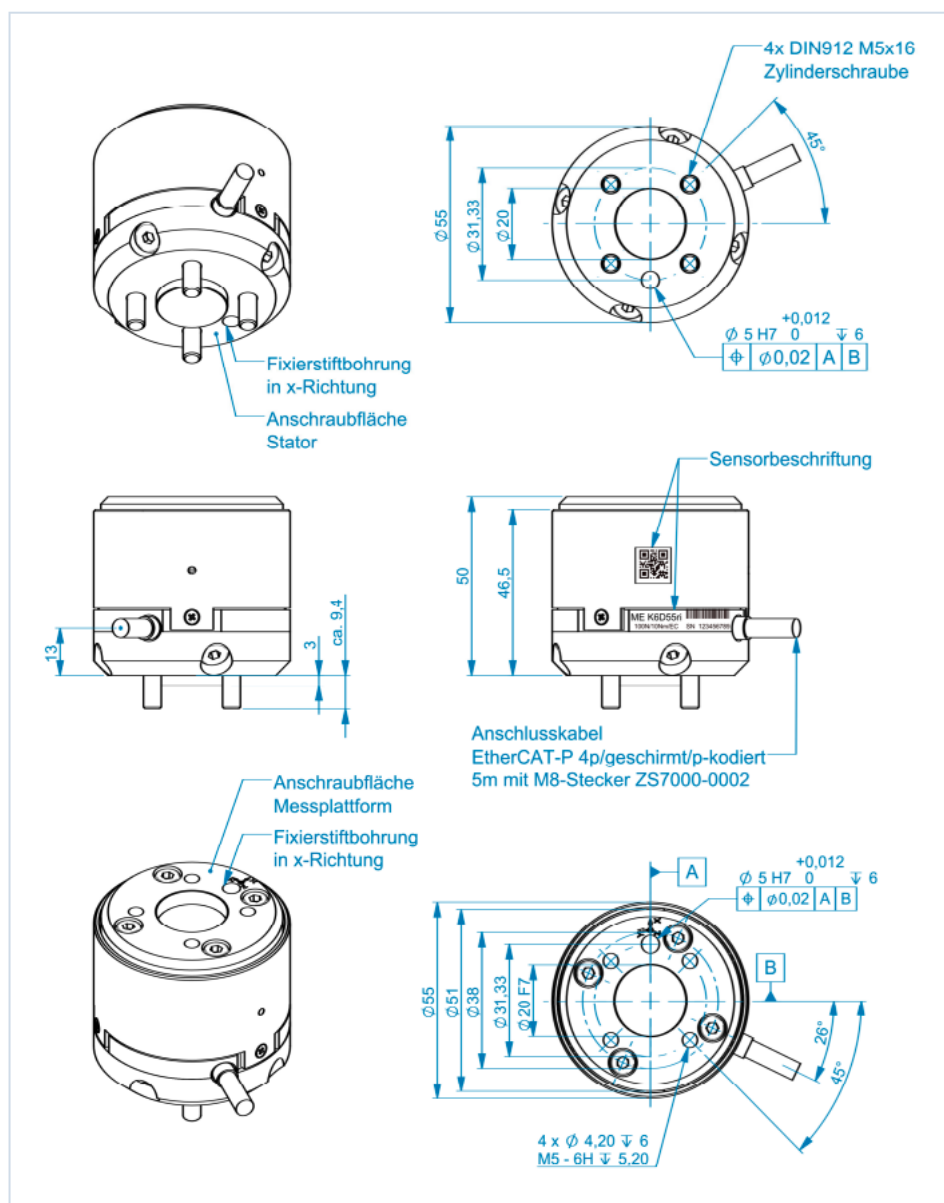
- ▶ Détection de collision en robotique
- ▶ Contrôle en force ou en couple pour robots collaboratifs
- ▶ Retour d'efforts pour outillages robotisés
- ▶ Détection de présence ou d'erreur (Teach-In)
- ▶ Asservissement en effort pour applications médicales
- ▶ Intégration sur bras robotisés avec interface ISO 9409-1
- ▶ Surveillance de processus industriels sensibles
- ▶ Recherche et développement en robotique

