

- Capteur de force/couple 6 composantes de la série F6D/K6D
- étendues de mesure: 50N/5Nm, 200N/5Nm, 500N/20Nm
- Classe de précision: 0,2%;
- Signal de sortie: non amplifié
- Dimensions: Ø 60 mm x 40 mm;
- Montage et Centrage: 6 x M5x0,8 + 2 pions de centrage Ø3 mm E7
- Connectique: câble gland (CG) avec câble 5 m 33-24 PUR/24x0,03 mm<sup>2</sup> OU connecteur MP11 24 pins mâle
- Construction IP65 Aluminium/inox ou tout inox selon versions
- Poids: 160 à 450 g
- Calibration en option
- Câble et module d'acquisition en option



## Présentation

Le capteur K6D40 est un capteur de force et de couple 6 axes miniaturisé, conçu pour mesurer simultanément les forces (Fx, Fy, Fz) et les moments (Mx, My, Mz) sur trois axes perpendiculaires. Avec des étendues de mesure allant de 50 N / 5 Nm à 500 N / 20 Nm, il est idéal pour des applications exigeant une grande précision et une compacité remarquable (Ø60 x 40 mm). Sa résolution atteint 50 mN pour les forces et 10 mNm pour les couples, avec une sécurité de surcharge supérieure à 400 %.

Ce capteur est particulièrement adapté aux domaines de la robotique (détection de collision, « Teach-In », contrôle en force ou en couple), de la médecine (prothèses, orthopédie, analyse de la démarche), de la médecine sportive, ainsi que pour les mesures de confort et d'ergonomie. Fabriqué en aluminium ou en acier inoxydable selon les variantes, il offre une robustesse et une protection IP65, garantissant une utilisation fiable dans des environnements industriels et médicaux.

## APPLICATIONS

- ▶ Robotique : détection de collision, « Teach-In », contrôle en force ou en couple
- ▶ Médecine : prothèses, orthopédie, analyse de la démarche
- ▶ Médecine sportive : mesures de performance et de stress
- ▶ Mesures de confort et d'ergonomie
- ▶ Essais statiques et dynamiques en laboratoire
- ▶ Contrôle et essai de résistance des matériaux
- ▶ Tests sur hexapode et en soufflerie
- ▶ Surveillance des processus d'assemblage industriel

