

Examen de qualité appliqué

Contrôle de la qualité

Mai 2017 - 1^{re} session

Durée de l'épreuve : 2 heures, durée pour la partie contrôle de la qualité : 1 heure

Attention l'épreuve comporte 2 matières : MSP avec M. Landon et Contrôle de la qualité avec M. Sidobre. Vous devez rendre deux copies indépendantes.

La plupart des questions sont indépendantes.

1 Questions de cours

Parmi les phrases suivantes, sélectionner la bonne formulation pour chaque groupe.

- A1) La mesure est l'estimation caractérisant l'étendue des valeurs dans laquelle se situe la valeur vraie de la grandeur mesurée.
- A2) L'incertitude de mesure est l'estimation caractérisant l'étendue des valeurs dans laquelle se situe la valeur vraie de la grandeur mesurée.
- A3) L'erreur de mesure est l'estimation caractérisant l'étendue des valeurs dans laquelle se situe la valeur vraie de la grandeur mesurée.
- B1) L'erreur de justesse est l'erreur constante et identifiable au terme d'une série de mesures.
- B2) L'erreur de fidélité est l'erreur constante et identifiable au terme d'une série de mesures.
- B3) L'erreur systématique est l'erreur constante et identifiable au terme d'une série de mesures.
- C1) L'erreur aléatoire est l'erreur due à l'influence de facteurs imprévisibles et non maîtrisables.
- C2) L'erreur de fidélité est l'erreur due à l'influence de facteurs imprévisibles et non maîtrisables.
- C3) L'erreur de justesse est l'erreur due à l'influence de facteurs imprévisibles et non maîtrisables.
- D1) L'erreur de justesse est la composante aléatoire de l'erreur d'un instrument de mesure.
- D2) La résolution est la composante aléatoire de l'erreur d'un instrument de mesure.
- D3) L'erreur de fidélité est la composante aléatoire de l'erreur d'un instrument de mesure.
- D4) L'erreur de mesure est la composante aléatoire de l'erreur d'un instrument de mesure.
- E1) Le temps de réponse caractérise la vitesse de communication d'un capteur numérique.
- E2) Le temps de réponse caractérise l'aptitude d'un instrument de mesure à suivre les variations de la grandeur à mesurer.
- E3) Le temps de réponse est le temps de préchauffage d'un instrument de mesure.
- F1) La sensibilité fréquentielle est le domaine de fréquence dans lequel l'appareil a des caractéristiques définies.
- F2) La fréquence de coupure est le domaine de fréquence dans lequel l'appareil a des caractéristiques définies.
- F3) La bande passante est le domaine de fréquence dans lequel l'appareil a des caractéristiques définies.

2 Capteur Heidenhain



Extrait de la notice de l'appareil de mesure :

Très haute précision	Jusqu'à $\pm 0.03 \mu\text{m}$ pour la précision du système entre 19°C et 21°C
Règle en Zerodur	Coefficient de dilatation linéique $\lambda = 0 \pm 0.02 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ entre 0°C et 50°C
Corp en Invar	Les composants de la boucle de mesure du capteur sont en Invar de coefficient linéique inférieur à $\lambda = 2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ pour une température inférieure à 90°C .
Guidage par roulement	Guidage par roulement avec faible frottement
Temperature d'exploitation	Entre $+10^\circ\text{C}$ et $+40^\circ\text{C}$
Étendue de mesure	25 ou 60 mm
Précision	$\pm 0.1 \mu\text{m}$ Jusqu'à $\pm 0.03 \mu\text{m}$ avec compensation linéaire
Répétabilité	CT 2500 : $< 0.02 \mu\text{m}$ CT 6000 : $< 0.03 \mu\text{m}$
Course	CT 2500 : 25 mm CT 6000 : 60 mm
Mouvement de plongé	Par moteur à courant continue
Interface	Connecteur M23, male, 9 broches
Protection	IP 50 (EN 60529)

2.1 Lecture notice

- 2.1.1 Relever la nature des matériaux utilisés et justifier les choix effectués.
- 2.1.2 On suppose que la tige de l'appareil réalisée en Invar fait 70 mm de long. Quelle est sa dilatation pour une variation de température de 1°C .
- 2.1.3 Une variation de température de 1°C est elle compatible avec la précision annoncée.
- 2.1.4 Peut-on faire un lien entre ce phénomène de dilatation et la répétabilité annoncée par le constructeur.

2.2 Précision

- 2.2.1 Quelle est la précision annoncée pour cet appareil ?
- 2.2.2 En déduire la variance associée.