Spécifications

Paramètre	Valeur					Unité
	1 kN / 25 Nm	500 N / 25 Nm	50 N / 5 Nm	100 N / 10 Nm	200 N / 20 Nm	
Performances						
Type	Capteur 6 axes					N/D
Direction de mesure	Traction/Compression					N/D
Force nominale Fx	1000	500	50	100	200	N
Force nominale Fy	1000	500	50	100	200	N
Force nominale Fz	2000	1000	100	200	400	N
Couple nominal Mx	40	25	5	10	20	Nm
Couple nominal My	40	25	5	10	20	Nm
Couple nominal Mz	40	25	5	10	20	Nm
Force admissible	300					%FS
Crosstalk	1					%FS
Précision						
Classe de précision	0,2					N/D
Erreur de linéarité relative	0,2					%FS
Hystérésis du zéro	0,2					%FS
Effet de la température sur le zéro	0,2					%FS/K
Effet de la température sur la sensibilité	0,05					%RD/K
Erreur de répétabilité relative	0,2					%FS
Électrique						
Interface	EtherCAT P					N/D
Fréquence d'échantillonnage (min)	1					Hz
Fréquence d'échantillonnage (max)	1000					Hz
Environnemental						
Plage de température nominale	-10 à 50					°C
Plage de température de fonctionnement	-10 à 65					°C
Plage de température de stockage	-10 à 65					°C
Indice de protection	IP65					N/D
Mécanique						
Matériau	Alliage d'aluminium					N/D
Hauteur	50					mm
Diamètre	55					mm

Paramètre	Valeur					Unité
	1 kN / 25 Nm	500 N / 25 Nm	50 N / 5 Nm	100 N / 10 Nm	200 N / 20 Nm	
Interface mécanique	ISO 9409-1-31,33-4-M5					N/D
Poids	0,22					kg

Dimensions



Calibration

Principe de l'étalonnage

Les capteurs 6 axes sont calibrés individuellement afin de garantir une précision optimale dans toutes les directions de mesure. La calibration est réalisée en appliquant des charges connues sur chacun des axes F_x , F_y , F_z ainsi que sur les moments M_x , M_y , M_z . Les effets intervoies (crosstalk) sont mesurées, et une matrice de calibration spécifique est identifiée pour les compenser.

Le certificat de calibration est fourni avec les matrices de calibration, pour une utilisation en temps réel (par ex. avec le GSV-8) ou en post-traitement. Options de calibration disponibles :

- **SL (Small Load)** : calibration pour les capteurs avec des charges jusqu'à 20 kN.
- **HL (High Load)** : calibration pour les capteurs avec des charges supérieures à 20 kN.

Chaque calibration peut être réalisée avec un nombre de points d'appui variable :

- /2 → 2 points : 0 % et 100 % de la pleine échelle
- /4 → 4 points : 0 %, 10 %, 50 % et 100 % de la pleine échelle
- /6 → 6 points : 0 %, 20 %, 40 %, 60 %, 80 % et 100 % de la pleine échelle
- /10 → 10 points : calibration de 0 % à 100 % de la pleine échelle avec pas de 10%.

Cette flexibilité permet d'adapter la calibration aux exigences de l'application :

- **Calibration /2** : pour des mesures générales, avec des efforts appliqués proches de la capacité nominale du capteur
- **Calibration /4** : pour optimiser la performance du capteur à faible ou moyenne charge,
- **Une calibration /6 ou /10** pour des applications scientifiques, aéronautiques, médicales ou robotiques nécessitant une reproductibilité et une linéarité maximales sur toute la plage de fonctionnement du capteur.

En complément, une recalibration périodique (12 à 24 mois) est recommandée pour maintenir la fiabilité sur le long terme.

