

Rondelle de charge

pour des forces de 7,5 ... 1 200 kN

Capteur de force à 1 composante pour la mesure de forces dynamiques et quasi-statiques dans la direction z.

- Plage de mesure étalonnée 100 % et 10 %
- Linéarité incl. hystérésis $\leq \pm 0,5$ %
- Rigidité extrêmement élevée
- Très compact
- Seuil de réponse $< 0,01$ N, indépendamment de la gamme de mesure
- Classe de protection IP67
- Plage de température d'utilisation $-196 \dots 200$ °C
- Pas de vieillissement, la vie illimitée

Description

La force à mesurer agit à travers le couvercle et la base du boîtier en acier soudé étanche sur les éléments sensibles en quartz.

La sensibilité (une constante du matériau du quartz) et ainsi le seuil de réponse sont pratiquement les mêmes pour toutes les rondelles de charge.

Il en résultent trois avantages uniques :

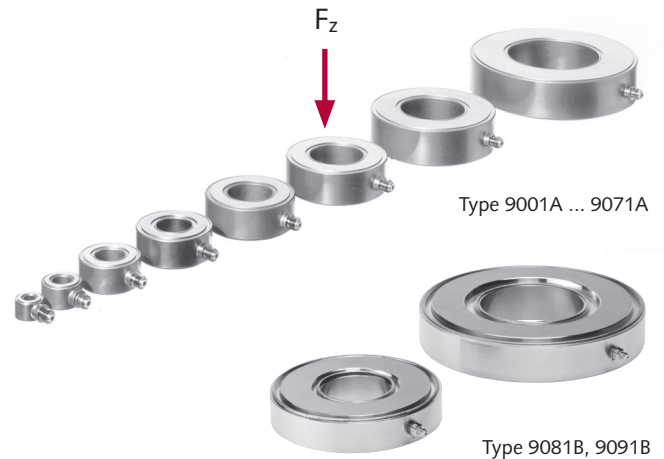
- de très petites forces peuvent être mesurées avec un capteur d'une grande plage, ce qui assure une grande sécurité contre une surcharge.
- de même on peut choisir un capteur avec une grande plage si une rigidité aussi élevée que possible (faible déformation) est exigée.
- plusieurs capteurs peuvent être branchés électriquement en parallèle sur un seul amplificateur de charge et le signal de sortie est la somme de toutes les forces agissant.

Application

Les rondelles de charge sont très rigides et se prêtent surtout à mesurer des forces très dynamiques. Grâce à leur rigidité extrêmement élevée, elles ne changent que très peu le comportement en dynamique de l'objet de mesure.

Selon la grandeur de la force, il est parfaitement possible de procéder à des mesures quasi-statiques pendant plusieurs minutes, voire plusieurs heures. La stabilité du point zéro est déterminée de façon décisive par des amplificateurs de charge montés en aval. Il est en revanche impossible de procéder à des mesures véritablement statiques sur des longues durées.

Type 9001A ... 9071A
9081B, 9091B



En revanche il est possible de serrer un capteur (p. ex. en l'installant dans une connexion vissée) et, après un délai illimité, le brancher à nouveau sur un amplificateur de charge et mesurer la disparition de la contrainte avec précision.

Par contre, les mesures en dynamique (mode AC, crête-à-crête) peuvent durer indéfiniment. Les rondelles de charge ont une durée de vie quasi illimitée.

Exemples d'application

- Forces de montage
- Forces lors de soudage par points
- Forces d'emmanchement
- Variations de force dans des connexions vissées sous haute précontrainte statique
- Résistance au choc et à la fatigue
- Efforts de coupe et de formage
- Forces de freinage de trains
- Forces d'impact

