

CONCOURS COMMUN 2005

DES ECOLES DES MINES D'ALBI, ALES, DOUAI, NANTES

Epreuve spécifique de Sciences Industrielles (filière PTSI)

Vendredi 20 Mai 2005 de 08h00 à 12h00

Proposition de corrigé

A ETUDE FONCTIONNELLE

A-1

Le cahier des charges définit les responsabilités des partenaires (demandeur du produit et concepteur / réalisateur).

Le cahier des charges définit pour le produit les services attendus, les conditions d'utilisation, les performances, les coûts, les délais de livraison, les variations possibles de prix, les options, les clauses éventuelles,

Le cahier des charges s'intéresse aux fonctions de service et de contraintes du produit et n'exprime aucune idée technologique. Souple il peut être modifié avec l'accord des parties intéressées.

A-2

La différence entre l'état de la matière d'œuvre d'entrée et l'état de la matière d'œuvre de sortie est appelée valeur ajoutée.

A-3

La méthode d'analyse fonctionnelle SADT est bien adaptée aux systèmes automatisés vastes ou complexes intégrant l'informatique.



B ETUDE AUTOMATIQUE

B-1-1

Soit K le plus grand nombre décimal codable par un mot binaire de n bits

Alors $K = 2^0 + 2^1 + 2^2 + \dots + 2^{n-1}$

$$2K - K = (2^1 + 2^2 + \dots + 2^n) - (2^0 + 2^1 + 2^2 + \dots + 2^{n-1})$$

$$K = \frac{2^n - 2^0}{2 - 1} = 2^n - 1$$

Dans notre cas, on doit avoir $K \geq 9999$

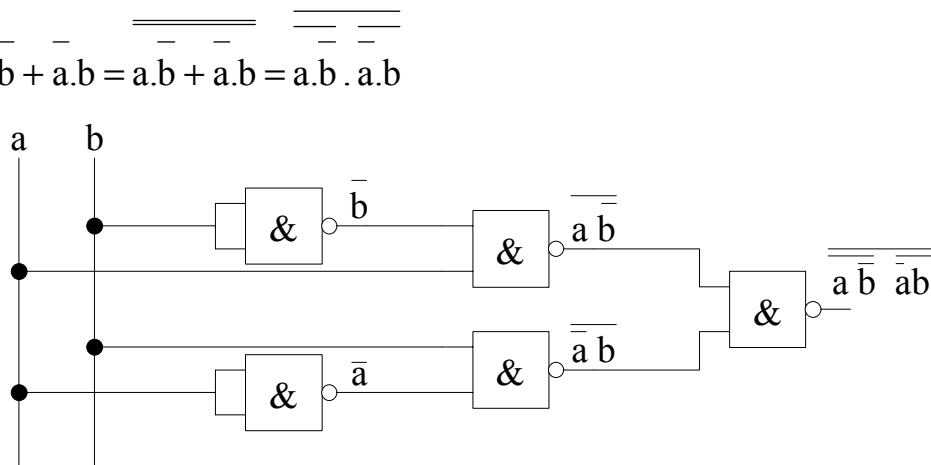
$$\Rightarrow 2^n - 1 \geq 9999 \quad \Rightarrow 2^n \geq 10000$$

$$2^{13} = 8192 < 10000 ; \quad 2^{14} = 16384 > 10000$$

$$\Rightarrow n = 14$$

B-1-2

$$a \oplus b = a.b + a.b = a.b + a.b = a.b . a.b$$



B-1-3

$$\begin{aligned} \overline{a \oplus b} &= \overline{a.b + a.b} \\ &= \overline{a.b} . \overline{a.b} \\ &= (\overline{a} + \overline{b}).(\overline{a} + \overline{b}) \\ &= \overline{a.a} + \overline{a.b} + \overline{a.b} + \overline{b.b} \\ &= \overline{a.b} + \overline{a.b} \end{aligned}$$

a	b	$a \oplus b$	$\overline{a \oplus b}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Désignation : Opérateur identité.

