

Notice calibration KAMAN

2021

Table des matières

I.	Principe de fonctionnement et notions théoriques	3
II.	Exemples d'application.....	4
III.	Recommandations d'utilisation, montage des capteurs et cibles. 5	
A.	Recommandations de montage des capteurs	5
B.	Les Cibles.....	6
IV.	Calibration.....	9
A.	Réglages du zéro, gain et linéarité	10
B.	Calibration de la chaîne de mesure.	12
C.	Procédure de calibration.	12
1.	Calibration unipolaire 0- 10 Vcc	13
2.	Calibration bipolaire 0 - \pm 5 Vcc.....	14
V.	Certificat d'étalonnage.....	15
VI.	Synchronisation.....	17

I. Principe de fonctionnement et notions théoriques

Principe physique

La bobine parcourue par un courant de haute fréquence produit, dans l'espace environnant ses extrémités, un champ électromagnétique variable. Un objet métallique placé dans cette zone est le siège de courants induits appelés courants de Foucault. Ces courants s'opposent à la cause qui leur a donné naissance. Ils créent donc une induction de sens contraire à l'induction de la bobine ce qui entraîne une réduction du coefficient d'auto-induction de la bobine excitatrice.

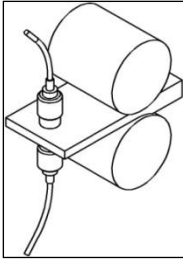
Dans le cas de métaux ferromagnétiques, une perte additionnelle est due à l'effet d'hystérésis lors de la magnétisation du métal par le champ de la bobine excitatrice.

Dans les deux cas, cela se traduit par un signal d'amplitude réduite au niveau de la bobine excitatrice. C'est cette baisse d'amplitude qui est détectée par l'analyseur de signal.

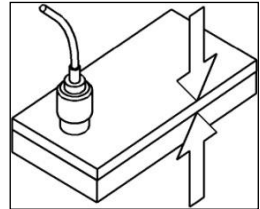
Conclusion

La gamme haute fréquence s'étend sur quelques KHz (typique 500Khz) à 1Mhz. La technologie permet de déterminer la position des capteurs par rapport à la surface de contrôle. Les variations de position du capteur par rapport à la surface de la pièce provoquent des fluctuations d'impédance appelées "lift off". Ces fluctuations peuvent prendre une amplitude telle qu'elles masqueront les indications caractéristiques de défauts.

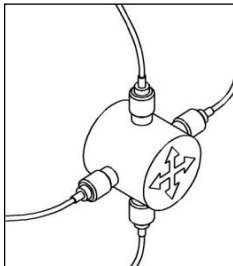
II. Exemples d'application



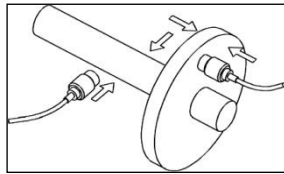
Mesures d'épaisseur de bande et plaque métallique acier ou aluminium, mais aussi des mesures d'épaisseur sur métaux précieux tels que le cuivre ou l'argent.



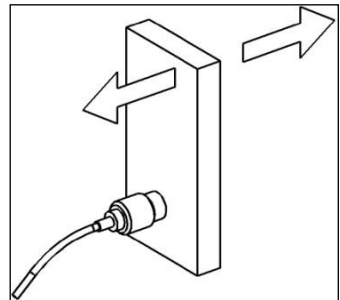
Mesures de déplacement ou sur tous type de pièce en vibration dans des conditions difficiles : moteur en banc d'essai ou industries sidérurgique.



Mesures de faux rond, centrage, d'usure de palier : jusqu'à des vitesses de rotation extrêmes telles que turbine, axe moteur



Mesures de position sans contact donc sans perturbation du mouvement et sans échange d'énergie



III. Recommandations d'utilisation, montage des capteurs et cibles.

A. Recommandations de montage des capteurs

Les capteurs se répartissent en 2 familles : **les capteurs blindés et non blindés.**

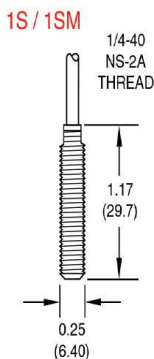
Le champ magnétique émis par le capteur occupe tout le volume qui entoure son extrémité.

La réponse du capteur est donc dépendante des conditions de montage et de l'environnement immédiat de la bobine se trouvant à son extrémité.