Données techniques

Type			9001A	9011A	9021A	9031A	9041A	9051A	9061A	9071A
Plage de mesure	F_z ¹⁾	kN	0 ... 7,5	0 ... 15	0 ... 35	0 ... 60	0 ... 90	0 ... 120	0 ... 200	0 ... 400
Plage étalonnée	F_z ²⁾	kN	0 ... 6	0 ... 12	0 ... 28	0 ... 48	0 ... 72	0 ... 96	0 ... 160	0 ... 320
		100 %								
		kN	0 ... 0,6	0 ... 1,2	0 ... 2,8	0 ... 4,8	0 ... 7,2	0 ... 9,6	0 ... 16	0 ... 32
Surcharge	F_z ¹⁾	kN	9	18	42	72	108	144	240	480
Moment de flexion max.	$M_{x,y}$ ³⁾	N·m	5	15	60	130	240	390	800	2 400
Rigidité	c_z	kN/ μ m	\approx 1,1	\approx 1,6	\approx 3,4	\approx 5,4	\approx 6,9	\approx 9,8	\approx 15	\approx 29
Capacité	C	pF	\approx 8	\approx 23	\approx 37	\approx 54	\approx 65	\approx 64	\approx 148	\approx 203
Dimensions										
Diamètre intérieur	d	mm	4,1	6,5	10,5	13	17	21	26,5	40,5
Diamètre extérieur	D	mm	10,3	14,5	22,5	28,5	34,5	40,5	52,5	75,5
Hauteur	H	mm	6,5	8	10	11	12	13	15	17
Poids		g	3	7	20	36	70	80	157	370

Données générales

Sensibilité ¹⁾	pC/N	\approx -4	\approx -4,3							
Seuil de réponse	N	\leq 0,01								
Plage de température d'utilisation	°C	-196 ... 200								
Linéarité incl. Hystérésis ²⁾	%FSO	\leq \pm 1	\leq \pm 0,5							
Résistance d'isolement	Ω	\geq 1·10 ¹⁴								
Coefficient de température de la sens.	%/°C	-0,02								
Fréquence propre	kHz	180	150	100	80	65	55	45	30	
Classe de Protection selon EN60529										
avec câble connecté		IP65								
avec câble type 1983AD... et avec connecteur soudé		IP67								

1) sans précontrainte

2) avec une précharge de 20 % de la plage de mesure

3) F_v = précontrainte = 0,5 · plage de mesure; F_z = 0

4) s'applique au capteur non installé (sans précontrainte); la fréquence propre va être réduite par la masse additionnelle due au montage

9001A_000-105f-05:18

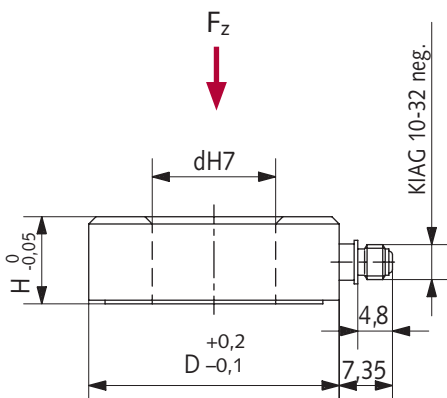


Fig. 1 : Dimensions rondelle de charge, Type 9001A ... 9031A

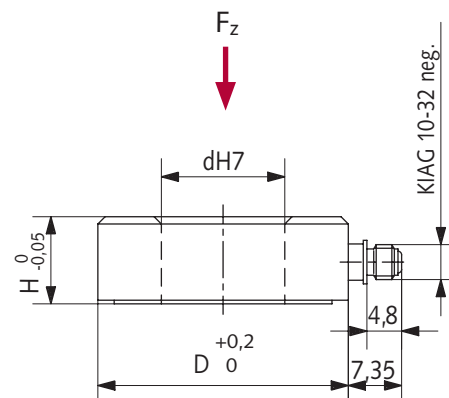


Fig. 2 : Dimensions rondelle de charge, Type 9041A ... 9071A

Type		9081B	
Plage de mesure	F_z ¹⁾	kN	0 ... 650
Plage étalonnée	F_z		
	100 %	kN	0 ... 650
	10 %	kN	0 ... 65
Surcharge	F_z ¹⁾	kN	715
Moment de flexion max.	$M_{x,y}$ ²⁾	N·m	4 430
Rigidité	c_z	kN/ μ m	30
Capacité	C	pF	\approx 750
Dimensions			
Diamètre intérieur	d	mm	40,5
Diamètre extérieur	D	mm	100
Hauteur	H	mm	22
Poids		g	910

Données générales

Sensibilité ¹⁾	pC/N	\approx -2,2
Seuil de réponse	N	\leq 0,02
Plage de température d'utilisation	°C	-40 ... 200
Linéarité incl. Hystérésis ^{1) 4)}	%FSO	\leq \pm 1
Résistance d'isolement	Ω	\geq 1·10 ¹³
Coefficient de température de la sens.	%/°C	-0,02
Fréquence propre ³⁾	kHz	>18 >11
Classe de Protection selon EN60529		IP65
	avec câble connecté	
	avec câble type 1983AD... et avec connecteur soudé	IP67