B-1-4

$xyzt = abcd \Rightarrow (x = a) \text{ et } (y = b) \text{ et } (z = c) \text{ et } (t = d)$

a	x	x=a
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$$F = (x \oplus a).(y \oplus b).(z \oplus c).(t \oplus d)$$

B-2-1

$$t_2 = vs1$$

$$t_5 = vr2.vs3.\overline{cf}$$

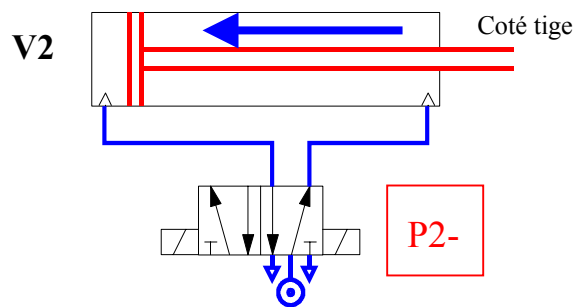
$$t_{5'} = vr2.vs3.cf$$

$$t_7 = vs1$$

$$t_{10} = vr2.vr3$$

$$t_{11} = ce$$

B-2-2

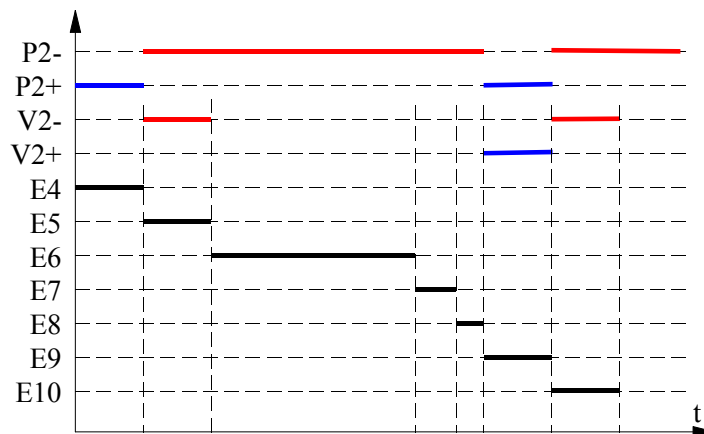


Désignation du distributeur : Distributeur 5/2, pneumatique, à commande électrique des deux cotés.

B-2-3

Trait fort : niveau logique 1 ou position effective ou étape active

pas de trait : niveau logique 0 ou autre position ou étape désactivée



C ETUDE CINEMATIQUE

C-1

$$\vec{EO} + \vec{OF} + \vec{FE} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} (a-b)\cos\alpha - b\cos\alpha - \lambda\cos\beta = 0 \\ (a-b)\sin\alpha + b\sin\alpha - \lambda\sin\beta = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (a-2b)\cos\alpha = \lambda\cos\beta & (1) \\ a\sin\alpha = \lambda\sin\beta & (2) \end{cases}$$

$$(2)/(1) \Rightarrow \tan\beta = \frac{a}{a-2b} \tan\alpha$$

$$\begin{aligned} (2)^2 + (1)^2 &\Rightarrow (a-2b)^2 \cos^2\alpha + a^2 \sin^2\alpha = \lambda^2 \\ &\Rightarrow (a^2 - 4ab + 4b^2) \cos^2\alpha + a^2(1 - \cos^2\alpha) = \lambda^2 \\ &\Rightarrow 4b(b-a) \cos^2\alpha = \lambda^2 - a^2 \\ &\Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{\frac{\lambda^2 - a^2}{4b(b-a)}} \end{aligned}$$

$$\boxed{\cos\alpha = \sqrt{\frac{\lambda^2 - a^2}{4b(b-a)}}$$

$$\boxed{\tan\beta = \frac{a}{a-2b} \tan\alpha}$$

C-2

On a : $\cos^2\alpha = \frac{\lambda^2 - a^2}{4b(b-a)}$ que l'on peut dériver

$$-2\dot{\alpha}\cos\alpha\sin\alpha = \frac{2\lambda\dot{\lambda}}{4b(b-a)}$$

$$\boxed{\dot{\alpha} = \frac{\lambda\dot{\lambda}}{4b(a-b)\sin\alpha\cos\alpha}}$$

C-3

Le plateau est en mouvement de translation rectiligne de direction \vec{Y} par rapport au châssis 1. Tous les points appartenant à ce plateau ont même vitesse.

