Concours Centrale-Supélec, France

Session 2002, filière TSI

Génie mécanique

Ce que traite le sujet

- Partie I : fonctionnement du site robotisé
- Partie II : maintien de la température du four de la presse d'injection

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/centrale/tsi/2002/genie-mecanique

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

GÉNIE MÉCANIQUE

Étude d'un site robotisé de moulage

Une entreprise spécialisée dans le moulage en série de carters de blocs moteurs utilise des systèmes robotisés pour assurer le déchargement de ses machines à mouler sous pression. La mise en situation du site robotisé est donnée sur la *figure 1*. Un dessin très simplifié de la pièce moulée brute de moulage (avec le chenal de coulée et la carotte d'alimentation) est donné sur la *figure 2*.

La pince (ou préhenseur), dont l'actionneur est un vérin pneumatique double effet, est liée à l'extrémité du bras robot (sur le poignet). Elle saisit la pièce moulée par la zone cylindrique correspondant à l'extrémité de la carotte d'alimentation (zone équivalente à la descente de coulée pour le moulage au sable).

Partie I - Fonctionnement du site robotisé

L'objet de cette étude consite à vérifier que le fonctionnement du site est conforme aux tâches affectées au robot.

La *figure 1* montre différentes vues du site robotisé ;

- vue de dessus du site robotisé montrant :
  - la machine à mouler (presse d'injection) utilisant le procédé de moulage à moule permanent ou moulage en coquille sous pression pour alliages d'aluminium ;
  - le bac à eau pour le refroidissement de la pièce ;
  - la presse de découpe du chenal de coulée ; un système automatique décharge la pièce de la presse de découpe et la dépose sur le tapis d'évacuation ;
  - la zone d'évacuation de la pièce finie de moulage ;
- trois vues, A, B et C montrant le robot devant les trois postes : presse de découpe, presse d'injection et bac à eau ;

Les limites du volume atteignable par l'extrémité du bras robot (sans tenir compte de la pince) sont tracées en trait mixte à deux tirets sur les différentes vues.

Filière TSI

La *figure 3* montre un extrait de documentation industrielle du robot ABB IRB 4400, robot 6 axes portant une charge de 45 kg maximum (pince comprise) ainsi qu'un schéma cinématique fonctionnel du robot (sans la pince).

Questions :

- citer les avantages principaux liés à l'utilisation d'un robot dans un processus de moulage ;
- compte tenu des performances définies sur la documentation *figure 3*, définir le nombre de degrés de liberté du poignet du robot, dans le repère lié au socle ;
- par une méthode de votre choix, décrire l'enchaînement des différentes tâches assurées par le système robot sur le site et détailler le contenu de chaque tâche.

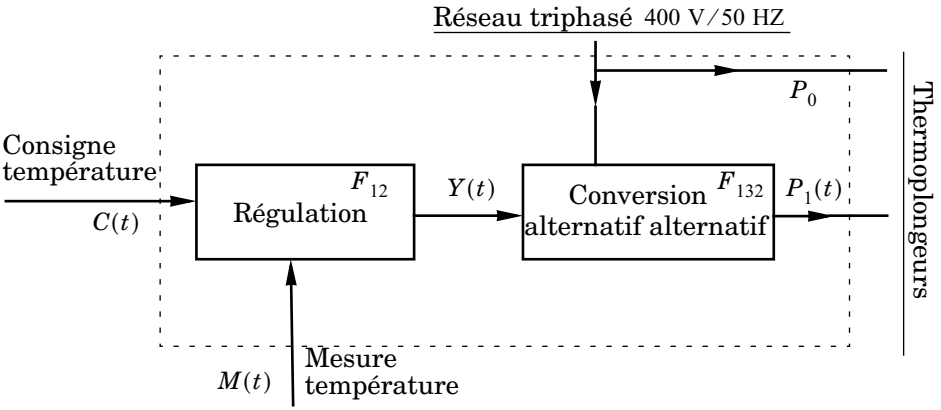
Partie II - Maintien de la température du four de la presse d'injection

On souhaite maintenant étudier plus particulièrement comment est réalisé le maintien à température constante de l'alliage en attente de son injection dans le moule de la presse d'injection.

La solution technologique retenue consiste en l'utilisation de thermoplongeurs, dont certains sont alimentés en permanence à partir du réseau triphasé 400 V/50 Hz par l'intermédiaire d'un contacteur, et d'autres par intermittence à l'aide d'un gradateur à train d'onde commandé par la sortie modulée d'un régulateur. Un thermocouple relié à une entrée spécialisée du régulateur établit la mesure de la température de l'alliage. Le diagramme FAST partiel de la solution technique retenue est donné ci-après.

						Éléments technologiques concernés
F_{S_1}	Maintenir la température constante dans le four	F_{11}	Mesurer la température			*Thermocouple*
		F_{12}	Réguler la température			*Régulateur*
		F_{13}	Chauffer l'alliage	F_{131}	Alimenter des thermoplongeurs en permanence	*Contacteur Thermoplongeurs*
				F_{132}	Alimenter des thermoplongeurs par intermittence	*Gradateur Thermoplongeurs*

La figure ci-dessous propose un schéma fonctionnel de degré 1 du système de chauffage.



F_{12} : Réguler la température.

Réalisée à l'aide d'un régulateur de température.

Entrée : Consigne température locale $C(t)$ réglable par opérateur, exprimée en % ou en degrés, variant dans la plage $[0 - 100\ \%]$ ou $[650 - 750°\ \mathrm{C}]$. Mesure de température de type thermocouple, étendue de mesure $[0 - 100\ \%] \equiv [650 - 750°\ \mathrm{C}]$.

Sortie : Signal de commande $Y(t)$ exprimé en %, de type courant, $[0 - 100\ \%] \equiv [4 - 20\ \mathrm{mA}]$.

F_{132} : Alimenter en énergie des thermoplongeurs.

Réalisée à l'aide d'un gradateur à train d'onde.

Entrée : Signal de commande $Y(t)$.

Réseau triphasé 400 V/50 Hz.

Sortie : Puissance $P_1(t)$ fournie aux thermoplongeurs.

Remarque : La fonction F_{131} de commande de la puissance P_0 fournie aux thermoplongeurs, assurée par le contacteur triphasé, n'est pas représentée.