1) sans précontrainte

2) F_v = précontrainte = 0,5 · plage de mesure; $F_z = 0$

3) s'applique au capteur non installé (sans précontrainte);
la fréquence propre va être réduite par la masse additionnelle
due au montage

4) Type 9091B (plage étalonnée 100 %): seulement linéarité

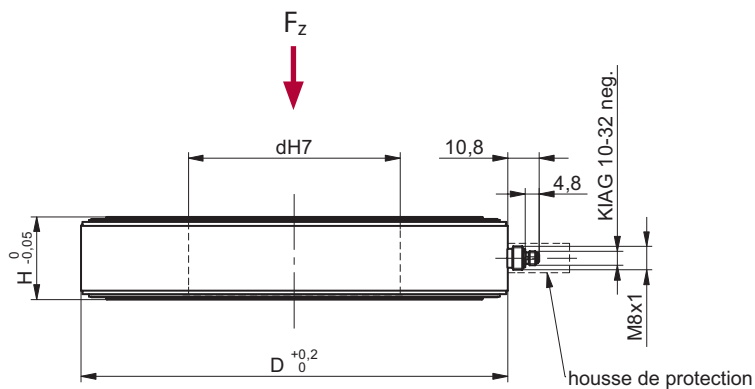


Fig. 3 : Dimensions rondelle de charge, Type 9081B et 9091B

Montage

Les rondelles de charge doivent être montées entre deux faces planes et parallèles, rigides et finement usinées (de préférence rectifiées). Ceci est nécessaire pour obtenir une bonne répartition de la force d'une part et une large gamme de fréquence d'autre part.

Les rondelles de charge sont toujours installées sous précontrainte.

Les raisons sont:

- le capteur se trouve ainsi fixé
- mesurer la compression et la traction
- les surfaces de contact sont serrées ce qui permet de profiter entièrement de la haute rigidité du capteur

Montage simple avec jeu de montage type 9422A...

(Accessoires inclus dans la livraison)

Ce jeu de montage est livré avec chaque capteur type 9001A ... 9051A. La vis de précontrainte permet de précontraindre le capteur jusqu'à 30 % de sa plage de mesure. La douille de centrage sert à centrer le capteur avec la vis (Fig. 4 et tableau).

La vis de précontrainte dérive une fraction de la force. Sa sensibilité se trouve abaissée d'environ 7 ... 9 %.

Important

Pour précontraindre, la force doit toujours être mesurée par le capteur même, en utilisant la sensibilité indiquée sous les données techniques. La vis de précontrainte cause toujours une dérive de force et il est nécessaire de réétalonner le capteur après son montage pour trouver la sensibilité définitive de l'ensemble de mesure complet.

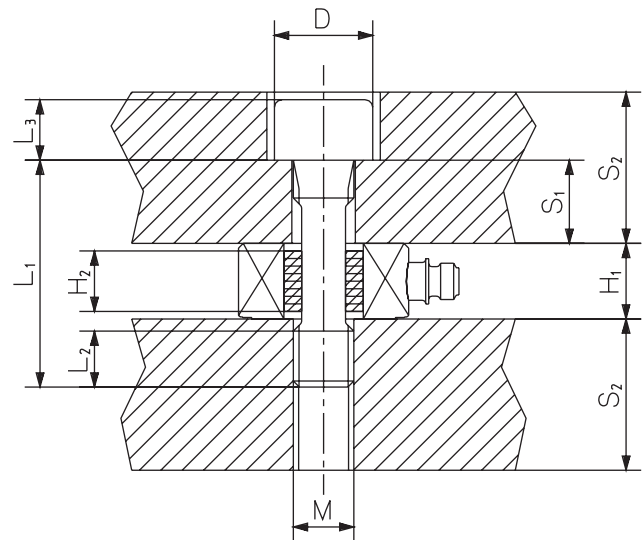


Fig. 4 : Montage avec type 9422A... (Accessoires inclus dans la livraison)

