

SYSTÈME DE MESURE SANS CONTACT

Nom des étudiants :

Date :

<i>Date de retour</i>	<input type="checkbox"/> 1 jour de retard	-2pts
	<input type="checkbox"/> 2 jours de retard	Note /2
	<input type="checkbox"/> + de 2 jours de retard	Note=0/20

<i>Rangement</i>	<input type="checkbox"/> Rangement non conforme = -2 pts
<i>Fichiers extraits du site</i>	<input type="checkbox"/> Fichiers non copiés sur le bureau avant utilisation = -2 pts

Système : KEYENCE																		
Compétences évaluées		Compétences détaillées			Correc- teur	N° Question	Non évalué	0	1	2	3			Barème				
Mener une analyse fonctionnelle du système, identifier ses éléments et vérifier ses performances															5			
C1.5	Simuler et valider les solutions techniques	Identifier les fonctions du système			GB	3.4								0.5				
		Simuler le fonctionnement			JH	3.1/3.2								1				
C3.2	Valider un système	Relever le comportement du système			GB	3.6								1				
		Comparer les résultats obtenus par simulation et en fonctionnement réel			GB	4.3.3								1				
		Argumenter les écarts constatés			GB	5.4								1.5				
Mettre en œuvre, régler et contrôler le fonctionnement du système															15			
C2.3	Régler le système	Identifier le matériel de contrôle			GB	4.1/4.2								2				
		Mettre en œuvre les appareils de mesurage			GB	3.5								1.5				
					GB	4.3.1								3				
		Relever les résultats obtenus			GB	4.3.2								3				
C3.1	Mettre en œuvre un système optique	Régler les sous-ensembles ou composants			CS	3.3								0.5				
		Assembler les composants nécessaire au système												0				
		Mettre en œuvre une ou plusieurs opérations techniques permettant le bon fonctionnement du système			GB	5.1								3				
		Vérifier le fonctionnement			GB	5.2/5.3								2				
<i>Taux pondéré de compétences et indicateurs évalués :</i>												100.00%						
<i>Note brute obtenue par calcul automatique (attention si le taux est <50%, le calcul n'est pas proposé) :</i>												#DIV/0! /20						
<i>Note sur 20</i>												/20						

Appréciation globale

GRILLE DE NOTATION A REMPLIR PAR LES ENSEIGNANTS

TOUS LES FICHIERS A UTILISER DANS CE TP DOIVENT ETRE EXTRAITS DU FICHIER ZIP DU SITE SUR VOTRE BUREAU AVANT D'ETRE UTILISES !! -2 POINTS AU TP SI CELA N'EST PAS FAIT.

SYSTÈME DE MESURE SANS CONTACT

1. Éléments à votre disposition

2. Présentation du contexte

Problématique :

La société Polydistechnologie fabrique des plaques à graver en PVC de différentes couleurs. Pour contrôler l'épaisseur lors de la fabrication, cette société souhaite acquérir un capteur Keyence.

Peut-on, avec ce système, contrôler l'épaisseur de l'ensemble des plaques à graver, sachant que, celles-ci ont une épaisseur de 2.42 ± 0.01 mm, et les couleurs possibles sont : rouge, jaune, blanc et noir. ? (Réponse à donner en fin de TP)

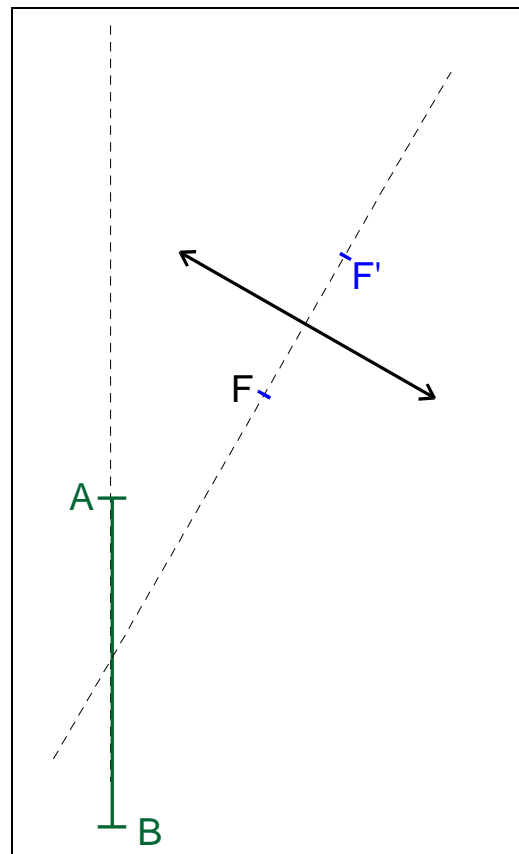
3. Analyse du système :