Données techniques complémentaires :

- Le signal $Y(t)$ est périodique de période $T = 10$ s. Il vaut 100 % pendant une fraction αT de la période $(0 < \alpha < 1)$ et 0 % le reste de la période. Le coefficient α est calculé par le régulateur à partir d'un équivalent numérique de la relation

$$\alpha = \frac{A}{100}\left(\varepsilon(t) + \frac{1}{T_i}\int \varepsilon(t)dt\right) \text{ où } \varepsilon(t) = C(t) - M(t),\ C \text{ et } M \text{ exprimées en \%.}$$

  La consultation des paramètres du régulateur montre que $A = 10$ et $T_i = 250$ s.
- La puissance $P_1(t)$ est modulée par $Y(t)$. Elle vaut $P_1 = 2$ kW pour $Y = 100$ % et est nulle quand $Y = 0$ %.
- La puissance P_0 est constante et a pour valeur $P_0 = 7$ kW.
- En production le régulateur affiche une valeur moyenne de $Y = 58$ % pour une consigne $C = 695°$ C et une valeur moyenne de $Y = 70,5$ % pour une consigne $C = 715°$ C, en fonctionnement stabilisé.

II.A - Étude de la commande de puissance

Questions :

- Calculer la valeur efficace I_0 du courant traversant une phase du contacteur.
- Tracer le chronogramme de la puissance $P_1(t)$ pour $C = 695°$ C. Calculer la valeur efficace $I_{1\text{eff}}$ des courants fournis par le gradateur.
- Soit $P(t)$ la puissance totale fournie aux thermoplongeurs, donner l'expression de sa valeur moyenne $\langle P \rangle$ exprimée en kW, en fonction de α.
- Quel est l'intérêt de ne moduler qu'une partie de la puissance thermique délivrée au four ?
- Citer une autre solution pour moduler l'énergie apportée aux thermoplongeurs. Les comparer.

II.B - Étude de la régulation

On considère le fonctionnement en régime sinusoïdal pour de petites variations autour d'un point de fonctionnement statique situé dans la plage habituelle de régulation, c'est à dire entre 695 et 715° C.

Dans un premier temps, on néglige l'ondulation de $P(t)$ et on considère des variations sinusoïdales de sa valeur moyenne.

La fonction de transfert isochrone du four peut se mettre sous la forme

$\underline{H}(j\omega) = \dfrac{H_0}{1 + j\omega\tau}$ avec H_0 gain statique et τ constante de temps thermique.

Le réglage de l'action intégrale est basé sur la relation $T_i = \tau$.

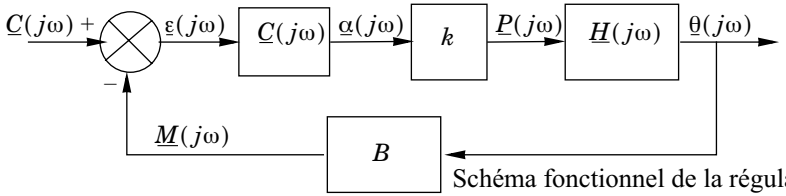


Schéma fonctionnel de la régulation

Questions :

- Calculer les valeurs numériques k, H_0 et B (on exprimera la puissance en kW, la mesure et la consigne en %).
- Donner l'expression de $\underline{C}(j\omega)$.
- Montrer que la fonction de transfert en boucle ouverte peut se mettre sous la forme $\underline{T}(j\omega) = \dfrac{6,4 \cdot 10^{-2}}{j\omega}$

  Quelles sont les marges de gain et de phase de cette régulation ?
- En déduire la constante de temps de la fonction de transfert en boucle fermée.
- Y a-t-il une erreur statique ? Justifier.

II.C - Ondulation de température en fonctionnement stabilisé

On tient compte maintenant de l'ondulation de $P(t)$. On l'assimile au fondamental de sa décomposition en série de Fourier. On suppose que l'ondulation de température provoquée par l'ondulation de $P(t)$ est suffisamment faible pour que la valeur de α reste fixe.

On précise qu'en choisissant une origine des temps de telle façon que $P(t)$ soit paire, le développement en série de Fourier peut s'écrire :

$$P(t) = <P(t)> + \sum_{n=1}^{\infty} p_n(t) \text{ avec } p_n(t) = P_{nm}\cos\left(n2\pi\frac{t}{T}\right) \text{ et}$$

$$P_{nm} = \frac{2}{T}\int_T P(t)\cos\left(n2\pi\frac{t}{T}\right)dt$$

et où n est un entier naturel impair.

Remarque : Dans le calcul de P_{nm} on peut remplacer $P(t)$ par $P_1(t)$.

Questions :

- Montrer que le fondamental $p_1(t)$ peut se mettre sous la forme
$$p_1(t) = \frac{2P_1}{\pi}\sin(\alpha\pi)\cos\left(2\pi\frac{t}{T}\right).$$
- Pour la valeur de α donnant la plus forte amplitude du fondamental, calculer l'amplitude θ_{1m} du fondamental de l'ondulation de $\theta(t)$.
- Calculer l'influence de cette ondulation sur α et conclure sur l'hypothèse α fixe.

Partie III - Étude du comportement de la pince

Cette étude a pour but de vérifier le respect des contraintes du cahier des charges concernant la prise de pièces et leur transfert.

La pince, liée au poignet du robot, est considérée comme un élément interface entre le robot 6 axes (système pouvant servir à de nombreuses applications) et les différents postes du site de moulage.

La qualité de la conception de la pince, pratiquement toujours de type unitaire, est donc essentielle pour définir la qualité globale du site robotisé.

L'étude qui suit va donc s'attacher à valider quelques performances de la pince.

La *figure 4* propose une vue extérieure en perspective de l'ensemble pince – pièce.

Le diagramme des interacteurs et le cahier des charges fonctionnel partiel de la pince sont donnés sur la *figure 5*.

Les questions suivantes sont relatives à l'étude du respect des différents points de ce cahier des charges.

III.A - Étude de la prise de pièce

Le schéma cinématique fonctionnel paramétré est donné sur la *figure 6*.

Le cahier des charges fonctionnel impose une ouverture minimum dans la direction de $\vec{x}_1$ supérieure ou égale à 5 mm ce qui se traduit par la condition :

$$\left|\overrightarrow{FB_i}\cdot\vec{x}_1\right| \geq 45 \text{ mm } (i \text{ de } 1 \text{ à } 4).$$

L'angle d'orientation des leviers **2** et **2'** de la pince, α, est égal à $0°$ lorsque la pièce est serrée dans les mors. Le mouvement des deux leviers est supposé parfaitement symétrique par rapport au plan $(O_1, \vec{y_1}, \vec{z_1})$.