Capteur type	Jeu de montage type	M	Dimensions								Précontrainte F _v [kN]	Dérive %
			D	L ₁	L ₂	L ₃	H ₁	H ₂	S ₁	S ₂		
9001A	9422A01	M3x0,5	5,5	16	4,2	3,5	6,5	6	3,5	7	≤2,5	≈7
9011A	9422A11	M5x0,8	8,5	20	6,5	6	8	6	4	10	≤5	≈8
9021A	9422A21	M8x1,25	13	30	10	8	10	8	7	16	≤10	≈9
9031A	9422A31	M10x1,5	16	35	12	11	11	8	9	20	≤20	≈9
9041A	9422A41	M12x1,75	18	40	14,3	13	12	8	12	25	≤30	≈9
9051A	9422A51	M14x2	21	45	16,6	15	13	9	15	30	≤40	≈9

Montage au moyen d'éléments de précontrainte type 9420A...

Des jeux d'éléments de précontrainte spéciaux sont disponibles pour les capteurs types 9001A ... 9071A (Fig. 5). Ces goujons de précontrainte en acier de haute résistance permettent de précontraindre le capteur jusqu'à 50 % de sa plage et assurent une transmission optimale de la force.

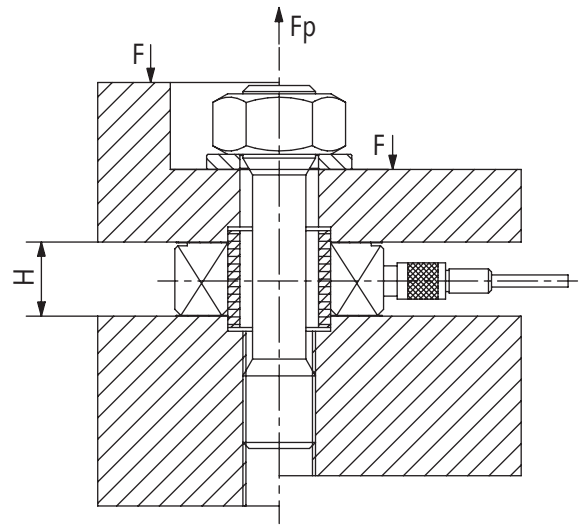


Fig. 5 : Rondelle de charge précontrainte, avec jeu d'éléments de précontrainte de type 9420A01 ... 9420A71 (voir feuille de spécifications jeu d'éléments de précontrainte pour rondelles de charge 9420A_000-192)

Montage au moyen d'éléments de précontrainte type 9455/56

Avec des éléments de précontrainte type 9455 et 9456 disponibles en option, il est possible de précontraindre les capteurs type 9081B et 9091B jusqu'à une force de 400 N resp. 600 kN. En règle générale, des forces de précontrainte de cette ampleur ne peuvent être appliquées qu'hydrauliquement. La maison mère Kistler à Winterthur en Suisse offre le service de précontrainte et d'étalonnage des capteurs avec leurs éléments de précontrainte.

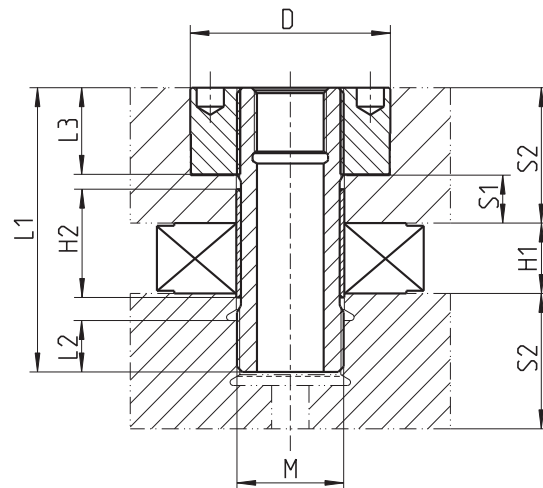


Fig. 6 : Rondelle de charge précontrainte, avec jeu d'éléments de précontrainte de type 9455/56 (voir feuille de spécifications jeu d'éléments de précontrainte pour rondelles de charge 9451A_000-869)

Capteur type	Jeu de montage type	M	Dimensions								Précontrainte F_v [kN]	Dérive %
			D	L ₁	L ₂	L ₃	H ₁	H ₂	S ₁	S ₂		
9081B	9455	M40x2	75	105	20	33	22	40	19	50	≤250	≈9
9091B	9456	M64x3	120	140	28	36	28	53	23	70	≤450 (hydr.)	≈9

Anneaux distributeurs de force

Les surfaces de contact doivent être planes et rigides. Si elles ne peuvent pas être rectifiées, des surcharges ponctuelles et des endommagements de la surface du capteur doivent être évités avec un anneau distributeur de force (Fig. 7).