3.1. TRIANGULATION OPTIQUE

- Préciser à l'aide de la page 2 du dossier technique la nature de la source, de la cible, de l'imageur et du capteur utilisés dans le montage par triangulation du capteur LK-G 152.
- Compléter le schéma simplifié d'optique géométrique pour une cible dont l'altitude h varie de A à B (Cadre 1). Représenter deux rayons issus de A, de B et un rayon issu d'un point P entre A et B. Préciser la position de chaque image A', B', P' et représenter en couleur la trace du capteur.
- Le système optique présente-t-il le même grandissement transversal GT pour tous les éléments du segment AB ? Expliquer votre réponse.

Réponse :

-
- Voir schéma
-



Cadre 1 : schéma à compléter

3.2. SENSIBILITE – LINEARISATION

Ouvrir le fichier Excel « KeyenceKLG152.xls ». x est la position du spot image sur le capteur et h celle du point cible.

- Observer x en fonction de h . On appelle dx le déplacement minimum perceptible sur le capteur et dh la variation d'altitude correspondante de la cible. dx/dh est-elle constante ? Expliquer votre réponse.
- Rappeler ce qu'est la sensibilité d'un système de mesure (un glossaire dans le dossier technique est à votre disposition).
- A chaque position x du spot image de la source, le système génère une tension U (Volts). U est l'image de h . Exprimer la relation permettant de convertir la tension lue sur le capteur en distance h mesurée.
- La sensibilité dU/dh est-elle constante ?

Réponse :

-
-

c)

3.3. Liaison capteur – Carte d’acquisition

- a) On utilise la sortie tension -10..+10 Volts du capteur, à quel type d’entrée d’une carte d’acquisition faut-il le relier ?
- b) La résolution annoncée par le constructeur est 5 µm (10 fois la répétabilité). Quelle est la variation de tension lorsque la distance mesurée varie d’une quantité égale à la résolution ?

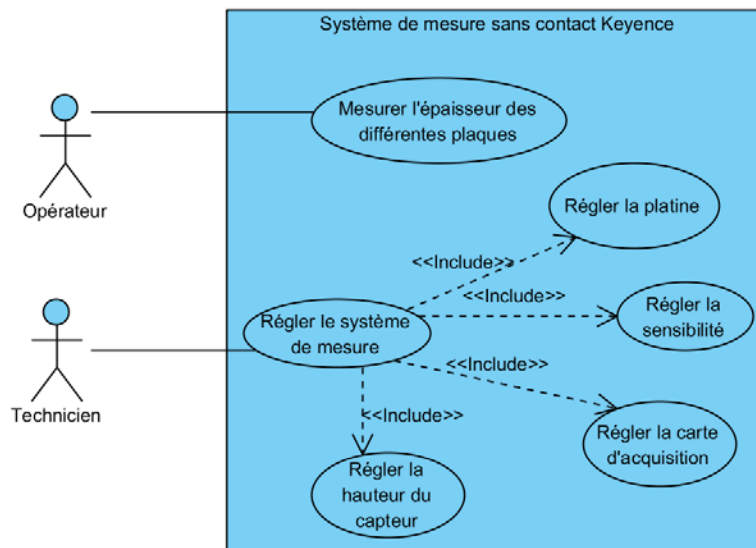
Réponse :

a)

b)