$$\vec{V}_{2/1} = \left[\frac{d(\vec{AC})}{dt} \right]_{\text{R}} \quad \text{avec } \vec{AC} = 2a\sin\alpha\vec{Y}$$

$$\boxed{\vec{V}_{2/1} = 2a\dot{\alpha}\cos\alpha\vec{Y}}$$

C-4

$$\vec{V}_{B,3/2} = \vec{V}_{B,3/1} - \vec{V}_{B,2/1}$$

$$\vec{V}_{B,3/1} = \vec{V}_{A,3/1} + \vec{BA} \wedge \vec{\Omega}_{3/1} = \vec{BA} \wedge \vec{\Omega}_{3/1}$$

$$\vec{V}_{B,3/1} = \begin{pmatrix} -2.a.\cos\alpha \\ -2.a.\sin\alpha \\ 0 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{\alpha} \end{pmatrix} = \begin{vmatrix} -2.a.\dot{\alpha}.\sin\alpha \\ 2.a.\dot{\alpha}.\cos\alpha \\ 0 \end{vmatrix}$$

$$\vec{V}_{B,2/1} = 2.a.\dot{\alpha}.\cos\alpha.\vec{Y}$$

$$\vec{V}_{B,3/2} = -2.a.\dot{\alpha}.\sin\alpha.\vec{X}$$

C-5

$$\vec{\Omega}_{5/3} = \vec{\Omega}_{5/2} + \vec{\Omega}_{2/1} + \vec{\Omega}_{1/3} \quad \text{avec } \vec{\Omega}_{2/1} = \vec{0} \rightarrow \text{Translation rectiligne de (2)/(1)}$$

$$\vec{V}_{B,3/2} = \vec{V}_{B,5/2} = \vec{V}_{I,5/2} + \vec{BI} \wedge \vec{\Omega}_{5/2} \quad \text{avec } \vec{V}_{I,5/2} = \vec{0}$$

$$\begin{vmatrix} -2.a.\dot{\alpha}.\sin\alpha \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ R \\ 0 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \omega_{5/2} \end{pmatrix} = \begin{vmatrix} R.\omega_{5/2} \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}$$

$$-2.a.\dot{\alpha}.\sin\alpha = R.\omega_{5/2} \rightarrow \omega_{5/2} = -\frac{2.a.\dot{\alpha}.\sin\alpha}{R}$$

$$\vec{\Omega}_{5/2} = -\frac{2.a.\dot{\alpha}.\sin\alpha}{R}.\vec{Z}$$

$$\vec{\Omega}_{3/1} = \dot{\alpha}.\vec{Z} \quad \text{donc} \quad \vec{\Omega}_{1/3} = -\dot{\alpha}.\vec{Z}$$

$$\vec{\Omega}_{1/3} = -\dot{\alpha}.\vec{Z}$$

$$\vec{\Omega}_{5/3} = -\dot{\alpha}.\left(\frac{2.a.\sin\alpha}{R} + 1\right).\vec{Z}$$

C-6

On a trouvé à la question **C-1** : $\lambda = \sqrt{a^2 + 4.b.\cos^2\alpha.(b - a)}$

$$C_u = \lambda_{\text{MAX}} - \lambda_{\text{MIN}}$$

$$C_u = \sqrt{a^2 + 4.b.\cos^2\alpha_{\text{MAX}}.(b - a)} - \sqrt{a^2 + 4.b.\cos^2\alpha_{\text{MIN}}.(b - a)}$$

C-7

La réponse est immédiate

$$L_u = 2.a.(\cos \alpha_{\text{MIN}} - \cos \alpha_{\text{MAX}})$$

C-8

$$t_m = \frac{C_u}{\dot{\lambda}}$$

$$t_m = \frac{\sqrt{a^2 + 4.b.\cos^2\alpha_{\text{MAX}}.(b - a)} - \sqrt{a^2 + 4.b.\cos^2\alpha_{\text{MIN}}.(b - a)}}{\dot{\lambda}}$$

C-9

La réponse est immédiate

$$\dot{\lambda} = \frac{q}{S}$$

Pour régler la vitesse de sortie (ou de rentrée) de tige, l'automaticien ne peut que régler le débit d'huile hydraulique q. Pour cela il va étrangler plus ou moins l'orifice d'arrivée du fluide grâce à un limiteur de débit.

D ETUDE STATIQUE

D-1

On isole le plateau (2) et la palette pleine.