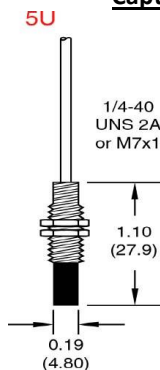
Pour une réponse optimum les recommandations doivent être suivies. Un non respect de ces recommandations pourrait modifier les performances globales de la mesure et la réponse du capteur.

L'espace entourant la tête du capteur peut être rempli de matériaux non métallique et électriquement inerte (époxy, silicone ou autre).

Capteur blindé

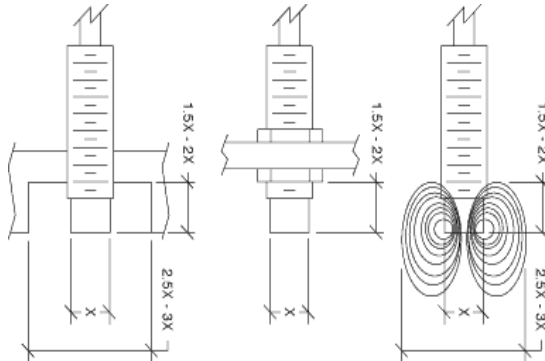


Capteur non-blindé



Capteurs Non- blindés (X étant à multiplier par le diamètre du capteur)

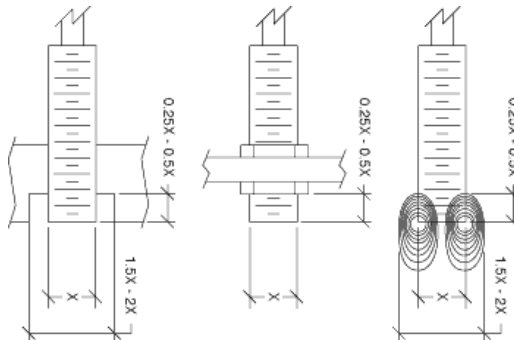
Le lamage qui entoure la tête du capteur doit être de 2.5 à 3 fois son diamètre avec une profondeur de 1.5 à 2 fois le diamètre.



Capteurs blindés (X étant à multiplier par le diamètre du capteur)

Du fait d'une focalisation du champ émis par le capteur lié à la présence du blindage, les exigences sont moins importantes que pour un capteur non blindé.

Le lamage qui entoure la tête du capteur doit être de 1.5 à 2 fois son diamètre avec une profondeur de 0.25 à 0.5 fois le diamètre.



B. Les Cibles

La cible est l'élément clef de la mesure et doit être le sujet principal dans la détermination des paramètres de l'essai. Le type de cible doit être indiqué clairement lors de votre demande.

- **Nature de la cible**

Nous distinguons 2 natures de cible différentes : les cibles magnétiques et non magnétiques. A partir de la nature de la cible sera déterminé le type d'électronique et de pont inductif.

D'une manière générale tous les capteurs sont compatibles avec toutes les cibles. Néanmoins les capteurs de petite taille sont plutôt recommandés pour une utilisation sur des cibles non magnétique.

- Les cibles non magnétiques incluent toutes les familles d'aciers (inox), d'aluminium, cuivre ou d'argent. Pour ce type de cible, la mesure est très peu sensible à la nature des composants de la cible. La pénétration, dans la matière, du champ magnétique généré par le capteur reste faible. La mesure est donc peu sensible aux nuances dans un alliage.

- Les cibles magnétiques incluent tous les autres types d'acier. Pour ce type de cible la pénétration du champ magnétique peut être plus importante en fonction de la nature de l'acier (jusqu'à 50 μ m). Ce phénomène est un élément important à considérer lors de la détermination du type de capteur et des conditions d'essais.

- **Forme et taille de la cible**

Idéalement la cible doit être plane et infiniment grande par rapport à la taille du capteur.

Dans la pratique, nous recommandons une cible d'environ 2 à 3 fois la taille du capteur pour un capteur non blindé et 1.5 à 2 fois le diamètre du capteur pour un capteur blindé.

Il est néanmoins possible de faire des mesures sur des cibles plus petites et dont la surface n'est pas plane. Aussi des essais sur des cibles d'un diamètre égal à celui du capteur sont réalisés avec une très bonne précision.

L'utilisation des capteurs avec des cibles petites ou courbe peut nécessiter une mise en place et des recommandations particulières. L'expression de ces conditions d'essais lors de la détermination du type de capteur est importante.

- **Calibration avec la cible**

Dans tous les cas et quelle que soit votre cible, contactez nous et pour considérer ensemble les moyens de conduire au mieux vos mesures. Il pourra être parfois nécessaire de réaliser des essais sur votre cible. Pour ceci nous disposons de matériel de démonstration.