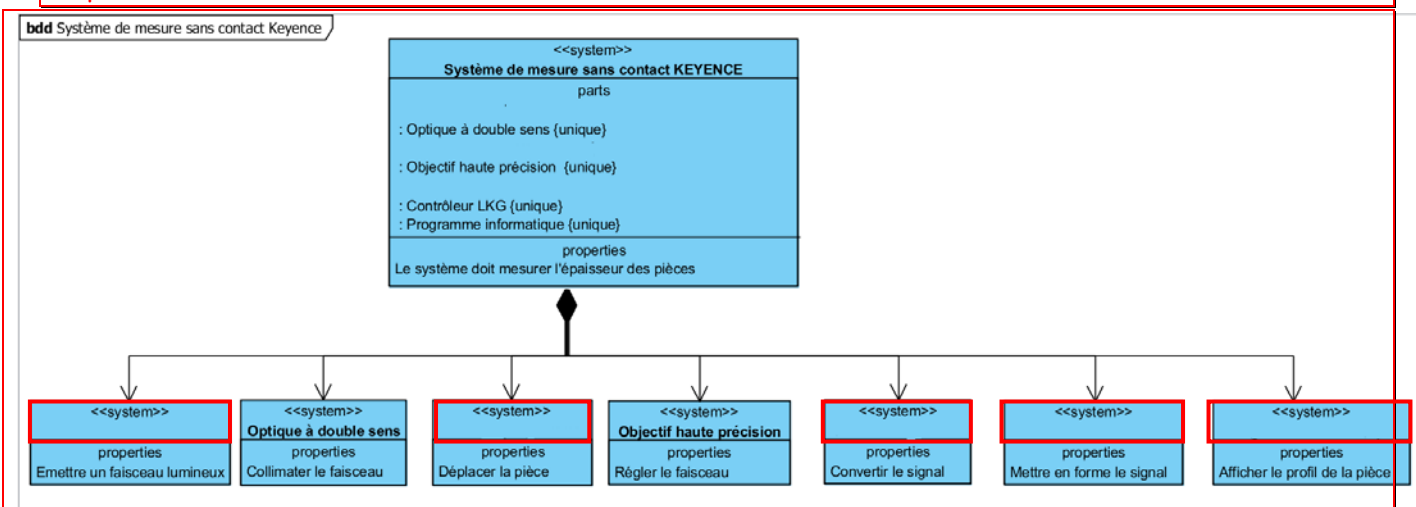
3.4. Analyse fonctionnelle SYSML:

Cas d’utilisation :



A l’aide du dossier technique, compléter le diagramme de blocs.

Réponse :



3.5. LIMITES GÉOMÉTRIQUES:

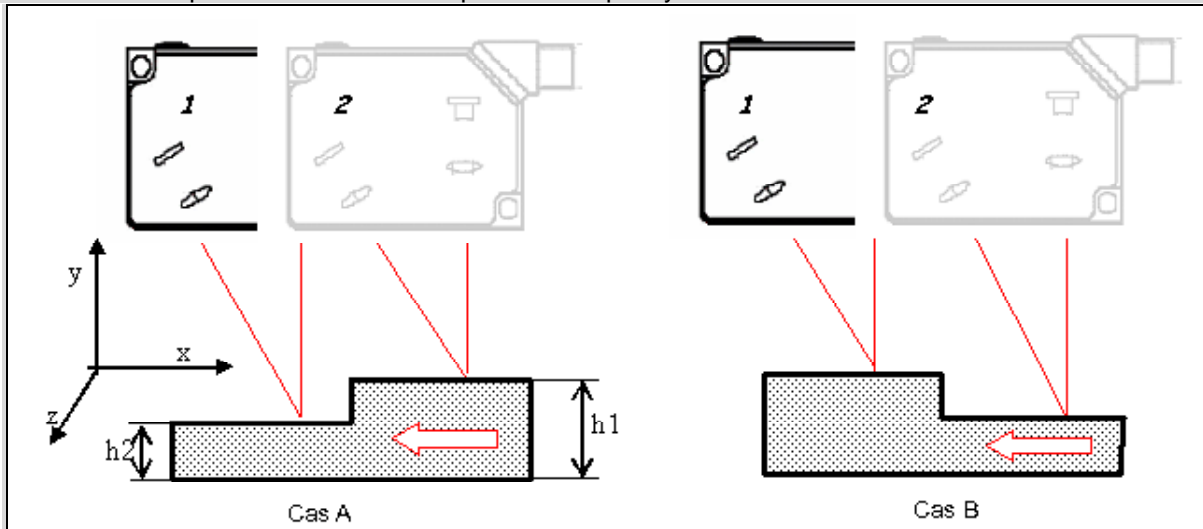
3.5.1. Limites de la zone de mesure :

Sur les figures A et B du Cadre 2, la pièce est orientée différemment.

Le capteur en position (1) mesure la cote h_2 et en position (2) la cote h_1 : dans le cas de figure A et c'est l'inverse dans le cas B. La flèche indique le sens de déplacement de la pièce.