Questions :

- Calculer la valeur de α lorsque la pince est ouverte. Cette valeur sera notée ensuite α_{maxi}.
- Exprimer la position du point C dans $R_1(O_1, \vec{x_1}, \vec{y_1}, \vec{z_1})$ en passant par le levier (points A, E et C) puis en passant par la tige de vérin et le galet (points D et C) pour une valeur de α quelconque ;
- exprimer λ et μ en fonction de α et des autres paramètres constants.

On note μ_0 et λ_0 les valeurs de μ et λ pour $\alpha = 0°$ et μ_{mini} et λ_{mini} pour $\alpha = \alpha_{maxi}$. Pour la suite du sujet on adoptera la valeur $\alpha_{maxi} = 3°$.

- Calculer λ puis μ pour $\alpha = 0°$ puis pour $\alpha = \alpha_{maxi}$;
- en déduire la course, $\Delta\lambda$, de la tige du vérin de commande de l'ouverture de la pince ainsi que le déplacement du point C, $\Delta\mu$, sur le levier.

III.B - Étude du maintien de la pièce au cours de la trajectoire du robot

La trajectoire du robot est identifiée par les positions successives du point F de la pièce serrée dans la pince. Le point F de la pince est défini sur la *figure 6* dans le repère $R_1(O_1, \vec{x_1}, \vec{y_1}, \vec{z_1})$ lié au corps de la pince.

Les positions successives de F sont notées P_i et cotées dans $R_0(O_0, \vec{x_0}, \vec{y_0}, \vec{z_0})$, repère lié au socle du robot et défini sur la *figure 1*. Trois phases (simplifiées) de fonctionnement au cours de la trajectoire complète du robot sont à étudier. Ces trois phases sont :

- la phase d'extraction de la pièce du moule, trajectoire rectiligne du point $P_1(2150,100,1000)$ dans $R_0(O_0, \vec{x_0}, \vec{y_0}, \vec{z_0})$ lié au socle du robot, au point $P_2(2150,0,1000)$;
- la phase de sortie de la pièce de la machine à mouler sous pression : trajectoire rectiligne du point $P_2(2150,0,1000)$ dans $R_0(O_0, \vec{x_0}, \vec{y_0}, \vec{z_0})$ lié au socle du robot, au point $P_3(1300,0,1000)$;
- la phase de déplacement de la pièce vers la presse de découpe : rotation autour de l'axe $(O_0, \vec{z_0})$ (*figure 1*) du point $P_3(1300,0,1000)$ dans $R_0(O_0, \vec{x_0}, \vec{y_0}, \vec{z_0})$, lié au socle du robot, au point $P_4(0,1300,1000)$;

Pour ces trois phases de fonctionnement, la situation de la pièce moulée **5** par rapport au corps de la pince **1** est donnée par :

B_5, base liée à la pièce 5, $B_5(\vec{x_5}, \vec{y_5}, \vec{z_5}) = B_1(\vec{x_1}, \vec{y_1}, \vec{z_1})$; B_1 liée au corps de la pince **1** ;

- la masse de la pièce moulée **5** ainsi que des données cinétiques de cette pièce sont proposées sur la *figure 2* ;

Hypothèses :

- les mors utilisés étant des mors à crantage circulaire (voir *figure 4*), on modélise le comportement au contact mors – pièce par deux facteurs d'adhérence selon la direction supposée de la vitesse de glissement :
  - pour une direction supposée de glissement selon $\vec{z_1}$ (*figure 6*), le facteur d'adhérence est pris égal à $f_1 = 0,35$;
  - pour une direction supposée de glissement tangentielle au mors, le facteur d'adhérence est pris égal à $f_2 = 0,15$;
- le problème étant hyperstatique pour le contact des mors **8** et **8'** sur la pièce **5**, on accepte que :
  - le contact entre chaque zone crantée des mors 8 et 8' et la pièce est assimilé à un segment B_iG_i de direction $\vec{z_1} = \vec{z_5}$ et de longueur $l_m = 60$ mm ;
  - les actions exercées par la pièce sont identiques (en norme) sur les deux zones crantées de chaque mors ;
  - au niveau de chaque zone crantée, les actions du mors **8** sur la pièce **5** peuvent être représentées par un glisseur de résultante $\vec{J_1}$ au point J_1 et $\vec{J_2}$ au point J_2 et de manière semblable pour les actions au niveau des zones crantées du mors 8' en J_3 et J_4 ; les projections normales et tangentielles des résultantes $\vec{J_i}$ seront notées J_{Ni} et J_{Ti} ;
- on accepte que les projections des actions des mors sur la pièce sont telles que : $J_{N1} = J_{N2}$ et $J_{T1} = J_{T2}$ $J_{N3} = J_{N4}$ et $J_{T3} = J_{T4}$
- le poids de toutes les pièces est négligé.

III.B.1) Extraction de la pièce du moule

Pour cette question, les quantités d'accélération seront négligées.

L'orientation de la pince dans le repère lié au socle du robot est telle que :

$$\vec{x_1} = \vec{x_0} \quad \vec{y_1} = \vec{z_0} \quad \vec{z_1} = -\vec{y_0}.$$

Lors de l'extraction, le moule exerce des actions modélisables par un glisseur en F de résultante $\overrightarrow{R_{\text{moule}/5}} = R_{\text{moule}/5} \cdot \vec{y_0}$ avec $R_{\text{moule}/5} = 100$ N.

Question :

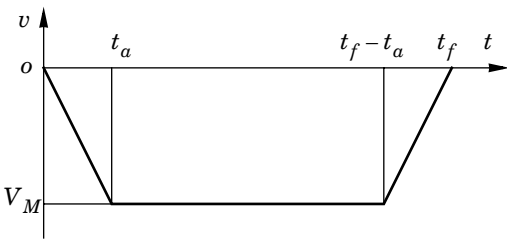
- donner les expressions des actions $\vec{J_1}$ et $\vec{J_2}$ du mors **8** sur la pièce **5**. En déduire la valeur mini admissible de la résultante des actions du mors 8 sur le levier 2.