Pour des matériaux nouveaux ou non référencés, il peut être indispensable de créer la chaîne de mesure adaptée à vos conditions d'essais. Dans ce cas nous procédons à des essais sur un échantillon de votre cible.

IV. Calibration

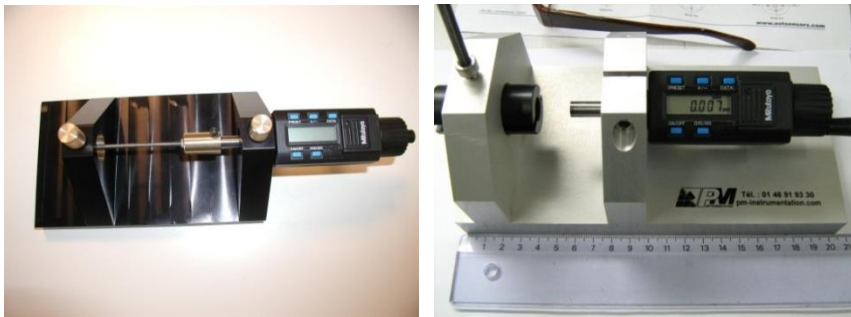
Le système Kaman est normalement livré avec un certificat d'étalonnage garantissant les performances du système dans les conditions demandées (cible, capteur, sortie analogiques, ..) lors de la commande et le bon fonctionnement de l'ensemble.

Il est néanmoins possible, après installation du capteur, de noter un écart plus ou moins important entre la calibration faite par Kaman et vos relevés de mesure. Cette écart peut être du à une différence dans la composition de la cible (nuance d'acier, variation de perméabilité magnétique) ou à l'installation du capteur dans son environnement de travail.

Il est recommandé de vérifier la réponse du capteur après son installation et sur la cible de travail.

La calibration est une opération simple qui peut être faite par l'utilisateur. Cette calibration consiste à positionner la cible à 3 distances par rapport à la face du capteur et à régler l'électronique pour avoir la tension de sortie voulue à l'aide des potentiomètres.

Le positionnement de la cible peut se faire avec un jeu de cales en plastique ou céramique ou préférablement avec un support micrométrique (photo ci-après). Ne jamais utiliser d'outil métallique ou conducteur pour faire la calibration.



Exemple de support micromètre équipé d'un micromètre numérique Mytotoyo (nous consulter)

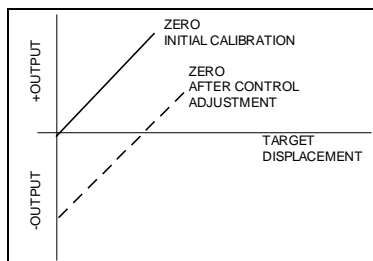
A. Réglages du zéro, gain et linéarité

L'électronique Kaman dispose de 3 ou 6 potentiomètres multi tours positionnés sur la face avant. Les potentiomètres COARSE permet les réglages grossiers et les potentiomètres FINE permettent les réglages fins.

- Potentiomètre de zéro (offset)

Les potentiomètres de zéro permettent le réglage électrique du zéro de la sortie analogique.

Ce potentiomètre peut être utilisé pour décaler l'ensemble de la droite vers le bas, par exemple pour passer de 0-10 Vcc en 0 ± 5 Vcc



Exemple de décalage du zéro

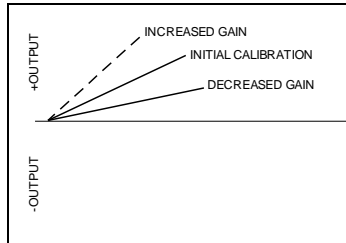
Après la calibration / linéarisation le potentiomètre de zéro peut être utilisé pour décaler la sortie de 40 à 60% autour de l'axe des abscisses.

Le potentiomètre de zéro peut aussi être utilisé pour recalibrer la sortie analogique après l'installation du capteur. En effet l'ajustement mécanique du capteur par rapport à la cible n'est pas toujours simple ou possible. Si après l'installation vous constatez une résiduelle de tension, le potentiomètre de zéro peut être utilisé.

Les potentiomètres de zéro sont aussi utilisés pour corriger les dérives divers liées au montage ou à la température.

- Potentiomètre de Gain

Les potentiomètres de gain permettent de régler la sortie analogique en fonction du déplacement de la cible. Il a une influence sur la pente du signal.