Dans le cas où le plan des faisceaux est parallèle au plan xy , en fonction des caractéristiques dimensionnelles relevées sur le dossier technique (angle des faisceaux) :

- Donnez en rouge dans le Cadre 2 les limites de la zone d'exploration d'une pièce dont le profil est donné ci-dessus.
- Quels sont les points ou les zones dont l'altitude ne peut être mesurée correctement ? les mettre en place sur les figures.
- Dans le cas où le plan des faisceaux est parallèle au plan yz . Y a-t-il une différence entre les cas A et B ?



Cadre 2 : cas A et B

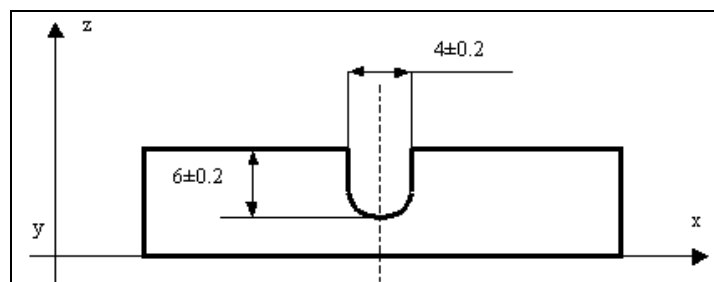
Réponse : voir schéma ci-dessus

3.5.2. Choix de l'orientation du capteur :

Considérons la pièce dont le dessin est donné Cadre 3.

Rappel : les trajets des faisceaux émis et captés forment un plan.

Comment doit-on orienter le capteur pour qu'il puisse relever la forme de la rainure pratiquée sur la pièce ?

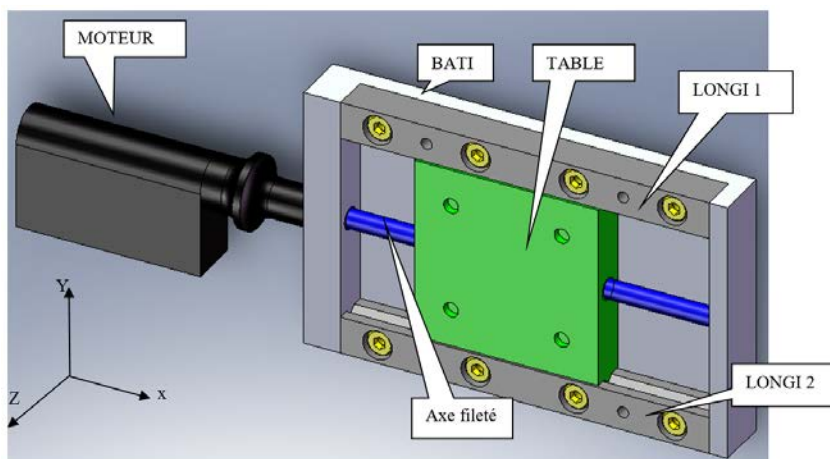


Cadre 3 : pièce rainurée.

Réponse :

3.6. SCHEMATISATION DE LA TABLE DE TRANSLATION MOTORISEE « PI »

Le schéma cinématique de la table de translation motorisée « PI » vous est donné incomplet sur le document de travail.



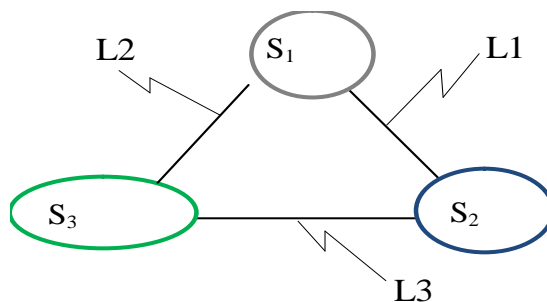
Complétez si nécessaire, les sous-ensembles cinématique :

- $S_1 = \{ \text{Bâti, vis,} \}$
- $S_2 = \{ \text{Axe fileté,} \}$
- $S_3 = \{ \text{Table,} \}$