Étalonnage à charge partielle d'un capteur 6 composantes force/couple « K6D »

L'étalonnage d'un capteur de force/couple « K6D » sous charge partielle permet de démontrer la précision du capteur dans sa plage d'application réelle. Un étalonnage avec un effort maximal correspondant seulement à 10 % de la force nominale est ainsi possible. Il peut alors être recommandé d'effectuer un étalonnage avec un couple maximal correspondant seulement à 10 % du couple nominal.

Comme un étalonnage « SL/4 » est réalisé avec 4 niveaux de charge (0 %, 10 %, 50 % et 100 % de la charge maximale d'étalonnage), le niveau de charge « 10 % » de la charge maximale d'étalonnage correspond également à seulement 1 % de la charge nominale du capteur.

Avantages de l'étalonnage en charge partielle

Lors de l'étalonnage du capteur de force/couple à un niveau de charge de 1 % de sa charge nominale, l'écart du capteur n'est pas nécessairement 100 fois plus élevé que lors d'un étalonnage à charge nominale.

Les résultats d'un étalonnage sous charge partielle peuvent même être meilleurs que ceux d'un étalonnage sous charge nominale.

Les raisons de ce constat sont les suivantes :

- la très haute résolution de l'amplificateur de mesure GSV-8 ;

- l'excellente linéarité des capteurs K6D.

Grâce à cette haute résolution, l'amplitude du bruit n'influence que faiblement la reproductibilité des résultats.

Les crosstalks dépendent également de l'amplitude de la charge. L'application de charges partielles réduit donc aussi les crosstalks. En appliquant le calcul de compensation linéaire à une section plus réduite de la courbe caractéristique du capteur, les écarts et les crosstalks sont également réduits : toute courbe caractéristique non linéaire peut être mieux approximée à l'aide de plusieurs segments linéaires qu'avec un calcul de compensation appliqué à l'ensemble de la courbe caractéristique jusqu'à la charge nominale.

Inconvénients de l'étalonnage en charge partielle

La dérive du signal zéro liée à la température a une influence plus importante par rapport à la charge partielle que par rapport à la charge nominale.

La mesure doit donc être courte, par exemple de quelques minutes. Le signal zéro doit être contrôlé au début et à la fin de la mesure afin d'estimer l'influence de la dérive du signal zéro.

Exemple 1 : K6D40 50 N / 5 Nm

- Charge nominale : [50 N, 50 N, 200 N, 5 Nm, 5 Nm, 5 Nm]
- Charge partielle : [0,15 N, 0,15 N, 0,1 N, 0,5 Nm, 0,5 Nm, 0,2 Nm]

Le capteur a été étalonné à 10 %, 50 % et 100 % de la charge partielle. Les images montrent un extrait du certificat d'étalonnage.

La charge partielle de 0,1 N sur 200 N correspond à 0,05 % de la charge nominale ; l'étalonnage au premier niveau de charge de 10 % correspond donc à 0,005 % de la charge nominale, soit un vingt-millième de la charge nominale.

Dans ce cas, l'amplitude du bruit du signal de mesure a déjà une influence significative sur la reproductibilité des résultats.

Évaluation des résultats

Grâce à la haute résolution de l'amplificateur de mesure GSV-8, l'étalonnage reste tout juste réalisable avec un niveau d'étalonnage de 1/20 000 de la charge nominale.

L'amplitude du bruit et la stabilité des valeurs mesurées, notamment la dérive liée à la température, ont déjà une influence importante sur le résultat.

L'incertitude de mesure pour la composante Fz est de 10 % de la charge partielle, et d'environ 7 % de la charge partielle pour la composante Fx.

Pour la mesure des forces et moments les plus faibles, il convient par exemple de sélectionner le capteur F6D45. La protection contre les surcharges est assurée par des butées fixes.

5.3 Relative Anzeigeabweichung

Relative Deviation of Readings

Relative Anzeigeabweichungen unter Anwendung der Kalibriermatrix „s“. Die Anzeigeabweichungen sind bezogen auf die Bezugslasten [0.15 N, 0.15 N, 0.1 N, 0.5 Nm, 0.5 Nm, 0.2 Nm].

