

Détermination de l'incertitude d'étalonnage d'une clé dynamométrique

L'étalonnage d'une clé dynamométrique de capacité 0-2500mN à 100mN près est réalisé suivant NF EN 6789-2003, à l'aide de deux capteurs de couple 0-1000mN et 0-5000mN.

Il s'agit d'une clé dynamométrique à lecture directe à cadran (Type I – Classe B)

La norme ci-dessous impose une erreur de justesse devant être inférieure à 4%.

NF EN ISO 6789 « Outils de manœuvre pour vis et écrous – Outils dynamométriques à commande manuelle – Exigences et méthodes d'essai pour vérifier la conformité de conception, la conformité de qualité et la procédure de réétalonnage », septembre 2003.

Méthode de type A

Pour estimer la répétabilité, on effectue trois séries de mesurages sur des couples étalon de 500, 1500 et 2500mN dans les mêmes conditions. On détermine l'écart-type de chaque série :

D'autre part toutes les lectures doivent être dans les tolérances spécifiées ; on prendra en compte l'écart maximum par rapport à la valeur nominale soit 664,4 mN pour une valeur nominale de 500 mN.

500mN

N	1	2	3	4	5
x_i (mm)	664,4	660,3	659,6	660,6	659,2

$$u_{11} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 2,08 \text{ mN} \quad \bar{x} = 660,82 \text{ mN} \quad A_s \% = \frac{500 - 664,4}{664,4} * 100 = -24,74\% > 4\%$$

1500mN

N	1	2	3	4	5
x_i (mm)	1607,9	1586,6	1618,7	1623,6	1638,2

$$u_{12} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 19,25 \text{ mN} \quad \bar{x} = 1615 \text{ mN} \quad A_s \% = \frac{1500 - 1638,2}{1638,2} * 100 = -8,44\% > 4\%$$

2500mN

N	1	2	3	4	5
x_i (mm)	2637,9	2646,8	2651,4	2652,1	2658,4

$$u_{13} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 7,60 \text{ mN} \quad \bar{x} = 2649,32 \text{ mN} \quad A_s \% = \frac{2500 - 2658,4}{2658,4} * 100 = -5,96\% > 4\%$$

Méthode de type B

Justesse (B1)

L'étalonnage se fait sur un couplemètre étalon. Seule la référence intervient

Résolution (B2)

On arrive généralement à apprécier le tiers de la division sur un instrument à cadran.

La quantification de l'instrument vaut $q = 0,33 * 100 \text{ mN} = 33,33 \text{ mN}$; par conséquent l'écart-type vaut :

$$u_2 = \frac{q}{2\sqrt{3}} = 9,62 \text{ mN}$$

Référence (B3)

Ce paramètre est donné par le certificat d'étalonnage du couplemètre étalon $\pm (0,7 \cdot 10^{-2} \cdot C)$, avec $k = 2$

$$I_{\text{Réf}} = \pm (0,7 \cdot 10^{-2} \cdot C)$$

Pour un instrument vérifié et conforme à une classe, cette classe est définie par une limite $\pm \alpha$ et obéit à une loi

uniforme dont l'incertitude type vaut $u = \frac{\alpha}{\sqrt{3}}$

$$\text{Avec } I_{\text{Réf}} = \pm (0,7 \cdot 10^{-2} \cdot C) \text{ nous obtenons } u_3 = \frac{\alpha}{\sqrt{3}} = \frac{0,7 \cdot 10^{-2} \cdot 500}{\sqrt{3}} = 2,02 \text{ mN pour } C = 500 \text{ mN}$$

C étant le couple appliqué

Ecart de la direction de la Force (B4)

Ce facteur peut être négligé car le couplemètre étalon mesure un couple et peu importe ses composantes. La clé déclenche dès que le couple cible est atteint et un voyant rouge s'allume.

Ecart dû à l'erreur de position du point d'application de la force (B5)

Même remarque que pour B4

Résultat final

FICHE DE DETERMINATION D'INCERTITUDE			
Etalonnage Clé Dynamométrique			Date : 25/03/2014
Référentiel : NF EN 6789 - 2003			
Domaine , unités : De 0 à mN – Unités du tableau : le mN – Etalonnage à C=500 mN			
Détermination des incertitudes :			
Méthode de Type A : Répétabilité de la mesure sur un couplemètre étalon $u_i = 2,08 \text{ mN}$			
Méthode de Type B :			
B1 : Justesse : à négliger . Déjà comprise dans A			
B2 : Résolution : Due à l'incrément d'affichage			
B3 : Référence : Incertitude sur le couplemètre étalon; connue par son certificat			
B4 : Ecart dû à la direction de la Force			
B5 : Ecart dû à l'erreur de position du point d'application de la force			
TABLEAU RECAPITULATIF			
Incertitudes	I	u_i	u_i^2
Type A - Répétabilité		2,08	4,31
Type B			
B1 : Justesse			
B2 Résolution	33,33	9,62	92,59
B3 Référence	$\pm (0,7 \cdot 10^{-2} \cdot C)$	2,02	4,08
B4 Direction de la force		-	-
B5 Point d'application de la force		-	-
Total des variances = $\sum u_i^2 = 100,97$			
Résultat : Ecart-type composé $u_c = \sqrt{\sum u_i^2} = 10,048$			
Incertitude $I = \pm k \cdot u_c$ avec $k=2$			
$I = \pm 20,096 \text{ mN}$ * pour $C = 500 \text{ mN}$			

On trouve ainsi l'incertitude d'étalonnage de la clé dynamométrique 0-2500mN à $C = 500\text{mN}$

$I = \pm 20,1 \text{ mN}$