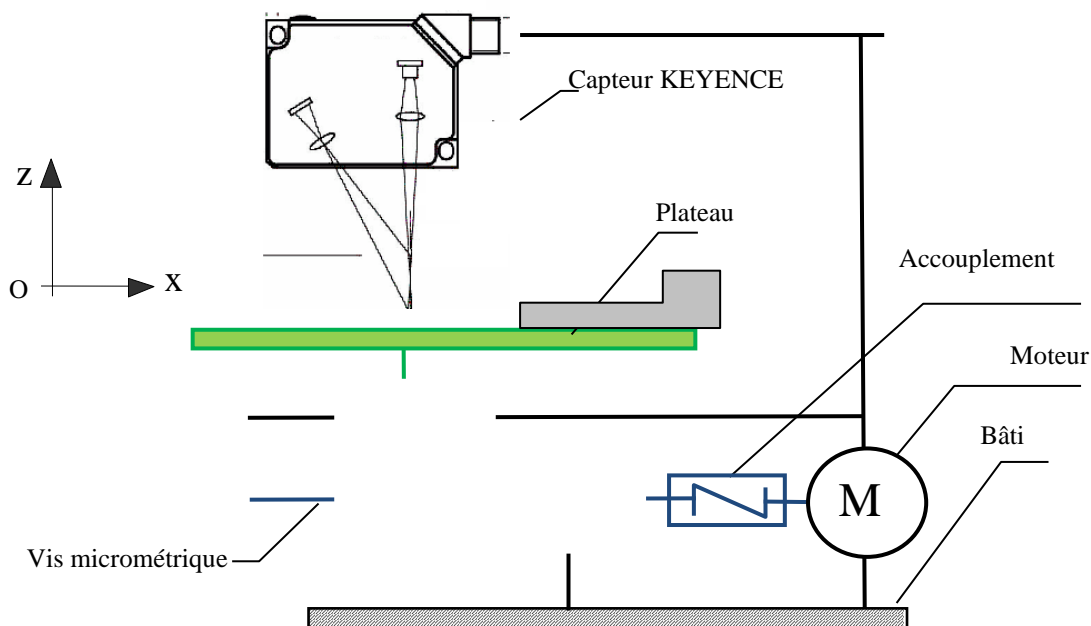
Réponse :
 $S_1 = \{ \text{Bâti, vis,} \}$
 $S_2 = \{ \text{Axe fileté} \}$
 $S_3 = \{ \text{Table} \}$

Définir les liaisons L1, L2 et L3 définies sur le graphe de liaison.

Classes	Nom de la liaison
S_1 et S_2	L1 =
S_1 et S_3	L2 =
S_2 et S_3	L3 =



Compléter le schéma cinématique de la table de translation motorisée.



4. Mise en œuvre du système :

4.1. MONTAGE ET REGLAGE DU CAPTEUR

FAIRE APPEL AU PROFESSEUR POUR VALIDER

4.2. ETALONNAGE

FAIRE APPEL AU PROFESSEUR POUR VALIDER

4.3. DETERMINATION DES LIMITES DES MESURES

4.3.1. Mesure d'épaisseur de pièces de matériaux différents

- Mesurer les pièces 0 (PVC translucide), 1 (PVC translucide orange), 2 (PVC rouge), 3 (PVC jaune), 4 (PVC blanc), 5 (Tôle noire), 6 (cale 3mm) et 7 (aluminium) disponibles avec un micromètre. Noter les valeurs mesurées.
- Sélectionner Mesures \ Ponctuelle mettre la pièce 0 sous le faisceau
- Appuyer sur le bouton « MESURE » et noter le n° de la pièce et la valeur de la mesure (Dbrute en mm) dans le tableau ci-dessous.
- Faire de même pour les pièces disponibles.
- Appuyer sur « FIN DES MESURES » et enregistrer votre fichier de mesure sous « Ponctuelle.keyence » puis sortir.

Pièce	Mesure micromètre	N° de la pièce	Mesure KEYENCE
PVC translucide			
PVC translucide orange			
PVC rouge			
PVC jaune			
PVC Blanc			
Tôle noire			
Cale 3mm			
Pièce Aluminium			

Réponse : Voir tableau ci-dessus

FAIRE APPEL AU PROFESSEUR POUR VALIDER

4.3.2. Forme de l'onde reçue en fonction des matériaux.

Lancer l'option visualiser la lumière reçue (DT page 5).

- Relever qualitativement la forme du signal reçu pour chacune des pièces mesurées.
- Conserver ces relevés pour l'exploitation des mesures.

