

- Capteur de force/couple 6 composantes de la série F6D/K6D
- Technologie: 6 ponts complets de jauges de contraintes piézorésistives
- Etendues de mesure: 50N/5Nm, 100N/10Nm, 200N/20Nm, 500N/50Nm
- Classe de précision: 0,2%;
- Signal de sortie: non amplifié
- Dimensions: Ø154 mm x 100 mm;
- Montage et Centrage: 6 x taraudages M6x1 + 2 alésages Ø6 mm H7
- Connectique: Connecteur circulaire intégré (M16), 24-pin, male
- Construction IP65 en Aluminium
- Poids: 1,4 kg
- Etalonnage avec certificat de calibration et matrice de compensation des effets intervoies 6x6 inclus



Présentation

La balance 6 composantes K6D154 est conçue pour la mesure simultanée des forces (F_x , F_y , F_z) et des moments (M_x , M_y , M_z) dans trois axes perpendiculaires. Optimisé pour les applications de type soufflerie et robotique médicale, ce capteur se caractérise par une rigidité élevée, de faibles effets de couplage intervoies (crosstalk) et une précision de classe 0,2 %. Son grand diamètre permet une compensation efficace des moments générés par des forces excentrées.

Idéal pour les environnements industriels et médicaux, le K6D154 est utilisé dans des applications telles que les essais en soufflerie, les essais multicomposantes de précision ou encore les mesures biomécaniques. Chaque capteur est livré avec un certificat d'étalonnage incluant une matrice de découplage 6x6 pour corriger les interactions entre axes, garantissant une précision optimale.

Compatible avec les amplificateurs GSV-8DS, il peut s'utiliser aisément sur un PC via le logiciel d'acquisition fourni (GSV multi) ou via des logiciels tiers (DLL Windows ou LabVIEW disponibles)

APPLICATIONS

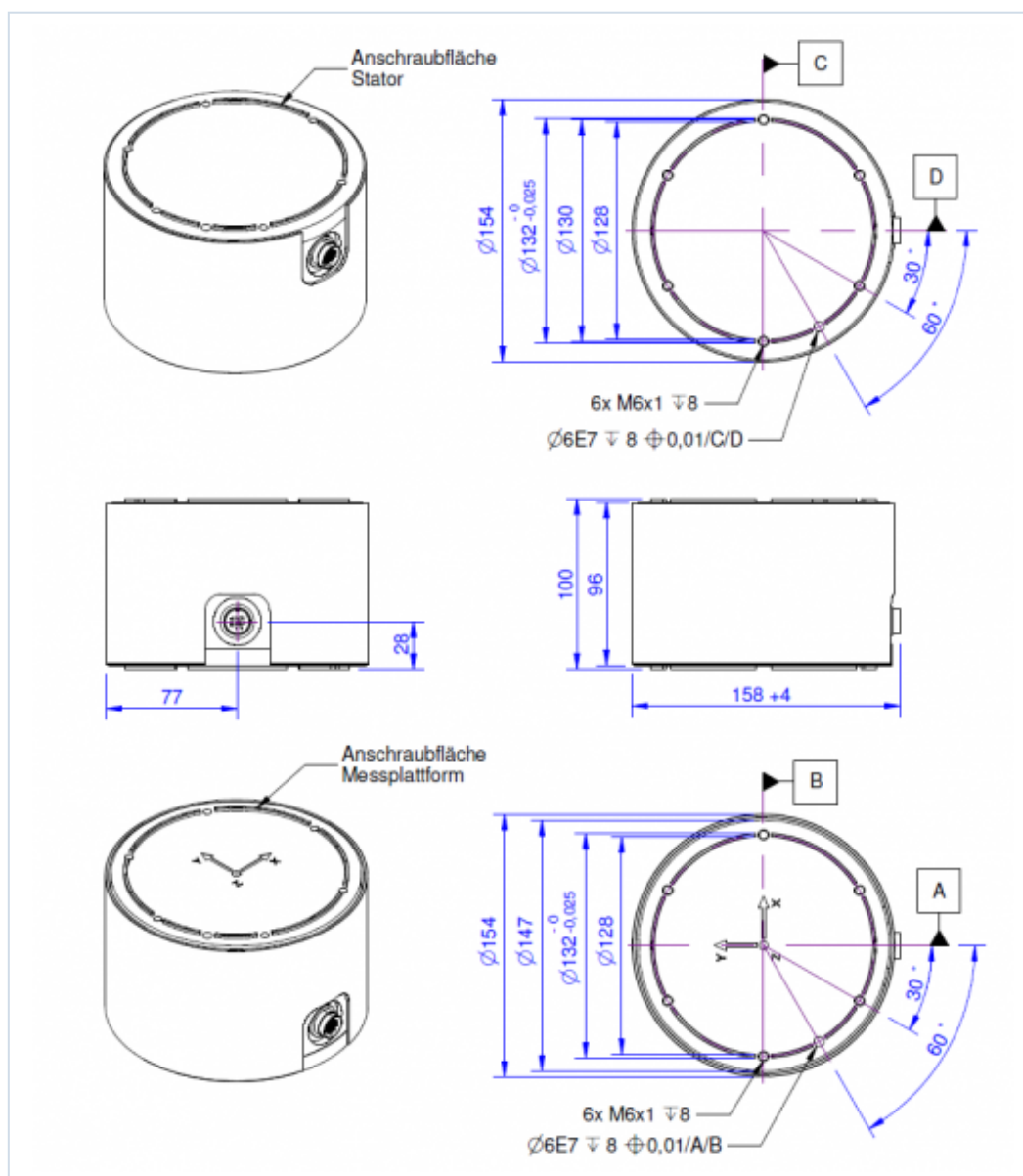
- ▶ Essais en soufflerie
- ▶ Contrôle en force ou en couple pour machines-outils
- ▶ Mesures ergonomiques et analyse du confort
- ▶ Technologie médicale et orthopédique
- ▶ Analyse de la marche en médecine du sport
- ▶ Mesures de stress en biomécanique
- ▶ Détection de présence ou d'erreur (Teach-In)
- ▶ Bancs de test pour matériaux et structures