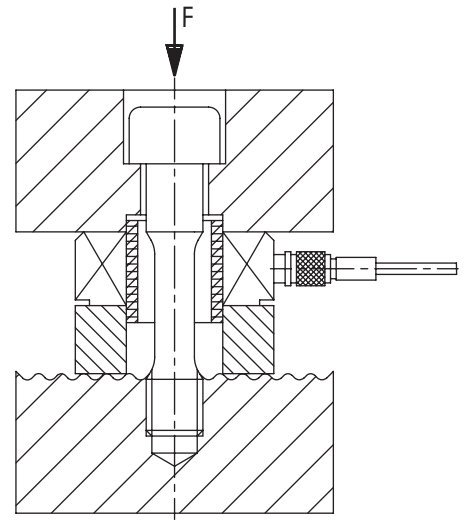


Fig. 7 : Montage avec un anneau distributeur de force type 9505 ... 9575 (voir notice technique accessoires de montage pour rondelles de charge 9505_000-193)

Couple de flexion

Non seulement les couples de flexion peuvent avoir une influence négative sur la mesure, mais peuvent même, dans le pire des cas, entraîner la destruction du capteur. Si le capteur est monté dans une barre de poussée ou un poinçon de presse, il n'est pas toujours possible d'exclure avec certitude tous les couples de flexion. La valeur admissible de couple de flexion M_b dépend de la somme de la force de précontrainte F_v et de la force de processus effective F_z , le couple de flexion maximal possible $M_{b,max}$ étant atteint avec $F_v + F_z = B/2$.

$$(1a) \quad M_{b,adm.} \leq \frac{2 \cdot M_{b,max}}{B} \cdot (F_v + F_z) \quad F_v + F_z \leq B/2$$

$$(1b) \quad M_{b,adm.} \leq \frac{2 \cdot M_{b,max}}{B} \cdot (B - F_v - F_z) \quad F_v + F_z \geq B/2$$

Les équations (1) limitent dans le diagramme de couple de flexion la plage du couple de flexion admissible en fonction de F_v et de F_z .

Couple de flexion maximal possible

Type	Valeur maximale B [kN]	Couple de flexion max. possible $M_{b,max}$ [N·m]
9001A	7,5	5
9011A	15	15
9021A	35	60
9031A	60	130
9041A	90	240
9051A	120	390
9061A	200	800
9071A	400	2 400
9081B	650	4 430
9091B	1 200	13 260

Les valeurs indiquées pour B et $M_{b,max}$ permettent d'estimer comme suit le couple de flexion pur admissible en fonction de la force de précontrainte F_v et de la force de processus F_z :

Diagramme de couple de flexion

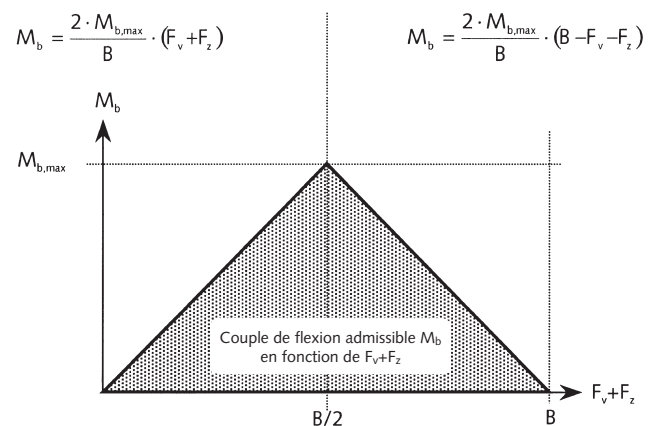


Fig. 8 : Diagramme de couple de flexion

Attention

Si un couple de flexion $M_b = F_{x,y} \cdot h$ est généré par une force latérale $F_{x,y}$ à distance h du niveau de référence, une force de cisaillement $F_{x,y}$ est alors générée au niveau du capteur. Le couple de flexion maximal admissible est dans ce cas inférieur à la valeur admissible déterminée par les équations (1) pour le couple de flexion pur.