Réponse :

PVC Translucide : _____ .jpg

PVC Translucide orange : _____ .jpg

PVC rouge : _____ .jpg

PVC jaune : _____ .jpg

PVC blanc : _____ .jpg

Tôle noire : _____ .jpg

Cale 3mm : _____ .jpg

Pièce aluminium : _____ .jpg

4.3.3. Formes limites mesurables :

Vous disposez d'une pièce épaulée correspondant à la question 3.5.1.

- Réaliser les mesures de la pièce dans les cas A de la question 3.5.1. Pour cela :
 - Dans Paramètres \ Patine de translation, positionner la pièce pour que le spot soit à l'origine des mesures puis appuyer sur le bouton « Définir l'origine ».
 - Dans Paramètres \ Acquisition sur la longueur d'une pièce, donner le pas (0.2 mm) et le nombre de point de mesures (30) soit une acquisition sur 6 mm.
 - Dans Mesures \ Sur la longueur d'une pièce faite « Démarrer les mesures », Enregistrer vos mesures sous « Epaulée A » puis Quitter
 - Dans Résultats \ Graphe Dbrute=f(x) et Dfiltré=f(x), tracer le graphe de la pièce 1 et Imprimer le graphe.

Réponse : Voir

- b) Réaliser les mesures de la pièce dans les cas B de la question 3.5.1. Pour cela :
 - a. Dans Paramètres \ Patine de translation, positionner la pièce pour que le spot soit à l'origine des mesures puis appuyer sur le bouton « Définir l'origine ».
 - b. Dans Paramètres \ Acquisition sur la longueur d'une pièce, donner le pas (-0.2 mm car on se déplace dans l'autre sens) et le nombre de point de mesures (30) soit une acquisition sur 6 mm.
 - c. Dans Mesures \ Sur la longueur d'une pièce faite « Démarrer les mesures », Enregistrer vos mesures sous « Epaulée B » puis Quitter
 - d. Dans Résultats \ Graphe Dbrute=f(x) et Dfiltré=f(x), tracer le graphe de la pièce 2 et Imprimer le graphe.

Réponse : Voir

On utilise maintenant un cylindre de diamètre 10 mm. Placer ce cylindre sur la table, son axe étant perpendiculaire à la direction de translation

- a) Relever le profil sur une étendue de mesure supérieure au diamètre dans les deux cas :
 - i) plan des faisceaux parallèle à la direction du déplacement
 - ii) perpendiculaire à la direction du déplacement
- b) Enregistrer les résultats.

Faisceau parallèle : voir
Faisceau perpendiculaire : voir

5. Analyse des performances du système :

5.1. Qualité d'une mesure

5.1.1. Linéarité du capteur et de sa réponse.

A partir de la documentation technique et du Cadre 4 répondre aux questions :

- a) La résolution d'un CCD classique est souvent limitée par la taille de ses pixels, contrairement au PSD, le capteur n'est pas linéaire. Le LIN-CCD est linéarisé, quel est le principe de la linéarisation ?
- b) Quel avantage supplémentaire ce capteur a-t-il par rapport au PSD ?

En s'aidant des réponses en partie 3 et du dossier technique :

- c) Utilisé en triangulation la réponse du capteur doit être linéarisé par le processeur. La sensibilité est alors constante sur toute la plage de mesure. Quelle est la sensibilité ?

Réponse :
a)
b)
c)

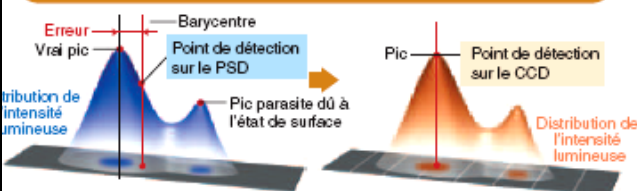
5.1.2. Exactitude (précision) d'une mesure.

5.1.2.1. Fidélité des résultats de mesure

Pour être fidèle la mesure doit être répétable.