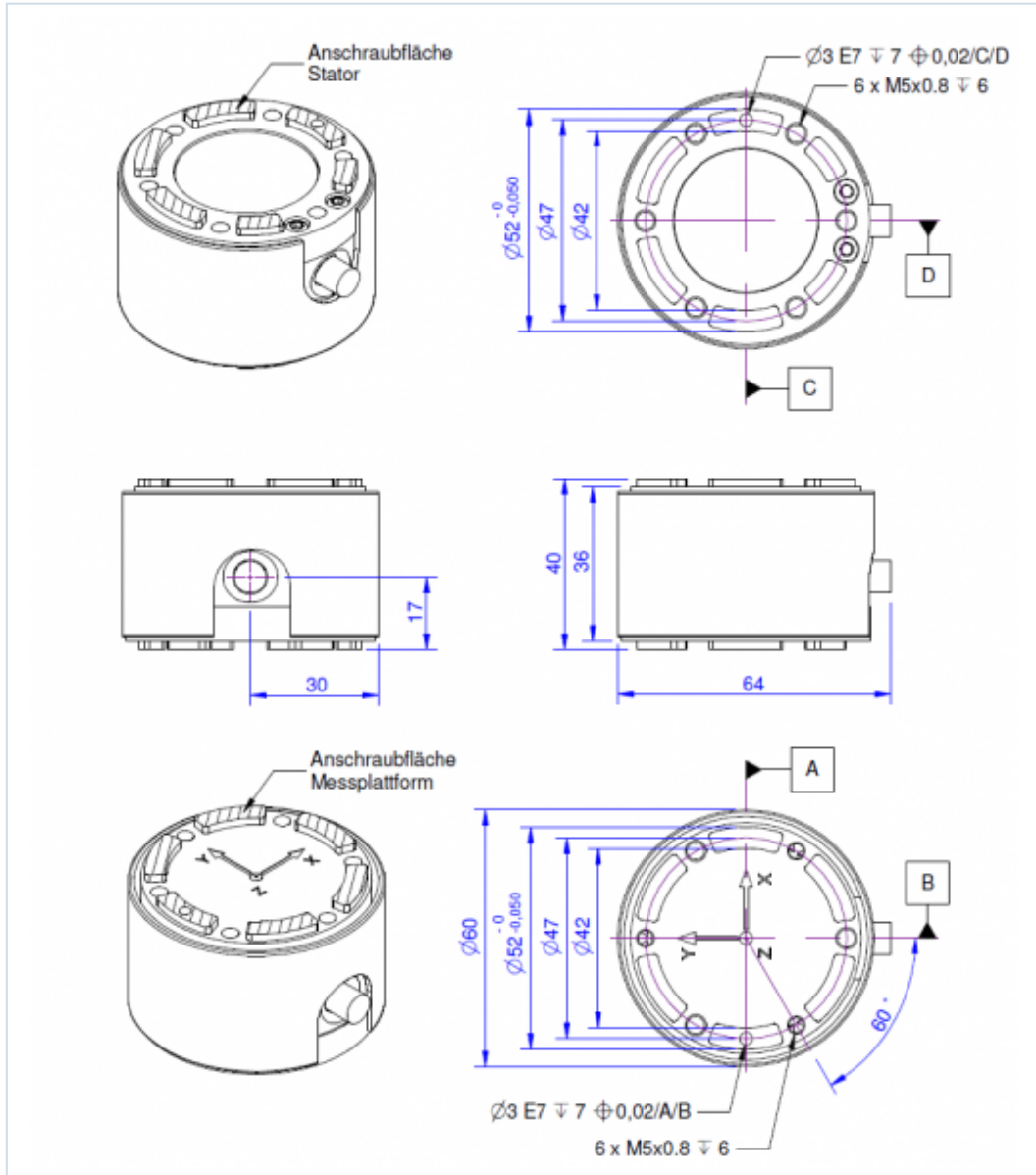
## Spécifications

Paramètre	Valeur			Unité
	50 N / 5 Nm	200 N / 5 Nm	500 N / 20 Nm	
<b>Performances</b>				
<b>Force nominale Fx</b>	50	200	500	N
<b>Force nominale Fy</b>	50	200	500	N

Paramètre	Valeur			Unité
	50 N / 5 Nm	200 N / 5 Nm	500 N / 20 Nm	
Force nominale Fz	200	500	2000	N
Couple nominal Mx	5		20	Nm
Couple nominal My	5		20	Nm
Couple nominal Mz	5	10	40	Nm
Surcharge admissible		400		% FS
Limite de couple		300		% FS
Limite de moment de flexion		500		% FS
<b>Électrique</b>				
Résistance d'entrée		1000		Ohm
Tolérance résistance d'entrée		10		Ohm
Résistance de sortie		1000		Ohm
Tolérance résistance de sortie		10		Ohm
Résistance d'isolement		2		GOhm
Plage de tension d'excitation nominale		2.5 à 5		V
Plage de tension d'excitation de fonctionnement		1 à 5		V
Signal de zéro		-1.5 à 1.5		mV/V
Plage de valeur caractéristique		0.2 à 0.45		mV/V
<b>Précision</b>				
Classe de précision		0.2		N/D
Erreur de linéarité relative		0.2		% FS
Hystérésis du signal de zéro		0.2		% FS
Effet de la température sur le signal de zéro		0.2		% FS/K
Effet de la température sur la valeur caractéristique		0.05		% RD/K
Erreur de répétabilité relative		0.2		% FS
<b>Environnemental</b>				
Plage de température nominale		-10 à 70		°C
Plage de température de fonctionnement		-10 à 85		°C
Plage de température de stockage		-10 à 85		°C
Protection environnementale		IP65		N/D
<b>Mécanique</b>				
Déplacement nominal	Non spécifié	0.1	0.03	mm
Torsion nominale	Non spécifié	0.01	0.003	rad
Fréquence naturelle Fx	Non spécifié	2.4	Non spécifié	kHz