Bilan des actions mécaniques :

- Poids \rightarrow Glisseur $\rightarrow -P \cdot \vec{Y}$
- $\vec{I}_{5 \rightarrow 2} \rightarrow$ Glisseur $\rightarrow YI_{52}$ (Action ponctuelle du galet sur le plateau)
- $\vec{C}_{4 \rightarrow 2} \rightarrow$ Glisseur $\rightarrow YC_{42}$ (Action parallèle aux deux autres)

$$\sum \vec{M}_t / C_{(EXT \rightarrow 2)} = \vec{CG} \wedge \vec{P} + \vec{CI} \wedge \vec{I}_{5 \rightarrow 2} = \vec{0}$$

$$\begin{pmatrix} 1 \\ - \\ 0 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ -P \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2.a.\cos\alpha \\ R \\ 0 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ YI_{52} \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & & \\ & 0 & \\ -1.P + 2.a.\cos\alpha.YI_{52} & & \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}$$

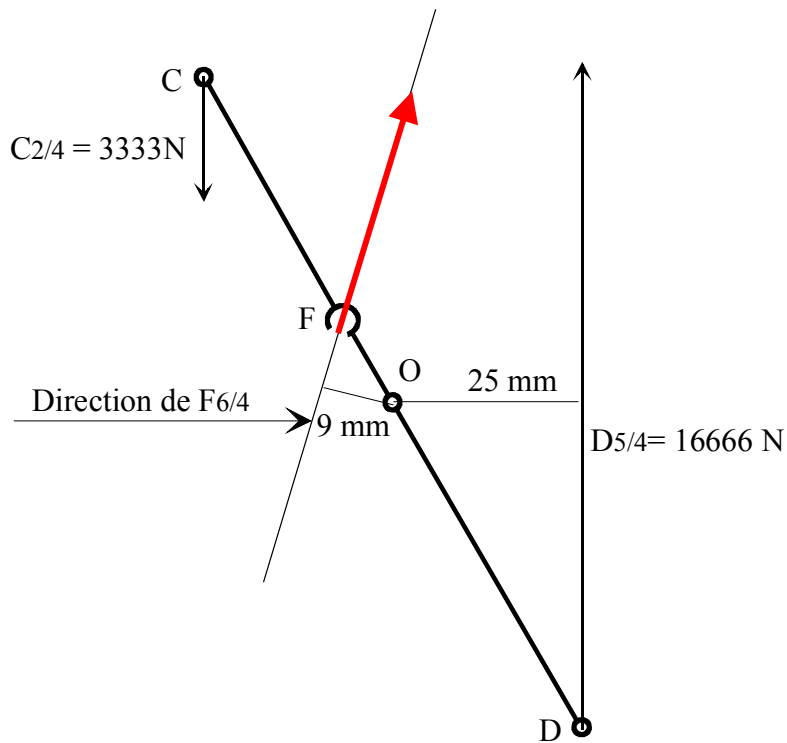
$$YI_{52} = \frac{1.P}{2.a.\cos\alpha}$$

$$-P + YI_{52} + YC_{42} = 0$$

$$YC_{42} = P - YI_{52} = P - \frac{1.P}{2.a.\cos\alpha}$$

$$YC_{42} = P \left(1 - \frac{1}{2.a.\cos\alpha} \right)$$

D-2



On mesure les distances des actions mécaniques par rapport au point O, puis on écrit l'équation de moment ci-dessous

$$3333 \times 25 + 16666 \times 25 - F_{6/4} \times 9 = 0$$

$$20000 \times 25 - F_{6/4} \times 10 = 0$$

$$F_{6/4} = (20000 \times 25) / 10 = 50\,000 \text{ N}$$

D-3

La réponse est immédiate :

$$p = \frac{4 \cdot \|\vec{F}_6 \rightarrow 4\|}{\pi \cdot D^2}$$

D-4

Si α était nul, les bras **3** et **4** ainsi que le vérin **6** seraient horizontaux. Dans cette position, l'effort exercé par le vérin ne créerait aucun couple permettant aux bras de se soulever.

Si l'angle était petit, l'effort serait démesuré.

E ETUDE DE FABRICATION ET CONSTRUCTION

E-1

Surfaces usinées	Nom de l'opération	Outil utilisé	Machine
D1	Perçage	Foret	Perceuse ou CU4D
D2-F1	Lamage	Fraise à lamer	Perceuse ou CU4D
A1	Rainurage	Fraise à denture asymétrique	Fraiseuse (tour)
D3 et F2	Chariotage	Outil à charioter et dresser (outil couteau)	Tour

E-2 Type de clavette : Clavette forme A.