Exemple 1

Une rondelle de charge type 9031A est précontrainte à 18 kN. Quel couple de flexion peut être toléré pour des forces de processus situées dans une plage de 0 ... 40 kN?

$$F_v + F_{z,\min} = 18 + 0 = 18 \text{ kN} \leq B/2 \rightarrow (1a) \rightarrow M_b \leq 78 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$F_v + F_{z,\max} = 18 + 40 = 58 \text{ kN} \geq B/2 \rightarrow (1b) \rightarrow M_b \leq 8,67 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Le couple de flexion ne doit pas être supérieur à 8,67 N·m.

Exemple 2

Une rondelle de charge type 9051A est précontrainte à 30 kN. Quelle est l'amplitude de la gamme de mesure pour un couple de flexion de 35 N·m? La résolution de (1) selon F_z donne les équations (2), qui permettent de calculer la gamme de mesure admissible pour la force de processus F_z en fonction d'un couple de flexion.

$$(2a) \quad F_{z,\min} \geq \frac{B \cdot M_b}{2 \cdot M_{b,\max}} - F_v$$

$$(2b) \quad F_{z,\max} \leq B \cdot \left(1 - \frac{M_b}{2 \cdot M_{b,\max}}\right) - F_v$$

L'utilisation des valeurs B , $M_{b,\max}$ et F_v donne pour F_z la gamme de mesure admissible

de (2a) $-24,6 \text{ kN} \leq F_z \leq 84,62 \text{ kN}$ de (2b).

Attention

Les forces latérales $F_{x,y}$ et/ou un couple de rotation M_z réduisent encore la gamme de mesure.

Si l'on résout les équations (2a) et (2b) selon F_v , il est alors possible de calculer la force de précontrainte minimale nécessaire ou maximale admissible en fonction des autres paramètres.

Montage pour mesure en dérivation de force

Montée en dérivation de force, la rondelle de charge permet de résoudre les problèmes de mesure les plus divers. La surface de montage doit être plane et si possible rectifiée. Le capteur peut être centré aussi bien sur l'enveloppe intérieure qu'extérieure. Pour un montage comme celui de la figure 6, la surface de mesure du capteur est ajustée avec la surface de séparation de la structure de la machine. Le capteur ne peut être meulé d'un côté que sur 0,10 mm au maximum. Selon l'application, le capteur est précontraint à 10 ... 20 % de la gamme de mesure. Pour cela, une feuille d'acier (épaisseur de quelques μm à peine) est insérée sur la surface de mesure du capteur (Fig. 6), ou ce dernier est précontraint au moyen d'un écrou spécial (Fig. 7).

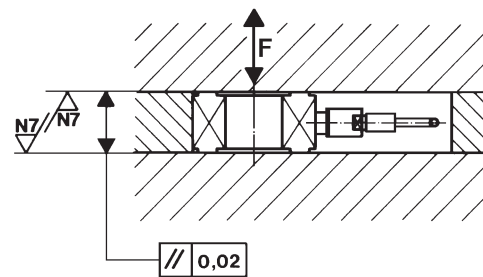


Fig. 9 : Montage pour mesure en dérivation de force

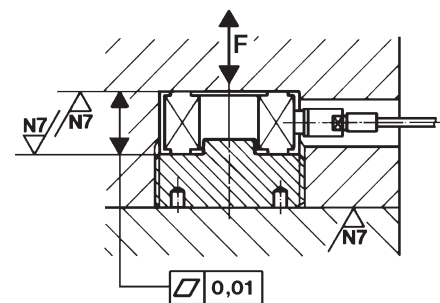
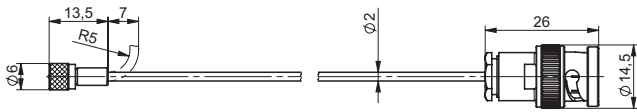


Fig. 10 : Montage pour mesure en dérivation de force

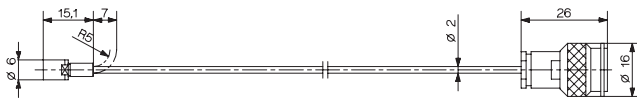
Raccordement

N'utilisez comme câbles de raccordement pour capteurs piézoélectriques que des câbles coaxiaux à isolement élevé et de faible capacité, qui ne génèrent qu'une faible triboélectricité lorsqu'ils bougent. Dans un environnement industriel, nous vous recommandons d'utiliser les types de câbles indiqués en accessoires. Pour les exigences plus strictes d'un environnement rigoureux, on utilisera le connecteur de câble intégré KIAG 10-32 à joint torique, prévu pour une utilisation en milieu industriel. Si nécessaire, le connecteur peut être soudé de manière étanche au boîtier du capteur.