Spécifications

Paramètre	Valeur				Unité
	50 N / 5 Nm	100 N / 10 Nm	200 N / 20 Nm	500 N / 50 Nm	
Performances					
Force nominale Fx, Fy	50	100	200	500	N
Force nominale Fz	100	200	500	1000	N
Couple nominal Mx, My, Mz	5	10	20	50	Nm
Limite de force admissible			400		% FS
Limite de couple admissible			200		% FS
Limite de moment de flexion			200		% FS
Fréquence naturelle (fx)	Non spécifié	680		Non spécifié	Hz
Électrique					
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
Tension d'excitation nominale (min)			2.5		V
Tension d'excitation nominale (max)			5		V
Tension d'excitation admissible (min)			1		V
Tension d'excitation admissible (max)			5		V
Signal de zéro (min)			-0.05		mV/V
Signal de zéro (max)			0.05		mV/V
Plage de sensibilité (min)			0.3		mV/V
Plage de sensibilité (max)			0.56		mV/V
Précision					
Classe de précision			0,2		N/D
Erreur de linéarité relative			0.1		% FS
Hystérésis du signal de zéro			0.1		% FS
Effet de la température sur le signal de zéro	0.2		0.1		% FS/K
Effet de la température sur la sensibilité			0.05		% RD/K
Fluage relatif			0.1		% FS
Erreur de répétabilité relative			0.2		% FS
Environnemental					

Paramètre	Valeur				Unité
	50 N / 5 Nm	100 N / 10 Nm	200 N / 20 Nm	500 N / 50 Nm	
Couplage inter-axes (crosstalk)			1		% FS
Plage de température nominale (min)		-10			°C
Plage de température nominale (max)		70			°C
Plage de température de fonctionnement (min)		-10			°C
Plage de température de fonctionnement (max)		85			°C
Plage de température de stockage (min)		-10			°C
Plage de température de stockage (max)		85			°C
Indice de protection		IP65			N/D
Mécanique					
Matériau		Alliage d'aluminium			N/D
Hauteur		100			mm
Diamètre		150			mm
Fixation (entrée de force)		6x M6x1 (taraudage interne)			N/D
Fixation (capteur)		6x M6x1 (taraudage interne)			N/D
Poids		1.4			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	0.00000	0.00000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	Fz	10	R1	0.000000	0.000000	0.009813	0.00000	0.00000	0.000000	-1.08	-0.23	0.38	0.00	0.00	-0.02
2	Fz	50	R1	0.000000	0.000000	0.049064	0.00000	0.00000	0.000000	0.99	-1.66	-7.84	-0.04	0.00	0.00
3	Fz	100	R1	0.000000	0.000000	0.098127	0.00000	0.00000	0.000000	0.51	-1.60	-10.56	-0.08	0.00	-0.02
4	Fz	10	R2	0.000000	0.000000	0.009813	0.00000	0.00000	0.000000	-1.34	-0.48	1.07	-0.03	0.00	-0.01
5	Fz	50	R2	0.000000	0.000000	0.049064	0.00000	0.00000	0.000000	-0.21	-0.46	-0.66	-0.01	0.02	0.00
6	Fz	100	R2	0.000000	0.000000	0.098127	0.00000	0.00000	0.000000	-1.15	0.18	-4.61	-0.04	0.02	0.01
7	Fz	10	R3	0.000000	0.000000	0.009813	0.00000	0.00000	0.000000	-0.11	-2.84	4.61	-0.02	-0.01	0.01
8	Fz	50	R3	0.000000	0.000000	0.049064	0.00000	0.00000	0.000000	-1.57	-2.75	5.52	-0.01	0.01	-0.02
9	Fz	100	R3	0.000000	0.000000	0.098127	0.00000	0.00000	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	1.3 kN/mm	0.0	0.0	0.0	62 kN	0.0
Fy	0.0	1.3 kN/mm	0.0	-62 kN	0.0	0.0
Fz	0.0	0.0	5.7 kN/mm	0.0	0.0	0.0
Mx	0.0	-62 kN	0.0	12.5 kNm	0.0	0.0
My	62 kN	0.0	0.0	0.0	12.5 kNm	0.0
Mz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7 kNm
100 N / 10 Nm						
Fx	2.6 kN/mm	0.0	0.0	0.0	125 kN	0.0
Fy	0.0	2.6 kN/mm	0.0	-125 kN	0.0	0.0
Fz	0.0	0.0	11.4 kN/mm	0.0	0.0	0.0
Mx	0.0	-125 kN	0.0	25.1 kNm	0.0	0.0
My	125 kN	0.0	0.0	0.0	25.1 kNm	0.0
Mz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4 kNm
200 N / 20 Nm						
Fx	5.4 kN/mm	0.0	0.0	0.0	262 kN	0.0
Fy	0.0	5.4 kN/mm	0.0	-262 kN	0.0	0.0
Fz	0.0	0.0	23.9 kN/mm	0.0	0.0	0.0
Mx	0.0	-262 kN	0.0	52.7 kNm	0.0	0.0
My	262 kN	0.0	0.0	0.0	52.7 kNm	0.0
Mz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.6 kNm
500 N / 50 Nm						
Fx	11.1 kN/mm	0.0	0.0	0.0	534 kN	0.0
Fy	0.0	11.1 kN/mm	0.0	-534 kN	0.0	0.0
Fz	0.0	0.0	48.8 kN/mm	0.0	0.0	0.0
Mx	0.0	-534 kN	0.0	107.5 kNm	0.0	0.0
My	534 kN	0.0	0.0	0.0	107.5 kNm	0.0
Mz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.7 kNm