III.B.2) Maintien de la pièce lors de la sortie de la machine à mouler sous pression

L'orientation de la pince dans le repère lié au socle du robot est telle que :

$$\vec{x}_1 = \vec{x}_0 \quad \vec{y}_1 = \vec{z}_0 \quad \vec{z}_1 = -\vec{y}_0 .$$

La loi de vitesse imposée pour le point F est de type loi en trapèze, avec : $\overrightarrow{V(F,1/0)} = v \cdot \vec{x}_1$
$V_M = -2,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ t_a temps d'accélération $= 0,2$ s .



On note $\overrightarrow{\Gamma(G_5 ; 5/0)}$, l'accélération absolue du centre d'inertie G_5 de la pièce moulée 5 (défini sur la *figure 2*).

Pour simplifier l'étude, on accepte que, pour les coordonnées de $\overrightarrow{FG_5}$, z_{G_5} est négligeable devant y_{G_5}.

Questions :

- pour t compris entre 0 et ta, exprimer puis calculer $\overrightarrow{\Gamma(G_5 ; 5/0)}$;
- tracer qualitativement, sur un croquis de la pièce dans le plan $(F, \vec{x}_1, \vec{y}_1)$, les résultantes des actions des mors **8** et **8'** sur la pièce ; faire apparaître les composantes normales et tangentielles J_{Ni} et J_{Ti} ;
- donner les expressions des actions $\vec{J}_1$ et $\vec{J}_2$ du mors **8** sur la pièce **5**. En déduire la valeur mini admissible de la résultante des actions du mors **8** sur le levier **2**.

III.B.3) Maintien de la pièce lors du déplacement vers la presse de découpe

L'orientation de la pince dans le repère lié au socle du robot est telle que :

$$\vec{z}_1 = \vec{z}_0 \qquad \overrightarrow{O_0F} \in (\vec{x}_1, \vec{z}_1)$$

La loi de vitesse angulaire imposée pour l'axe 1 du robot (donc pour le corps de pince) est de type loi en trapèze, avec : $\overrightarrow{\Omega(1/0)} = \omega \cdot \vec{z}_0$ $\omega_M = 1,12 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$. On se place dans une phase de fonctionnement pour laquelle $\omega = \omega_M =$ constante. Pour simplifier l'étude, on accepte que, pour les coordonnées de $\overrightarrow{FG_5}$, z_{G_5} est négligeable devant y_{G_5}.

Questions :

- donner les expressions des actions $\vec{J}_1$ et $\vec{J}_2$ du mors **8** sur la pièce **5**. En déduire la résultante des actions du mors **8** sur le levier **2**.

- comparer les valeurs obtenues aux questions III.B.1 à III.B.3 avec celle qui a été choisie par le concepteur de la pince : $6000\ \text{N}$; justifier cet écart ;

III.C - Étude du verin de serrage

Hypothèses :

- les quantités d'accélération sont négligées pour toutes les pièces constituant la pince ;
- la position de serrage correspond à une orientation des leviers telle que $\alpha = 0°$;
- pour cette position de serrage $(\alpha = 0°)$, $\mu = \mu_0 = 120,1\ \text{mm}$; $\lambda = \lambda_0 = 225\ \text{mm}$;
- les actions du mors **8** sur le levier **2** sont modélisées par un torseur, en F, de résultante $\overrightarrow{R_{5/2}} = R_{52} \cdot \overrightarrow{x_1}$ avec $R_{52} = -6000\ \text{N}$ et de moment nul ;
- toutes les liaisons sont supposées parfaites dans la pince ;

Questions :

- pour $\alpha = 0°$ donner l'expression littérale de la résultante $\overrightarrow{R_{4/2}}$ des actions du galet 4 sur le levier 2, en C ;
- calculer $\overrightarrow{R_{4/2}}$;
- en déduire la poussée minimum du vérin de serrage ;
- calculer le diamètre de ce vérin en supposant une pression d'alimentation de $5\ \text{bar}$;

Partie IV - Conception de la pince

Cette étude a pour but de dimensionner et de concevoir la pince destinée à réaliser les tâches affectées au robot. Elle sera conduite partiellement et se limitera à quelques éléments constructifs.

IV.A - Dimensionnement du levier 2

La modélisation des actions exercées en F et en C sur le levier 2 ainsi que les dimensions nécessaires sont données sur la *figure 7*.

Les coordonnées des différents points de la *figure 7* sont données *figure 6*.

Hypothèses :

- pour limiter les masses en mouvement, le concepteur de la pince choisit de réaliser la plupart des pièces (corps, leviers, support de galets) en alliage d'aluminium $Al\ Cu4MgTi$:
- $Rm = 400\ \text{MPa}$; $Re = 300\ \text{MPa}$; $E = 72000\ \text{MPa}$;
- la pince est en position de serrage $(\alpha = 0°)$;

- pour simplifier l'étude, on accepte un modèle poutre de section constante entre les points H et C pour le levier **2**. La zone matière assurant la liaison entre I et A ne fait pas partie de l'étude.

Questions :

- tracer le diagramme des moments de flexion le long de la poutre ;
- définir la position de la section la plus sollicitée ;
- calculer la contrainte en ce point ;
- vérifier la capacité du levier à transmettre les actions mécaniques ;

IV.B - Conception de la partie supérieure de la pince

L'intensité de la résultante des actions de contact de **4** sur **2** engendre des pressions de contact incompatibles avec le choix de matériau effectué pour le levier. Une solution consiste à interposer, entre le galet et le levier, une plaquette en acier.

Questions :

- réaliser un projet de conception de la zone supérieure du préhenseur comprenant :
  - le levier **2**, dans sa partie haute ;
  - le galet **4** ;
  - l'élément de liaison entre l'extrémité de la tige du vérin pneumatique (embout fileté $M16$ longueur 30 mm) et les deux galets **4** et **4'** .

Le dessin, en deux vues minimum et à l'échelle 1:1 sur les deux pages intérieures d'une feuille de copie, devra faire apparaître clairement :

- le choix technologique effectué pour le galet ;
- le guidage en rotation du galet sur l'élément de liaison avec la tige de vérin ;
- la définition de cet élément de liaison ;
- sa liaison encastrement avec la tige de vérin ;
- la définition de la zone de contact du galet sur le levier ;
- le guidage de l'élément de liaison.

Tous les éléments standards (vis, écrous, roulements, etc.) seront dessinés sous la forme la plus réaliste possible.