Exemple de l'influence du gain

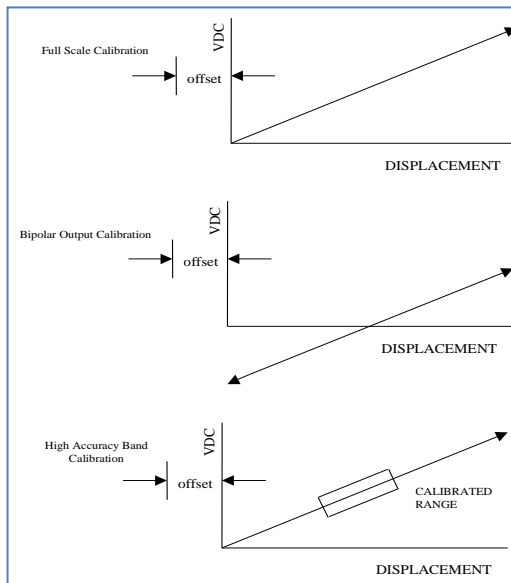
- Potentiomètres de linéarité

Ces potentiomètres permettent de corriger la forme de la courbe tension – déplacement. Il permet de régler l'extrémité de la courbe à la tension voulue.

B. Calibration de la chaîne de mesure.

L'électronique Kaman offre 2 possibilités de réglage des sorties analogiques :

- Unipolaire : 0-10 Vcc
- Bipolaire : 0- ± 5Vcc



C. Procédure de calibration.

Avant de commencer la calibration voici quelques informations techniques et recommandations qui permettront de faire une calibration du capteur dans des conditions optimums et de donner une mesure de grande qualité.

- Le positionnement du capteur par rapport à la cible doit être réalisé avec soin et précision en utilisant des cales plastiques ou un micromètre. L'ensemble du banc de calibration doit être stable, répétable et d'une précision supérieure à la précision recherchée lors de la mesure. Le point principal du banc de calibration est la répétabilité du positionnement de la cible.
- Si possible, un échantillon de la cible de travail doit être utilisé pour la calibration en respectant la nature des matériaux et la forme de la cible réelle.
- Les capteurs à courant de Foucault sont sensibles à leur environnement immédiat (voir montage du capteur). La calibration doit être faite dans les mêmes conditions de montage que lors de la mesure. Si par exemple, lors de l'essai, le capteur est vissé dans une pièce métallique et ne dépasse que de quelques mm, alors la calibration doit être faite dans ces conditions de montage.
- Tous les capteurs ont une zone morte (offset) d'environ 10 à 20% de l'étendue de mesure. Cette zone morte protège le capteur des contacts mécaniques avec la cible et évite l'utilisation du capteur dans une zone très peu précise.
- Bien sélectionner sa sortie analogique en fonction des essais et faire la calibration sur la sortie analogique utilisée.

1. Calibration unipolaire 0- 10 Vcc

L'exemple donné est avec 0 – 1.000 mm pour 0-10 Vcc

A – Zéro : Positionner la cible à la valeur de l'offset (Minimum 10% de l'étendue de mesure du capteur et maximum 20%) : régler le potentiomètre de zéro de manière à obtenir 0 Vcc sur la sortie 1-3.

Ex : gamme du capteur 1 mm, donc offset 0.1 mm (10%) ou 100 μ de la face du capteur. Tension de sortie 0.000 Vcc

B – Linéarité : positionner la cible à la valeur de l'offset + la gamme de mesure : utiliser le potentiomètre de linéarité pour régler la tension de sortie à la valeur max voulue.

Ex : gamme du capteur 1 mm, 0.1 mm + 1 mm = 1.1 mm de la face du capteur, soit 1100 μ m de la face du capteur. Tension de sortie 10.000 Vcc

C – Gain : positionner la cible à la valeur de l'offset + la moitié de la gamme de mesure : utiliser le potentiomètre de gain pour régler la tension de sortie à la moitié de la tension max voulue.

Ex : gamme du capteur 1 mm, offset 0.1 mm + 0.5 mm = 0.6 mm de la face du capteur, soit 600 μ m de la face du capteur. Tension de sortie 5.000 Vcc.

D – Refaire l'opération de A à D jusqu'à ce que la sortie soit réglée. Ce repositionner à l'offset et retoucher le zéro. Puis le gain et la linéarité. Toujours refaire le zéro en premier.