Relative reading deviations using the calibration matrix "s". The reading deviations are relative to the reference loads [0.15 N, 0.15 N, 0.1 N, 0.5 Nm, 0.5 Nm, 0.2 Nm].

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nr	Last	Last- stufe	Serie	Fx in N	Fy in N	Fz in N	Mx in Nm	My in Nm	Mz in Nm	dFx in %	dFy in %	dFz in %	dMx in %	dMy in %	dMz in %
0	Fz	0	R1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	Fz	10	R1	0.000000	0.000000	0.0009813	0.000000	0.000000	0.000000	-1.08	-0.23	0.38	0.00	0.00	-0.02
2	Fz	50	R1	0.000000	0.000000	0.0049064	0.000000	0.000000	0.000000	0.99	-1.66	-7.84	-0.04	0.00	0.00
3	Fz	100	R1	0.000000	0.000000	0.0098127	0.000000	0.000000	0.000000	0.51	-1.60	-10.56	-0.08	0.00	-0.02
4	Fz	10	R2	0.000000	0.000000	0.0009813	0.000000	0.000000	0.000000	-1.34	-0.48	1.07	-0.03	0.00	-0.01
5	Fz	50	R2	0.000000	0.000000	0.0049064	0.000000	0.000000	0.000000	-0.21	-0.46	-0.66	-0.01	0.02	0.00
6	Fz	100	R2	0.000000	0.000000	0.0098127	0.000000	0.000000	0.000000	-1.15	0.18	-4.61	-0.04	0.02	0.01
7	Fz	10	R3	0.000000	0.000000	0.0009813	0.000000	0.000000	0.000000	-0.11	-2.84	4.61	-0.02	-0.01	0.01
8	Fz	50	R3	0.000000	0.000000	0.0049064	0.000000	0.000000	0.000000	-1.57	-2.75	5.52	-0.01	0.01	-0.02
9	Fz	100	R3	0.000000	0.000000	0.0098127	0.000000	0.000000	0.000000	-0.87	-1.78	2.55	-0.02	0.01	0.02

5.6.1 Messunsicherheitsbudget exklusive Übersprechen

Measurement uncertainty budget due to crosstalk

Tabelle 5-13: Messunsicherheit exklusive Übersprechen

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Last	0.15 N	0.15 N	0.1 N	0.5 Nm	0.5 Nm	0.2 Nm
MU (k=2)	0.005980 N	0.002134 N	0.009642 N	0.00061 Nm	0.00031 Nm	0.000119 Nm

5.6.2 Messunsicherheitsbudget durch Übersprechen

Measurement uncertainty budget due to crosstalk

Tabelle 5-14: Messunsicherheit durch Übersprechen

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Last	0.15 N	0.15 N	0.1 N	0.5 Nm	0.5 Nm	0.2 Nm
MU (k=2)	0.010058 N	0.008396 N	0.010869 N	0.00074 Nm	0.00057 Nm	0.000454 Nm

Exemple 2 : K6D80 500 N / 20 Nm

- Charge nominale : [500 N, 500 N, 2000 N, 20 Nm, 20 Nm, 20 Nm]
- Charge partielle : [100 N, 100 N, 50 N, 8 Nm, 7 Nm, 7 Nm]

Évaluation des résultats

Lors de l'étalonnage d'une ou plusieurs composantes de charge à 20 % de la charge nominale, l'incertitude de mesure reste généralement inférieure à 1 % de la charge partielle.

Même pour la composante de charge Fz, qui a été étalonnée avec une charge partielle de 2,5 % de la charge nominale, l'incertitude de mesure reste inférieure à 1 % de la charge partielle.

5.3 Relative Anzeigeabweichung

Relative Deviation of Readings

Relative Anzeigeabweichungen unter Anwendung der Kalibriermatrix „s“. Die Anzeigeabweichungen sind bezogen auf die Bezugslasten [100 N, 100 N, 50 N, 8 Nm, 7 Nm, 7 Nm].