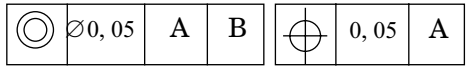
IV.C - Réalisation de la pièce de liaison «pince - poignet»

Le dessin de définition partiel de la pièce de liaison est donné *figure 8*.

Compte tenu de la petite série de pinces à réaliser (10 pinces en tout), la préforme de cette pièce est une barre laminée en alliage léger d'Aluminium ($Al\ Cu4MgTi$).

Questions :

- justifier, d'un point de vue fonctionnel, les spécifications géométriques :



- préciser le nom des outils utilisables pour la réalisation en usinage des surfaces 1 à 3 ;
- représenter, sur un croquis de la pièce, la forme de chaque outil ainsi que sa trajectoire au cours de l'usinage.

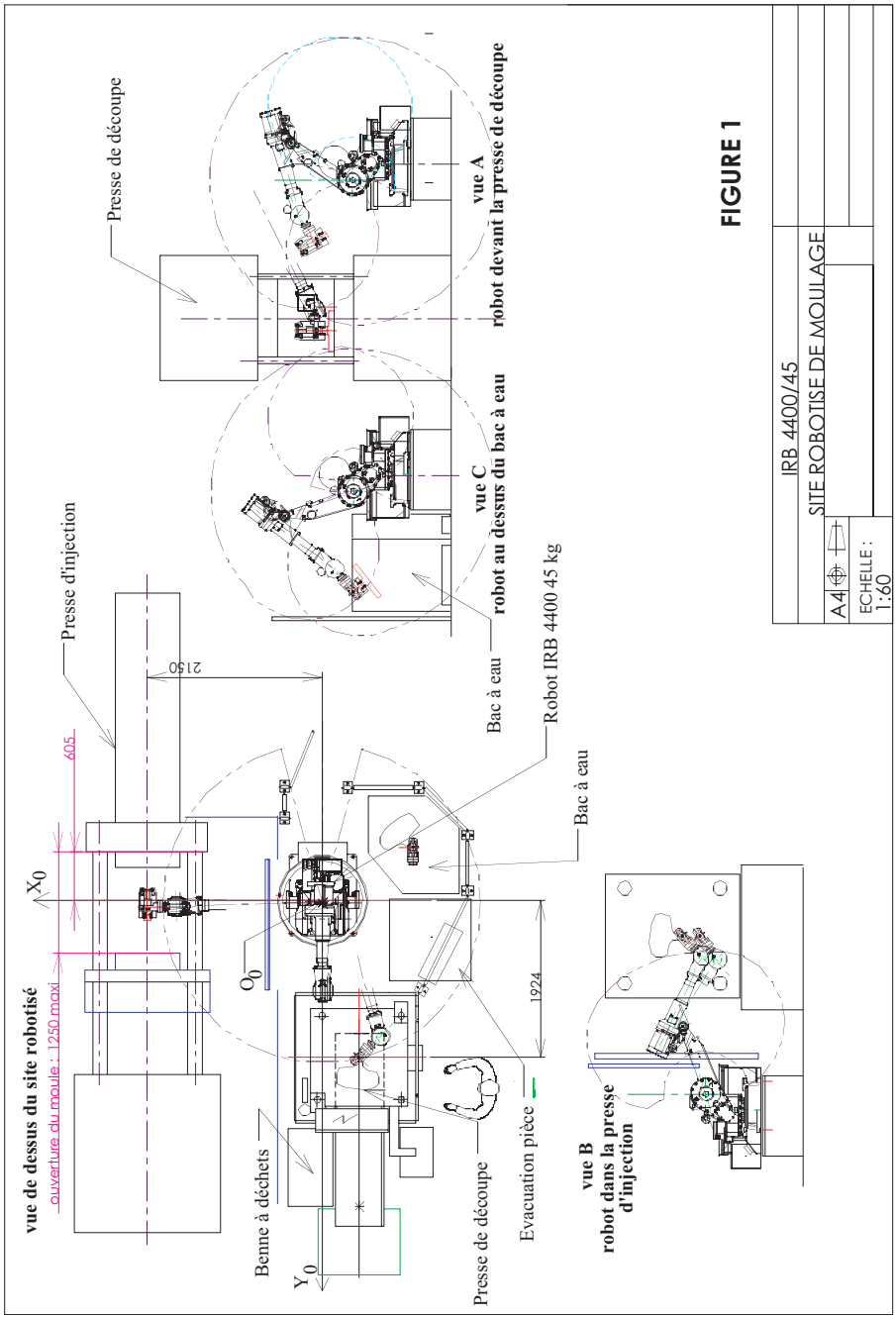
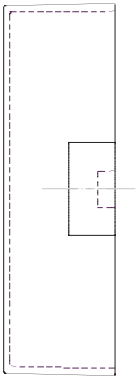

vue de dessus du site robotisé
ouverture du moule : 1250 maxi
605
2150
Presse d'injection
X_0
O_0
Y_0
Benne à déchets
Presse de découpe
Evacuation pièce
1924
Bac à eau
Robot IRB 4400 45 kg
Bac à eau
vue B
robot dans la presse d'injection
Presse de découpe
vue A
robot devant la presse de découpe
vue C
robot au dessus du bac à eau
IRB 4400/45
SITE ROBOTISE DE MOULAGE
A4
ECHELLE : 1:60

FIGURE 1



Données cinétiques de la pièce moulée 5 avec son système de remplissage :

Masse de la pièce : $m_5 = 6,49$ kg

Position du centre d'inertie

$$\overrightarrow{FG_5}\Big|_{B5} = \begin{vmatrix} 0 \\ y_{G5} \\ z_{G5} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ 321 \\ 41 \end{vmatrix} \quad \text{en mm}$$

Matrice d'inertie au centre d'inertie G_5 (valeurs en kg · m^2)

$$I(G_5, 5)_{B5} = \begin{bmatrix} A5 & 0 & 0 \\ 0 & B5 & -D5 \\ 0 & -D5 & C5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,224 & 0 & 0 \\ 0 & 0,112 & -0,022 \\ 0 & -0,022 & 0,313 \end{bmatrix}$$