Connectique

Voie	Signal	Description	Couleur	Pin
1	+Us	Alimentation pont positive	vert	4
1	-Us	Alimentation pont négative	jaune	3
1	+Ud	Sortie pont positive	blanc	9
1	-Ud	Sortie pont négative	marron	8
2	+Us	Alimentation pont positive	bleu	10
2	-Us	Alimentation pont négative	rouge	11
2	+Ud	Sortie pont positive	gris	2
2	-Ud	Sortie pont négative	rose	1
3	+Us	Alimentation pont positive	gris-rose	6
3	-Us	Alimentation pont négative	rouge-bleu	5
3	+Ud	Sortie pont positive	noir	12
3	-Ud	Sortie pont négative	violet	7
4	+Us	Alimentation pont positive	blanc-jaune	23
4	-Us	Alimentation pont négative	jaune-marron	18
4	+Ud	Sortie pont positive	blanc-vert	21
4	-Ud	Sortie pont négative	marron-vert	22
5	+Us	Alimentation pont positive	blanc-rose	15
5	-Us	Alimentation pont négative	marron-rose	14
5	+Ud	Sortie pont positive	blanc-gris	17
5	-Ud	Sortie pont négative	gris-marron	16
6	+Us	Alimentation pont positive	blanc-rouge	20
6	-Us	Alimentation pont négative	marron-rouge	24
6	+Ud	Sortie pont positive	blanc-bleu	13
6	-Ud	Sortie pont négative	marron-bleu	19
-	Blindage	Blindage relié au boîtier	transparent	-

Options

- ✓ Calibration standard SL/2, SL/4, SL/6, SL10
- ✓ Calibration sur plage de mesure réduite
- ✓ Kit de montage robotique (norme ISO 9409)
- ✓ Câble et connectique pour amplificateur GSV
- ✓ Module de conditionnement GSV-8DS (8 entrées analogiques)
- ✓ Module de conditionnement GSV-61T6 (6 entrées, sortie numérique)
- ✓ Module de conditionnement GSV-6BT M8 (sans fil)
- ✓ Logiciel de visualisation GSV-multi (inclus avec modules GSV)
- ✓ DLL Windows et fichiers VI LabVIEW pour intégration personnalisée
- ✓ Montage sur plaque adaptatrice (non inclus en standard)

Références produit et accessoires

Référence	Caractéristiques
K6D154-50N/5Nm	Capteur 6 axes - 50 N / 5 Nm (Réf. fournisseur : 11290)
K6D154-100N/10Nm	Capteur 6 axes - 100 N / 10 Nm (Réf. fournisseur : 11291)
K6D154-200N/20Nm	Capteur 6 axes - 200 N / 20 Nm (Réf. fournisseur : 11292)
K6D154-500N/50Nm	Capteur 6 axes - 500 N / 50 Nm (Réf. fournisseur : 11293)
GSV-8DS	Module de conditionnement 8 voies pour ponts de jauges
GSV-61T6	Module de conditionnement 6 voies avec sortie numérique
GSV-6BT M8	Module de conditionnement sans fil pour ponts de jauges
SL/2	Calibration standard SL/2 (option)
SL/4	Calibration standard SL/4 (option)
SL/6	Calibration standard SL/6 (option)
SL/10	Calibration standard SL/10 (option)
KIT-IS09409	Kit de montage robotique (norme ISO 9409)