Relative reading deviations using the calibration matrix "s". The reading deviations are relative to the reference loads [100 N, 100 N, 50 N, 8 Nm, 7 Nm, 7 Nm].

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nr	Last	Last- stufe	Serie	Fx in N	Fy in N	Fz in N	Mx in Nm	My in Nm	Mz in Nm	dFx in %	dFy in %	dFz in %	dMx in %	dMy in %	dMz in %
0	-Fz	0	R1	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-Fz	10	R1	0.000	0.000	-4.661	0.0000	0.0000	0.0000	-0.02	-0.05	-0.03	0.00	0.03	-0.01
2	-Fz	20	R1	0.000	0.000	-9.322	0.0000	0.0000	0.0000	-0.05	0.00	-0.01	0.03	0.01	0.01
3	-Fz	30	R1	0.000	0.000	-13.983	0.0000	0.0000	0.0000	0.08	-0.10	0.45	0.07	0.13	-0.08
4	-Fz	40	R1	0.000	0.000	-18.644	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.05	0.01	0.09	0.07	0.04
5	-Fz	50	R1	0.000	0.000	-23.305	0.0000	0.0000	0.0000	-0.05	-0.03	0.55	-0.01	0.43	0.01
6	-Fz	60	R1	0.000	0.000	-27.966	0.0000	0.0000	0.0000	-0.03	0.03	0.05	0.09	0.08	-0.01
7	-Fz	70	R1	0.000	0.000	-32.627	0.0000	0.0000	0.0000	-0.03	0.01	0.12	-0.03	0.10	-0.02
8	-Fz	80	R1	0.000	0.000	-37.288	0.0000	0.0000	0.0000	0.04	0.16	-0.14	-0.16	-0.76	-0.04
9	-Fz	90	R1	0.000	0.000	-41.949	0.0000	0.0000	0.0000	-0.05	-0.01	0.01	-0.20	-0.71	-0.02
10	-Fz	100	R1	0.000	0.000	-46.610	0.0000	0.0000	0.0000	-0.03	0.06	0.20	-0.25	-0.88	-0.02
11	-Fz	60	R1	0.000	0.000	-27.966	0.0000	0.0000	0.0000	0.12	-0.08	0.10	0.11	0.13	-0.07
12	-Fz	20	R1	0.000	0.000	-9.322	0.0000	0.0000	0.0000	0.10	-0.20	0.03	-0.08	0.17	-0.01
13	-Fz	0	R1	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	-Fz	10	R2	0.000	0.000	-4.661	0.0000	0.0000	0.0000	-0.04	-0.11	0.37	0.05	0.06	-0.04

5.6.1 Messunsicherheitsbudget exklusive Übersprechen

Measurement uncertainty budget due to crosstalk

Tabelle 5-13: Messunsicherheit exklusive Übersprechen

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Last	100 N	100 N	50 N	8 Nm	7 Nm	7 Nm
MU (k=2)	0.068 N	0.039 N	0.373 N	0.0189 Nm	0.0187 Nm	0.0378 Nm

5.6.2 Messunsicherheitsbudget durch Übersprechen

Measurement uncertainty budget due to crosstalk

Tabelle 5-14: Messunsicherheit durch Übersprechen

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Last	100 N	100 N	50 N	8 Nm	7 Nm	7 Nm
MU (k=2)	0.042 N	0.094 N	0.175 N	0.0119 Nm	0.0256 Nm	0.0354 Nm