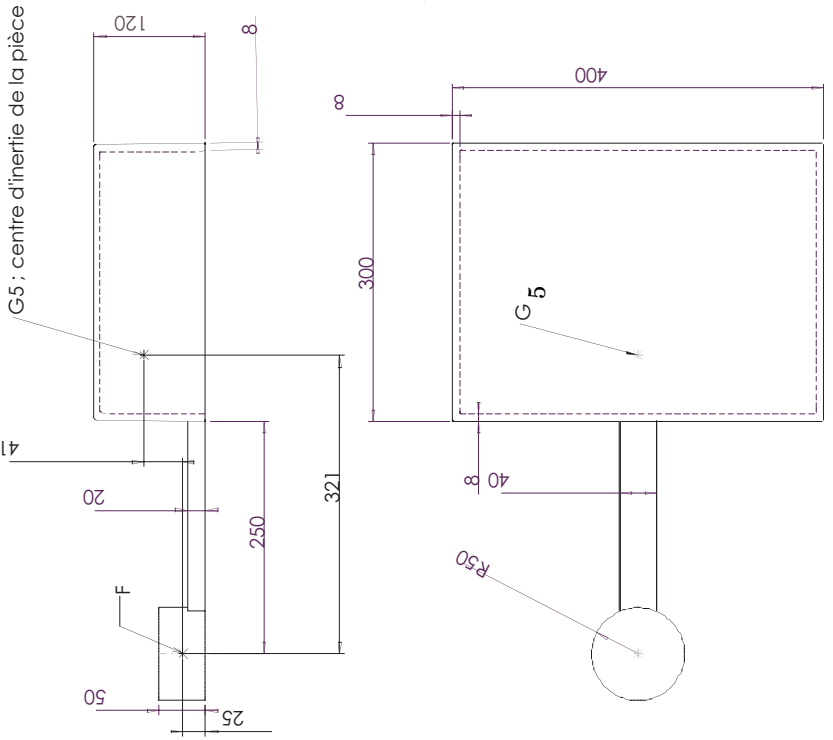
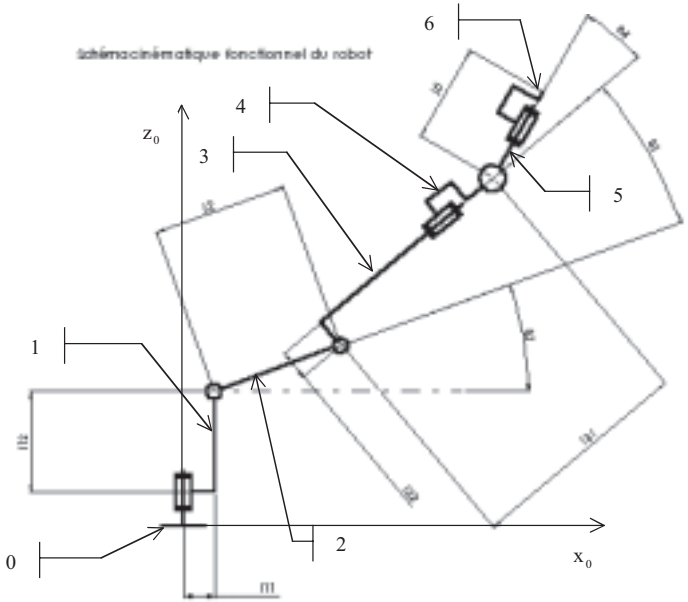
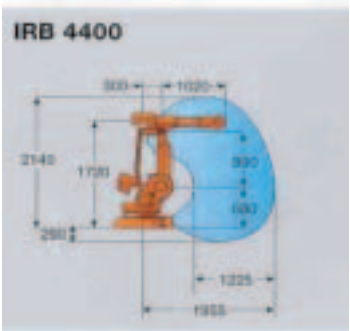


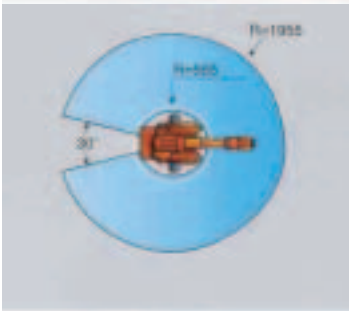
Figure 2
Dessin simplifié de la pièce moulée

Figure 3









Caractéristiques du robot 6 axes IRB 4400

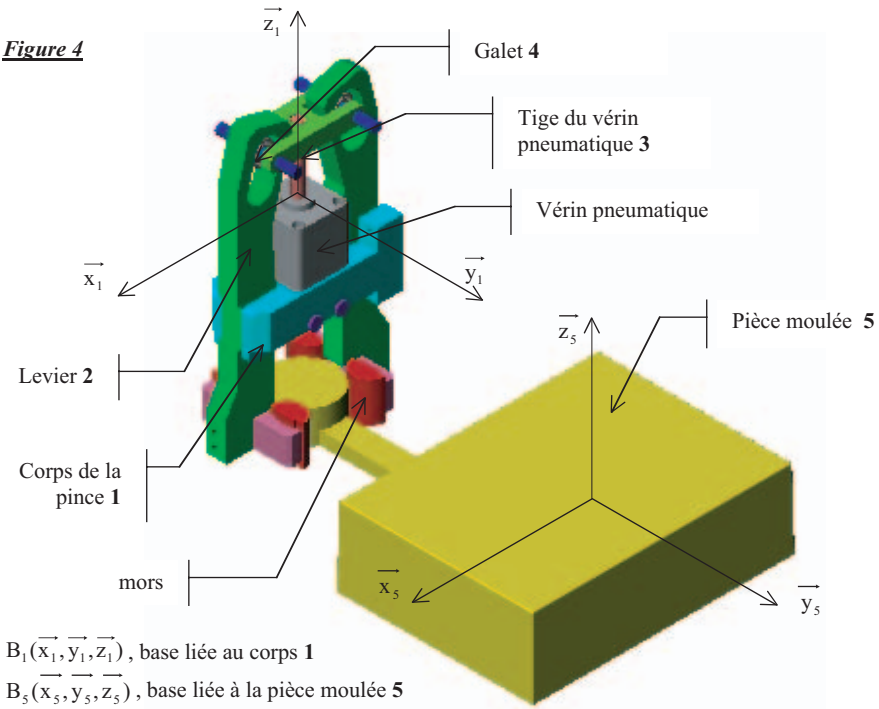
Nombre d'axes : 6
Performances :
- répétabilité de position : 0.07 à 0.1 mm
- répétabilité de trajectoire à 1 m/s : 0.2 à 0.4 mm

Mouvements des axes :

- axe 1 (rotation de 1/0) :	330°
- axe 2 (rotation de 2/1) :	165°
- axe 3 (rotation de 3/1) :	125°
- axe 4 (rotation de 4/3) :	400°
- axe 5 (rotation de 5/4) :	240°
- axe 6 (rotation pince ; rotation de 6/5) :	800°