E-3

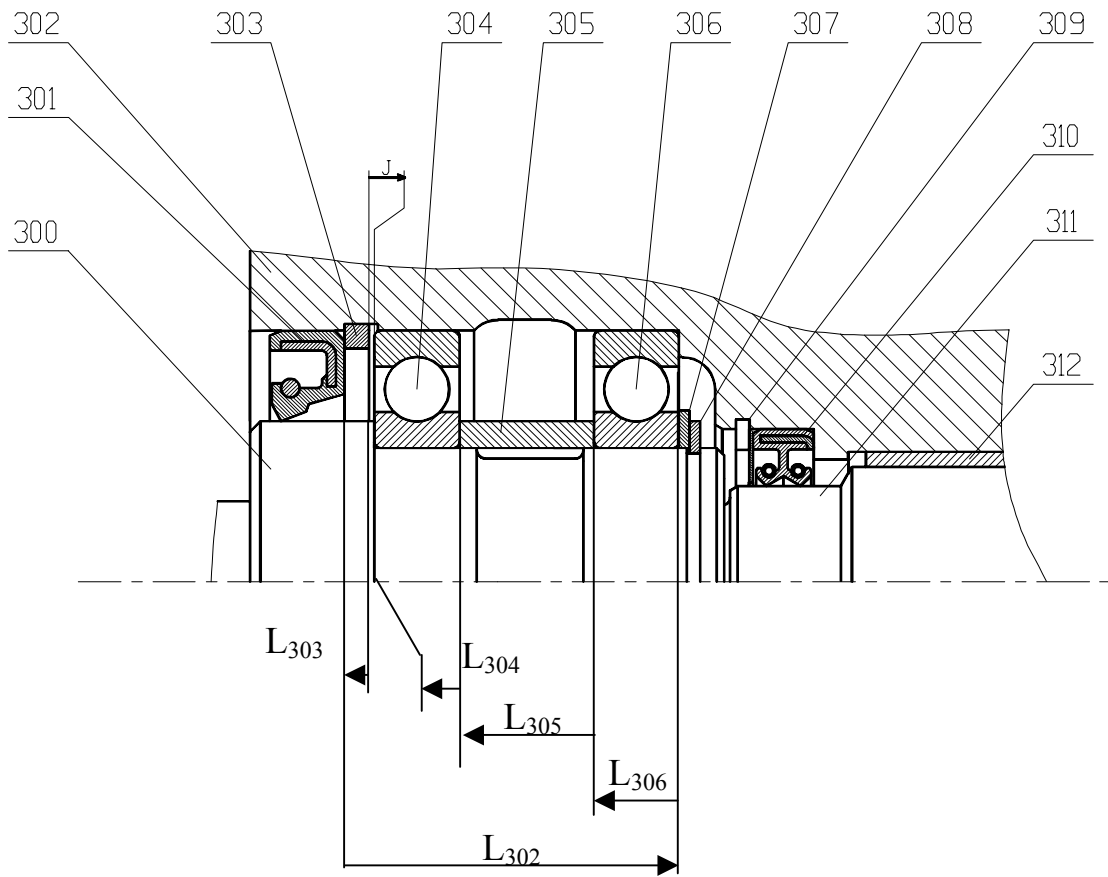
301 : joint à lèvres radiales

303 : Segment d'arrêt

305 : Entretoise

307 : Cale de réglage

E-4



$$\begin{aligned}
 IT J &= IT L_{303} + IT L_{302} + IT L_{306} + IT L_{305} + IT L_{304} \\
 &= 0,06 + 0,1 + 0,12 + 0,1 + 0,12 \\
 &= 0,5
 \end{aligned}$$

E-5

Introduire des cales de réglage entre le segment d'arrêt et le roulement.