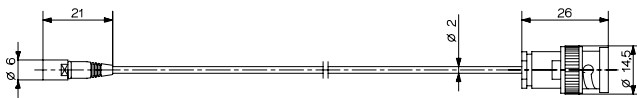
**Câble de connexion pour capteurs avec une connexion
KIAG 10-32 nég. type 1631C...**



**Câble de connexion pour capteurs avec une connexion
KIAG 10-32 nég. type 1941A...**



**Câble de connexion pour capteurs avec une connexion
KIAG 10-32 nég. type 1983AD...**



Pour plus d'informations sur les câbles, consultez la notice technique 1631C_000-346.

Éléments de mesure de force

Les rondelles de charge types 9001A ... 9071A sont disponibles déjà montées et étalonnées en forme d'éléments de mesure (voir notice technique éléments de mesure de force 9301B_000-107). Ils sont idéal pour mesurer des forces de compression et de traction (Fig. 11).



Fig. 11: Éléments de mesure de force type 9301B ... 9371B

Brancher des capteurs à quartz en parallèle

Parce que toutes les rondelles de charge ont la même sensibilité nominale, plusieurs rondelles peuvent être branchées en parallèle à un seul amplificateur de charge. Le signal de sortie représente alors la somme de toutes les forces agissant sur le capteur branché.

Capteur
type 90x1B

Câble de connexion
type 1631C...

maXYmos TL
type 5877A...



Capteur
type 90x1B

Câble de connexion
type 1631C...

Amplificateur
de charge
type 5015A...



Capteur
type 90x1B

Câble de connexion
type 1983AD

Amplificateur
de charge
type 5073A111



Accessoires inclus dans la livraison

- Graisse spéciale
Type/N° art. 1063
- Jeu de montage
(filetage métrique pour types
9001A ... 9051A)
Type/N° art. 9422A...
- Protection pour connecteur
(type 9081B/9091B)
Type/N° art. 3.414.366

Accessoires optionnels

- Jeu d'éléments de précontrainte pour
rondelles de charge (voir notice technique
9420A_000-192) et
(notice technique 9451A_000-869)
Type/N° art. 9420A...
- Type/N° art. 9455...
- Type/N° art. 9456...

Accessoires de montage

- Mesure de forces par des rondelles
de charge (voir notice technique
9001A_000-182)
- Calotte distributrice de pression pour
rondelles de charge
(voir notice technique 9505_000-193)
Type/N° art. 95x5
- Rondelle semi-sphérique pour
rondelles de charge
(voir notice technique 9505_000-193)
Type/N° art. 95x3
- Rondelle d'isolation pour rondelles
de charge
(voir notice technique 9505_000-193)
Type/N° art. 95x7
- Calotte réceptrice de la force pour
rondelles de charge
(voir notice technique 9505_000-193)
Type/N° art. 95x9

Câbles

- Notice technique câbles pour capteurs
de force, de couple et extensomètres
(1631C_000-346)

Référence de commande

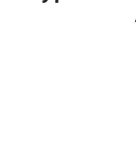
Rondelle de charge

Rondelle de charge 0 ... 7,5 kN	01
Rondelle de charge 0 ... 15 kN	11
Rondelle de charge 0 ... 35 kN	21
Rondelle de charge 0 ... 60 kN	31
Rondelle de charge 0 ... 90 kN	41
Rondelle de charge 0 ... 120 kN	51
Rondelle de charge 0 ... 200 kN	61
Rondelle de charge 0 ... 400 kN	71

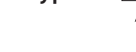
Rondelle de charge

Rondelle de charge 0 ... 650 kN	81
Rondelle de charge 0 ... 1 200 kN	91*

Type 90 A



Type 90 B



* temporairement indisponible