ATTENTION : lors des allers – retours de l'offset à la pleine échelle, il ne faut pas modifier l'environnement du capteur. Si vous utilisez des cales plastiques essayer de toujours appliquer la même force sur la partie mobile. Si vous utiliser un micromètre, évité de toucher le capteur avec la cible, ce qui pourrai provoquer un retrait du capteur et modifier son environnement direct.

2. Calibration bipolaire 0 - \pm 5 Vcc

Dans cette configuration le - 5Vcc est le point froid et n'est pas relié au 0 Vcc de l'alimentation.

L'amplitude totale de cette sortie peut être de +/- 10Vcc (soit 20Vcc), mais la précision de cette sortie n'est garantie que sur +/- 5 Vcc

L'exemple donné est avec 0 – 1.000 mm pour 0 ± 5 Vcc

A – Zéro : Positionner la cible à la valeur de l'offset (Minimum 10% de l'étendue de mesure du capteur et maximum 20%) : régler le potentiomètre de zéro de manière à obtenir - 5 Vcc.

Ex : gamme du capteur 1 mm, donc offset 0.1 mm (10%) ou 100 μ de la face du capteur. Tension de sortie -5.000 Vcc

B – Linéarité : positionner la cible à la valeur de l'offset + la gamme de mesure : utiliser le potentiomètre de linéarité pour régler la tension de sortie à la valeur max voulue.

Ex : gamme du capteur 1 mm, 0.1 mm + 1 mm = 1.1 mm de la face du capteur, soit 1100 μ m de la face du capteur. Tension de sortie + 5.000 Vcc

C – Gain : positionner la cible à la valeur de l'offset + La moitié de la gamme de mesure : utiliser le potentiomètre de gain pour régler la tension de sortie à la moitié de la tension max voulue.

Ex : gamme du capteur 1 mm, offset 0.1 mm + 0.5 mm = 0.6 mm de la face du capteur, soit 600 μ m de la face du capteur. Tension de sortie 0.000 Vcc.

D – Refaire l'opération de A à D jusqu'à ce que la sortie soit réglée. Se repositionner à l'offset et retoucher le zéro. Puis le gain et la linéarité. Toujours refaire le zéro en premier.

V. Certificat d'étalonnage

Sur le certificat d'étalonnage fourni avec la chaîne de mesure, vous trouverez les informations suivantes :

- **En entête**

Toutes les informations concernant les numéros de séries et de dossier.
Les références du capteur et électronique

- **Dans le corps**

La colonne DISPLACEMENT correspond au déplacement de la cible par rapport au capteur

La colonne OUTPUT correspond à la sortie analogique mesurée lors de la calibration

La colonne LEAST SQUARES correspond à la meilleure droite calculée par la méthode des moindres carrés (voir la fonction droitreg () de Excel).

La colonne NON LINEARITY correspond à l'écart de linéarité exprimé en % de la pleine échelle

Cet écart est la différence entre les points mesurés et les points calculés par les moindres carrés

- **En bas**

SUPPLY : est la tension d'alimentation utilisée lors de la calibration.

TARGET MATERIAL : est le type de cible sur lequel le capteur a été étalonné, référence des matériaux et forme de la cible

CABLE LENGH : est la longueur du câble

CALIBRATION OFFSET : est la zone morte du capteur (offset)

KAMAN AEROSPACE CORPORATION
MEASURING AND MEMORY SYSTEMS
217 SMITH STREET
MIDDLETOWN, CONNECTICUT 06457
CUSTOMER SERVICE (860) 632-4442

CALIBRATION RECORD

CUSTOMER: PM INSTRUMENTATION

DATE: 30-Nov-07

CUSTOMER P/O NO: EVAL

SYSTEM SN: E0711266-01-01

VI. Synchronisation

Lorsque 2 (ou plus) chaînes de mesure sont proches l'une de l'autre, il est nécessaire de synchroniser les électroniques.

En effet si les 2 capteurs sont à une distance de moins de 3 fois leur diamètre, il y a une perturbation de l'alimentation de la bobine ce qui engendre du bruit électrique sur la sortie analogique.

Pour remédier à ce problème, il est nécessaire de synchroniser les électroniques. Cette synchronisation consiste à utiliser la fréquence porteuse de la première électronique (se trouvant à gauche) pour toutes les autres électroniques.

Aucune modification de l'électronique n'est utile pour la synchronisation.

Les sorties du premier module sont les bornes 15 (sync. OUT) et 16 (masse) qui sont à relier aux bornes 4 (sync IN) et 3 (masse).

Au maximum 6 électroniques peuvent être synchronisées sur la même électronique maîtresse.

Il est recommandé d'utiliser un câble coaxial.