E-6

EN – GJ L – 200

EN : Norme européenne G : pièce moulée

J : Fonte

L : Lamellaire

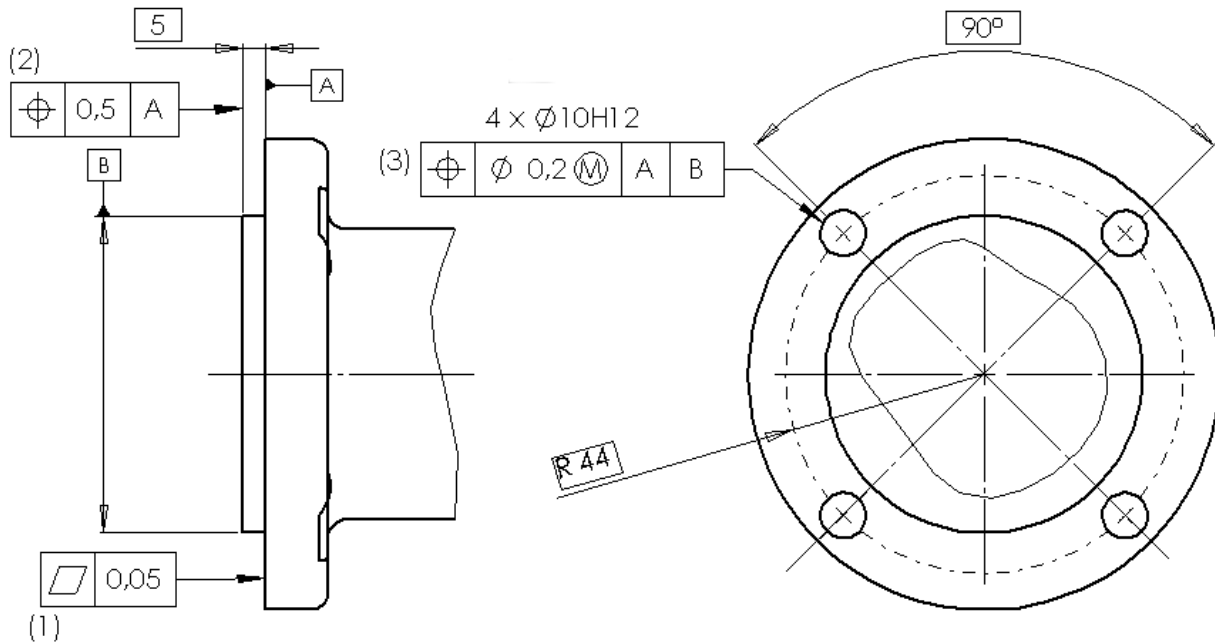
200 : Valeur minimale de Rm (MPa)

E-7

S 235

S : acier de construction métallique 235 : valeur minimale de Re (MPa)

E-8



Spécification repérée (1)

Type : forme planéité

Elément tolérancé : surface nominale plane

Zone de tolérance..... : volume délimité par deux plan parallèles distants de 0,05 mm. Tous les points de la surface doivent se trouver dans ce volume.

Spécification repérée (2)

Type : position localisation

Elément tolérancé : surface nominale plane.

Elément de référence.. : surface A nominale plane

Référence spécifiée ... : surface plane idéale associée à A, tangente à A du côté libre de la matière et qui minimise les écarts maxi par rapport à A.

--	--	--	--	--	--

Zone de tolérance..... : volume délimité par deux plans parallèles distants de 0,5 mm. Tous les points de la surface doivent se trouver dans ce volume.

Contrainte..... : le plan médian de ces deux plans est parallèle à la référence spécifiée A et situé à 5 mm de A

Spécification repérée (3)

Type : position localisation

Eléments tolérancés.... : 4 lignes nominalement rectilignes, axes réels de 4 surfaces nominalement cylindriques.

Eléments de références : ensemble de deux références constitué d'une surface nominalement plane et d'une ligne nominalement rectiligne

Références spécifiées : référence primaire A : surface plane idéale associée à A, tangente à A du côté libre de la matière et qui minimise les écarts maxi par rapport à A.

Référence secondaire B : droite perpendiculaire à A, axe du plus petit cylindre enveloppant la surface B.

Zone de tolérance..... : quatre cylindres de diamètre 0,2 mm quand la pièce est dans son état maximum de matière cad quand les trous sont à leur diamètre mini. Le diamètre de chacun de ces cylindres peut être majoré de $(D-D_{min})$ où D est le diamètre du trou qui lui est associé et D_{min} le diamètre mini autorisé pour ce trou.

Contrainte..... : l'axe de chacun des cylindres précédents est perpendiculaire à la référence spécifiée A et se trouve à l'intersection d'un cylindre de rayon 44 mm d'axe la référence spécifiée B et de l'un des deux plans faisant un angle de 90° entre eux et contenant cette référence.