- a) Rechercher la définition de la répétabilité (voir « Glossaire »).
- b) On donne le fichier « table.xls » qui contient

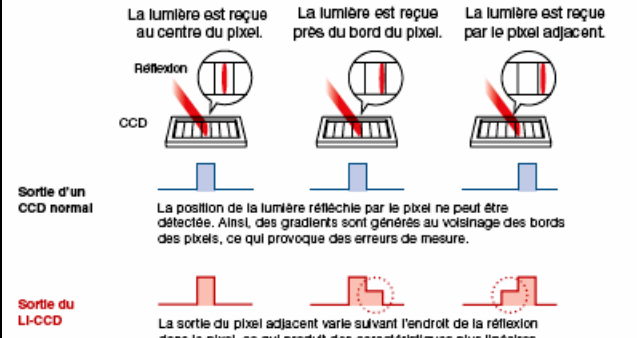
Avantage sur les modèles classiques



Le PSD peut produire des erreurs dues à l'état de surface. Le CCD détecte avec exactitude le pic d'intensité réel.

Le PSD (détecteur sensible à la position) employé dans les modèles classiques utilise le barycentre de l'intensité lumineuse pour effectuer la mesure. Cette méthode est sujette aux erreurs en raison de la réflexion diffuse causée par l'état de surface de la cible. Le Li-CCD n'est pas sensible à ces facteurs car il détecte le pic d'intensité réel à partir de l'image capturée.

Principe grâce auquel le Li-CCD atteint une précision de mesure élevée



La position de la lumière réfléchie par le pixel ne peut être détectée. Ainsi, des gradients sont générés au voisinage des bords des pixels, ce qui provoque des erreurs de mesure. La sortie du pixel adjacent varie suivant l'endroit de la réflexion dans le pixel, ce qui produit des caractéristiques plus linéaires.

Cadre 4 : Le LIN_CCD de Keyence

- l'enregistrement de 200 mesures au même point.
- c) Représenter le nuage de points.
- d) Tracer la droite de tendance et déterminer son équation. Qu'elle devrait être la valeur théorique de sa pente ? Comparer cette valeur à la valeur obtenue par régression linéaire (DMC).
- e) Calculer l'écart type σ . Pour cela sélectionner la fonction « ECARTYPE » dans « statistiques » de l'insertion de fonction, et appliquer cette fonction à l'ensemble des ordonnées de la courbe. C'est l'écart-type qui mesure la répétabilité des résultats.
- f) Comparer cette valeur à celle fournie par le constructeur (documentation technique).

Réponse :

a)

b) et c) voir

d)

e)

f)

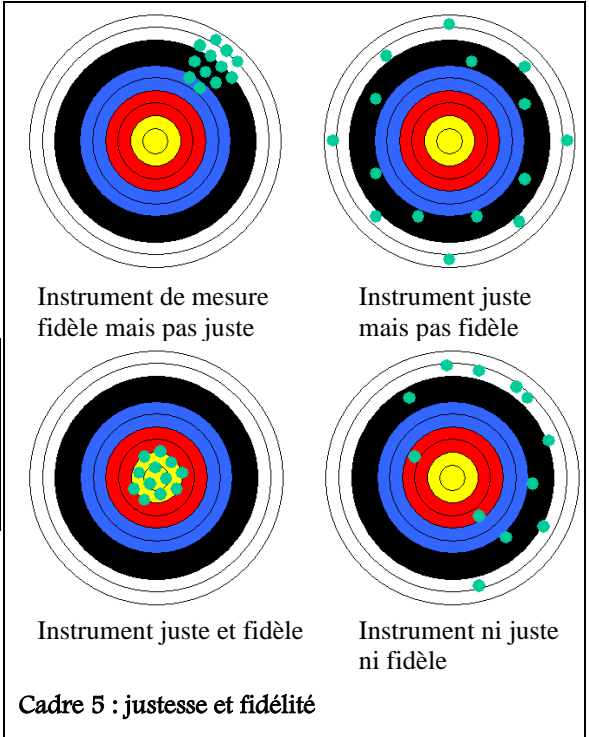
5.1.2.2. Justesse d'une mesure.

Voir la définition **Cadre 5**

a) Calculer la moyenne et l'incertitude de la mesure précédente. On utilisera pour cela la fonction MOYENNE pour obtenir l'estimateur de la mesure et INTER-VALLE.CONFIANCE(0.05, σ , 200) ou la formule $\frac{2\sigma}{\sqrt{N}}$ pour obtenir l'intervalle d'incertitude. Ecrire alors le résultat de la mesure et le comparer à la valeur attendue.

Réponse :

Voir



5.1.3. Résolution de la mesure

La résolution de l'affichage est de 0,01 μm , mais la résolution de la mesure est estimée (par le constructeur) à 10 fois la répétabilité soit 5 μm .