Matrice de raideurs

Ligne	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
50 N / 5 Nm						
Fx	6,9	0	0	0	131,1	0
Fy	0	6,9	0	-131,1	0	0
Fz	0	0	12,6	0	0	0
Mx	0	-131,1	0	5,0	0	0
My	131,1	0	0	0	5,0	0
Mz	0	0	0	0	0	5,5
100 N / 10 Nm						
Fx	6,9	0	0	0	131,1	0
Fy	0	6,9	0	-131,1	0	0
Fz	0	0	12,6	0	0	0
Mx	0	-131,1	0	5,0	0	0
My	131,1	0	0	0	5,0	0
Mz	0	0	0	0	0	5,5
200 N / 20 Nm						
Fx	25,2	0	0	0	477,9	0
Fy	0	25,2	0	-477,9	0	0
Fz	0	0	46,0	0	0	0
Mx	0	-477,9	0	18,2	0	0
My	477,9	0	0	0	18,2	0
Mz	0	0	0	0	0	20,0
500 N / 25 Nm						
Fx	25,2	0	0	0	477,0	0
Fy	0	25,2	0	-477,9	0	0
Fz	0	0	46,0	0	0	0
Mx	0	-477,9	0	18,2	0	0
My	477,9	0	0	0	18,2	0
Mz	0	0	0	0	0	20,0
1 kN / 25 Nm						
Fx	53,3	0	0	0	1013,1	0
Fy	0	53,3	0	-1013,1	0	0
Fz	0	0	97,6	0	0	0
Mx	0	-1013,1	0	38,6	0	0

Ligne	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
My	1013,1	0	0	0	38,6	0
Mz	0	0	0	0	0	42,3

Connectique

Voie	Signal	Description	Couleur	Pin
1	+Us	Alimentation pont positive	Marron	1
1	-Us	Alimentation pont négative	Blanc	2
1	+Ud	Sortie pont positive	Vert	3
1	-Ud	Sortie pont négative	Jaune	4
2	+Us	Alimentation pont positive	Rose	5
2	-Us	Alimentation pont négative	Gris	6
2	+Ud	Sortie pont positive	Bleu	7
2	-Ud	Sortie pont négative	Rouge	8
3	+Us	Alimentation pont positive	Violet	9
3	-Us	Alimentation pont négative	Noir	10
3	+Ud	Sortie pont positive	Orange	11
3	-Ud	Sortie pont négative	Transparent	12
4	+Us	Alimentation pont positive	Marron	13
4	-Us	Alimentation pont négative	Blanc	14
4	+Ud	Sortie pont positive	Vert	15
4	-Ud	Sortie pont négative	Jaune	16
5	+Us	Alimentation pont positive	Rose	17
5	-Us	Alimentation pont négative	Gris	18
5	+Ud	Sortie pont positive	Bleu	19
5	-Ud	Sortie pont négative	Rouge	20
6	+Us	Alimentation pont positive	Violet	21
6	-Us	Alimentation pont négative	Noir	22
6	+Ud	Sortie pont positive	Orange	23
6	-Ud	Sortie pont négative	Transparent	24

Options

- ✓ Calibration standard ou spécifique
- ✓ Compensation en température étendue
- ✓ Câble de connexion pré-assemblé (2 m, 5 m, 10 m)
- ✓ Logiciel GSVmulti avec EtherCAT Master intégré
- ✓ Calibration multi-points pour plage réduite
- ✓ Adaptateurs mécaniques pour interfaces non standard
- ✓ Câblage spécifique sur demande
- ✓ Certificat de calibration usine avec matrice 6x6
- ✓ Blindage renforcé pour environnements industriels sévères

Références produit et accessoires

Référence	Caractéristiques
K6D55ri-50N/5Nm	Capteur 6 axes 50 N / 5 Nm avec EtherCAT P
K6D55ri-100N/10Nm	Capteur 6 axes 100 N / 10 Nm avec EtherCAT P
K6D55ri-200N/20Nm	Capteur 6 axes 200 N / 20 Nm avec EtherCAT P
K6D55ri-500N/25Nm	Capteur 6 axes 500 N / 25 Nm avec EtherCAT P
K6D55ri-1kN/25Nm	Capteur 6 axes 1 kN / 25 Nm avec EtherCAT P
Calibration SL2; SL/4, SL/6, SL/10	Calibration SL/2 à SL/10
Câble-2m	Câble de connexion pré-assemblé 2 m compatible chaîne porte-câbles
Câble-5m	Câble de connexion pré-assemblé 5 m compatible chaîne porte-câbles
Câble-10m	Câble de connexion pré-assemblé 10 m compatible chaîne porte-câbles