Vitesse maxi du centre de pince :	2,2 m/s
Accélération maxi du centre de pince :	11 m/s^2

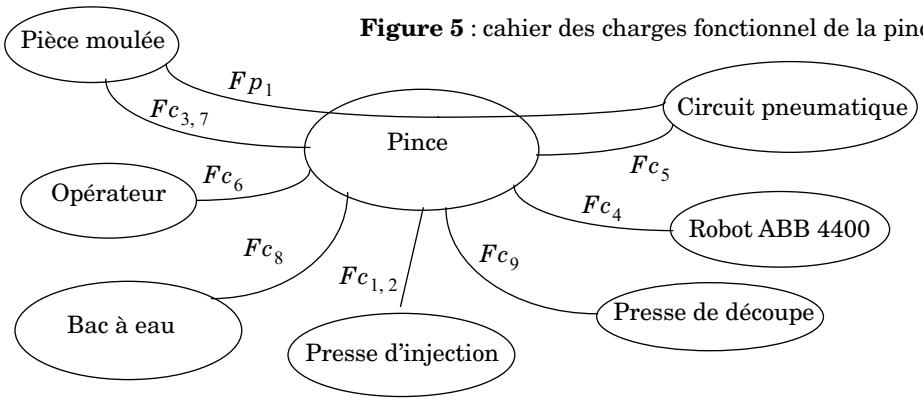
Figure 4



$B_1(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$, base liée au corps **1**

$B_5(\vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z}_5)$, base liée à la pièce moulée **5**

Figure 5 : cahier des charges fonctionnel de la pince



	Fonctions de service	Critères	Niveau
Fp_1	Saisir, positionner, orienter, maintenir et libérer la pièce	formes de la pièce pour la saisie et l'orientation	jet de coulée : ∅100 mm L = 50 mm
		ouverture suffisante compte tenu de la précision de pose du robot (0, 1 mm) et des variations dimensionnelles de la pièce	5 mm mini dans la direction de $\vec{x}_1$
		effort statique de serrage	≥ 12000 N
		actions mécaniques éventuelles lors de l'extraction de la demi-coquille	100 N
		actions mécaniques lors du mouvement de sortie de la machine (translation rectiligne)	non glissement de la pièce lors du déplacement ; vitesse maxi : $2,2\ m \cdot s^{-1}$; accélération maxi : $11\ m \cdot s^{-2}$
		actions mécaniques lors de la rotation	non glissement de la pièce lors du déplacement ; vitesse angulaire maxi : $64° \cdot s^{-1}$ accélération angulaire maxi : $320° \cdot s^{-2}$
Fc_1	Etre synchronisée avec la presse d'injection	système d'éjection de la pièce	début d'éjection à la fin du serrage
Fc_2	Ne pas interférer avec les deux demi-coquilles	définition de la pince définition de la pièce ouverture du moule	hauteur pièce : 120 mm 500 mm mini
Fc_3	Ne pas interférer avec la pièce	définition de la pièce définition de la pince	

Fc_4	S'adapter aux surfaces de liaison disponibles sur le poignet du robot	définition du poignet robot	alésage centreur $\varnothing$ 80 H 7 disque plan de contact $\varnothing$ 120 mm 4 trous taraudés $M10$ un pion cylindrique d'index $\varnothing$ $10f$ 7
Fc_5	Etre alimentée en énergie	raccords pneumatiques	air comprimé 5 bar
Fc_6	Etre facilement démontable	accessibilité temps d'intervention	outillage usuel $\leq$ 1 min
Fc_7	Ne pas être détériorée par la pièce	durée de vie	$\geq$ 100000 prises de pièce
Fc_8	S'adapter au bac à eau	dimensions du bac corrosion	800 × 800 mm
Fc_9	Etre synchronisée avec la presse de découpe	mouvement du coulisseau de la presse	pince hors presse de découpe pendant le mouvement du coulisseau

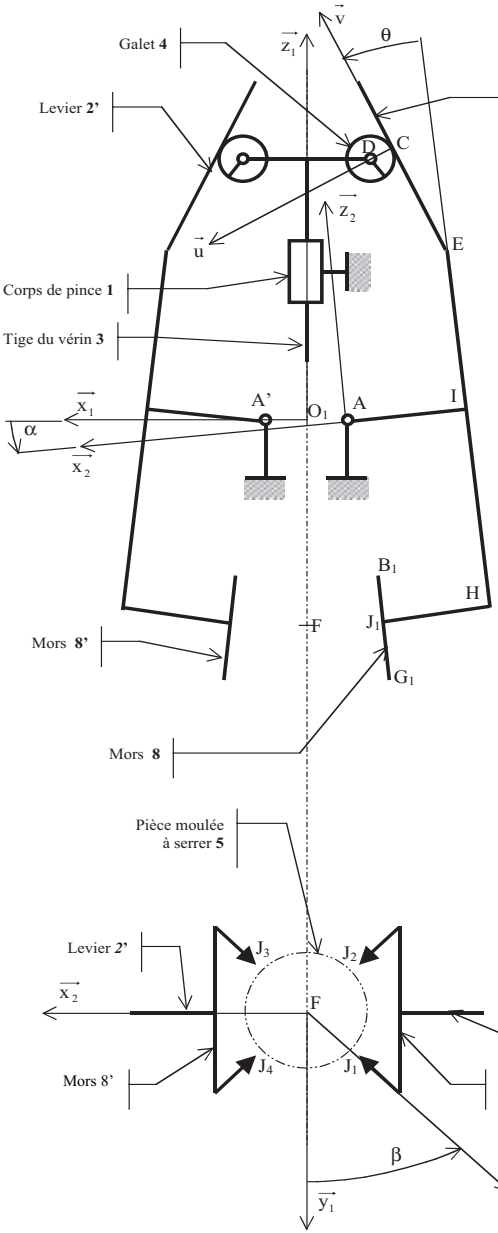


Figure 6 : schéma cinématique de la pince

$R_1(O_1, \vec{x_1}, \vec{y_1}, \vec{z_1})$, repère lié au corps de la pince **1**;

$R_2(A, \vec{x_2}, \vec{y_2}, \vec{z_2})$, repère lié au levier **2**, avec $\vec{y_1} = \vec{y_2}$ et $\alpha = (\vec{x_1}, \vec{x_2})$