Paramètre	Valeur			Unité
	50 N / 5 Nm	200 N / 5 Nm	500 N / 20 Nm	
Crosstalk		1		% FS
Matériau	Acier inoxydable	Alliage d'aluminium	Acier inoxydable	N/D
Hauteur		40		mm
Diamètre		60		mm
Poids	450	160	450	g

**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 mesurés, 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	0.009813	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	0.049064	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	0.098127	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	0.009813	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	0.049064	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	0.098127	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	0.009813	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	0.049064	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	0.098127	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
<b>50 N / 5 Nm</b>						
Fx	2.9 kN/mm	0.0	0.0	0.0	58.4 kN	0.0
Fy	0.0	2.9 kN/mm	0.0	-58.4 kN	0.0	0.0
Fz	0.0	0.0	16.2 kN/mm	0.0	0.0	0.0
Mx	0.0	-58.4 kN	0.0	4.7 kNm	0.0	0.0
My	58.4 kN	0.0	0.0	0.0	4.7 kNm	0.0
Mz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5 kNm
<b>200 N / 5 Nm</b>						
Fx	5.8 kN/mm	0.0	0.0	0.0	116 kN	0.0
Fy	0.0	5.8 kN/mm	0.0	-116 kN	0.0	0.0
Fz	0.0	0.0	32.3 kN/mm	0.0	0.0	0.0
Mx	0.0	-116 kN	0.0	9.3 kNm	0.0	0.0
My	116 kN	0.0	0.0	0.0	9.3 kNm	0.0
Mz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0 kNm
<b>500 N / 20 Nm</b>						
Fx	15.9 kN/mm	0.0	0.0	0.0	319 kN	0.0
Fy	0.0	15.9 kN/mm	0.0	-319 kN	0.0	0.0
Fz	0.0	0.0	88.5 kN/mm	0.0	0.0	0.0
Mx	0.0	-319 kN	0.0	25.5 kNm	0.0	0.0
My	319 kN	0.0	0.0	0.0	25.5 kNm	0.0
Mz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8 kNm

## Connectique

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

## Options

- ✓ Calibration usine SL/2, SL/4, SL/6, SL/10
- ✓ Câble de connexion spécifique (longueur et type)
- ✓ Calibration spéciale charges partielles
- ✓ DLL et fichiers VI pour LabVIEW ou développement C/C++/.NET
- ✓ Conception et fabrication de pièces d'adaptation
- ✓ Version tout inox pour utilisation en IP67 / P68

## Références produit et accessoires

Référence	Caractéristiques
<b>K6D40 50N/5Nm/MP11</b>	Capteur 6 axes 50 N / 5 Nm avec connecteur MP11
<b>K6D40 200N/5Nm/MP11</b>	Capteur 6 axes 200 N / 5 Nm avec connecteur MP11
<b>K6D40 500N/20Nm/MP11</b>	Capteur 6 axes 500 N / 20 Nm avec connecteur MP11
<b>Calibration SL/2</b>	Calibration usine standard
<b>Calibration SL/4</b>	Calibration usine étendue
<b>Calibration SL/6</b>	Calibration usine haute précision
<b>Calibration SL/10</b>	Calibration ISO-17025
<b>GSV-6BT M8</b>	Module d'acquisition sans fil (bluetooth) 6 voies ponts de jauges
<b>GSV-6IT6</b>	Module d'acquisition 6 voies ponts de jauges USB/EtherCAT
<b>GSV-8DS</b>	Module d'acquisition 8 voies universelles hautes performances - USB/CAN/EtherCAT/ LAN/Wifi
<b>GSVmulti</b>	Logiciel d'acquisition et de visualisation