Un déplacement de 5 μm provoque une variation de la réponse analogique de 1,25 mV.

Quelle définition donnez-vous de la résolution de la mesure ?

- a) Calculer le quantum de la carte d'acquisition utilisée sachant qu'il s'agit d'un convertisseur analogique/numérique 16 bits ?
- b) Quel est le plus petit déplacement détectable avec cette carte d'acquisition ? La carte est-elle adaptée à la résolution ?

Réponse :

a)

b)

5.2. INFLUENCE DU MATERIAU SUR LES MESURES

- a) Pour chaque pièce, comparer la mesure au micromètre avec la mesure relevée à l'aide du capteur. Dire pour chaque matériau si la mesure est acceptable ou non. Pourquoi ?

Pièce	N° de la pièce	Valide oui/non	Pourquoi
PVC translucide			
PVC translucide orange			
PVC rouge			
PVC jaune			

PVC Blanc			
Tôle noire			
Cale 3mm			
Pièce Aluminium			

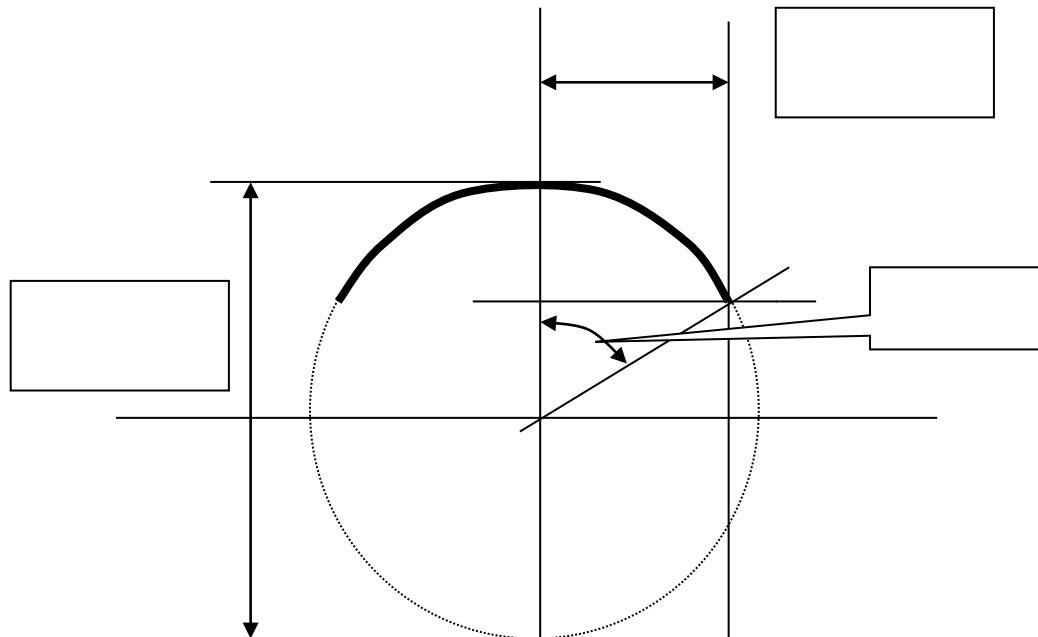
b) A partir de la forme du signal relever en 4.3.2, justifier le fait qu'une mesure soit exacte ou non.

Réponse : Voir tableau ci-dessus

5.3. FORMES LIMITES MESURABLES

Dans le cas de la mesure du cylindre de diamètre compris entre 10 mm :

- a) Comparer les valeurs relevées par le capteur au diamètre mesuré sur la pièce.
- b) La mesure de diamètre est-elle correcte ?
- c) En déduire l'angle limite de mesure dans le plan perpendiculaire au faisceau en complétant le schéma ci-dessous.



Réponse :

a)

b)

5.4. Problématique

La société Polydistechnologie fabrique des plaques à graver en PVC de différentes couleurs. Pour contrôler l'épaisseur lors de la fabrication, cette société souhaite acquérir un capteur Keyence.

Peut-on, avec ce système, contrôler l'épaisseur de l'ensemble des plaques à graver, sachant que, celles-ci ont une épaisseur de 2.42 ± 0.01 mm, et les couleurs possibles sont : rouge, jaune, blanc et noir. ? (Argumenter votre réponse)

Réponse :