2.3 Compensation linéaire

Un opérateur propose de fixer l'appareil perpendiculairement à un marbre à l'aide d'un support puis de :

- a) Régler la course maximale au contact du marbre.
- b) Mesurer 10 fois la position du marbre avec l'appareil dans ces conditions.
- c) Placer une cale C_{10} de 10 mm sur le marbre et mesurer dix fois cette cale.
- d) Répéter l'opération précédente avec des cales C_{20} , C_{30} , C_{40} , C_{50} et C_{60} de longueur respective 20, 30, 40, 50 et 60 mm.
- e) À partir de ces mesures il calcule la valeur moyenne pour chacune des cales C_i et l'erreur e_i correspondante.
- f) À partir des erreurs e_i il calcule une droite qui minimise la somme des carrés des distances de chacun de ces points à une droite D d'équation $a \times l + b = y$ où a et b sont des paramètres réels, y représente l'écart e_i et l la longueur mesurée (C_i).

- 2.3.1 En ne considérant que la série de mesure effectuée sur le marbre, comment peut on déterminer l'erreur de fidélité de cet appareil pour la mesure du zéro.
- 2.3.2 À partir de ces séries de mesure, l'opérateur peut-il déterminer l'erreur de répétabilité de cet l'appareil ? Comment ?
- 2.3.3 Le constructeur propose une compensation linéaire, expliquer pourquoi la droite D permet de définir une telle compensation ?
- 2.3.4 À partir de la droite D calculée, écrire la loi de compensation linéaire qui donne la longueur "réelle" à partir de la valeur donnée par l'appareil.
- 2.3.5 Indiquer comment mesurer la longueur d'une cale de longueur l_c inconnue avec cet appareil ainsi "calibré". Justifier les choix effectués.

3 Erreurs de mesure

Nous souhaitons effectuer le contrôle d'une longueur de $50_{-0.016}^{+0}$ mm sur une série de pièce. Pour cela, nous disposons d'un appareil de mesure alpha dont la fiche d'étalonnage indique une variance $V = 0.5625 \times 10^{-6}$ mm². On donne $\sqrt{0.5625} = 0.75$.

Nous disposons aussi d'un appareil bêta plus facile à utiliser et d'un coût d'utilisation plus faible. Sa fiche d'étalonnage indique une variance $V = 1.1 \times 10^{-6}$. On donne $\sqrt{1.1} = 1.05$.

3.1 Mesure directe

3.1.1 Peut-on utiliser l'appareil alpha pour effectuer ces contrôles sans précautions ? Pourquoi ?

3.1.2 Peut-on utiliser l'appareil bêta pour effectuer ces contrôles sans précautions ? Pourquoi ?

3.2 Avec procédure adaptée

Un technicien a effectué une série de vingt mesures sur une cale de 50 mm avec l'appareil bêta. Il a déterminé la variance estimée associée à ces mesures 0.88×10^{-6} mm², et une moyenne de 50.0038 mm. On donne $\sqrt{0.88} = 0.94$

3.2.1 Qu'apportent les mesures effectuées par le technicien ?

3.2.2 Peut-on utiliser l'appareil bêta si on prend en compte les mesures du technicien ? Préciser comment ?

3.2.3 Un second technicien propose d'effectuer plusieurs fois chaque mesure et de considérer la moyenne des mesures ; cette approche utilisée seule, permet-elle ici d'utiliser l'appareil bêta pour effectuer le contrôle ?

3.2.4 Proposez une autre solution pour effectuer ce contrôle avec l'appareil bêta sans utiliser les deux approches précédentes ?

3.3 Plage d'acceptation

Nous considérons ici le contrôle de la spécification $50_{-0.016}^{+0}$ mm avec l'appareil de mesure alpha.

3.3.1 Si la longueur mesurée est l_p , indiquer la condition d'acceptation.

3.3.2 Préciser les plages de mesures relatives aux risques client et fournisseur.

4 Divers

4.1 Lois normale

On souhaite mesurer le défaut de localisation

\oplus	$\varnothing 0.1$	A	B	C
----------	-------------------	---	---	---

 d'un cylindre court dans un plan. Ce plan est positionné par rapport aux surfaces de références A, B et C. Pour cela, on mesure l'erreur de position du perçage à l'aide d'une machine à mesurer dans les deux directions X et Y définies par un repère associé aux surfaces A, B et C. On obtient deux erreurs δ_x et δ_y dont la répartition suit une lois normale.

4.1.1 Ecrire l'erreur de localisation en fonction de δ_x et δ_y .

4.1.2 Le défaut de localisation suit-il une lois normale ?

4.2 Pause

Avant de faire une pause, un opérateur effectue le contrôle d'une spécification de longueur 20 ± 0.1 et obtient:

- $l = 20.095$ mm avec $V = 16 \mu\text{m}^2$

A son retour, l'opérateur est pris d'un doute et refait la mesure. Il obtient alors :

- $l = 20.106$ mm avec $V = 16 \mu\text{m}^2$

4.2.1 Ces résultats sont-ils cohérents ?

4.2.2 Que doit faire l'opérateur avec la pièce ?