$(\vec{u}, \vec{y_2}, \vec{v})$, base liée au levier **2** telle que

$\theta = (\vec{x_2}, \vec{u}) = (\vec{z_2}, \vec{v}) = 15°$

est l'inclinaison, sur le levier, de la rampe d'appui du galet sur le levier

$\beta = (\vec{y_1}, \vec{w}) = 53{,}13°$, orientation de la normale au contact du mors sur la pièce en B_1

$\overrightarrow{O_1A} = a.\vec{x_1}$	a = -20 mm
$\overrightarrow{AB_1} = b.\vec{x_2} + c.\vec{y_2} + d.\vec{z_2}$	b = -20 mm c = 30 mm d = -100 mm
$\overrightarrow{AE} = e.\vec{x_2} + f.\vec{z_2}$	e = -88 mm f = 113,5 mm
$\overrightarrow{O_1D} = g.\vec{x_1} + \lambda.\vec{z_1}$	g = -60 mm
$\overrightarrow{EC} = \mu.\vec{v}$	
$\overrightarrow{CD} = r.\vec{u}$	r = 17,5 mm
$\overrightarrow{O_1F} = h.\vec{z_1}$	h = -130 mm
$\overrightarrow{B_1G_1} = -l_m.\vec{z_2}$	l_m = 60 mm
$\overrightarrow{B_1J_1} = \overrightarrow{B_1G_1}/2$	

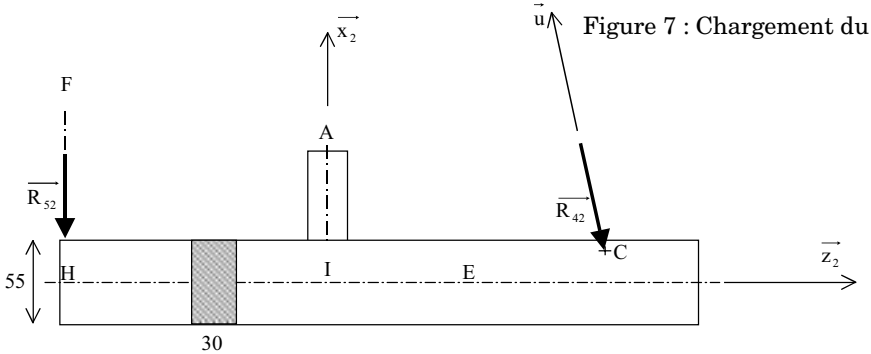


Figure 7 : Chargement du levier 2

$\overrightarrow{R_{42}} = R_{42} \cdot \vec{u}$ $\quad R_{42} = -3770$ N $\quad (\vec{x_2}, \vec{u}) = 15°$

$\overrightarrow{R_{52}} = R_{52} \cdot \vec{x_2}$ $\quad R_{52} = -6000$ N

$\overrightarrow{HI} = i \cdot \vec{z_2}$ $\quad i = 130$ mm

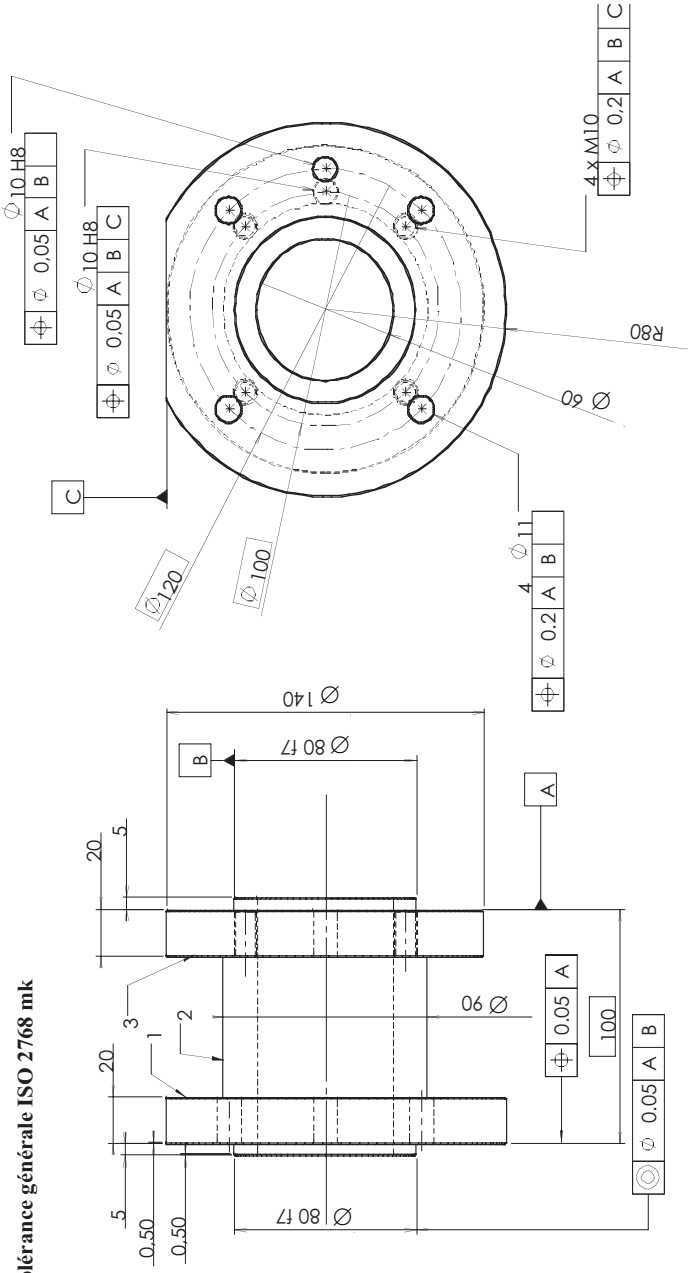


Figure 8
Pièce de liaison avec le robot

Matière : Al Cu4MgTi

Tolérance générale ISO 2768 mk

Travailler les chapitres de ce su

Prepa Help suit le programme de TSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bou

, exigences et

prepahelp.com/#essai

et structurelle : chaînes

nce

Une question sur le concours ou sur

asservis : structure, SLCI

Écrire sur WhatsApp

néma-blocs

- Notation complexe, régime sinusoïdal forcé et fonctions de transfert
- Statique des solides : principe fondamental et stratégie d'isolement
- Dynamique des systèmes de solides : principe fondamental, stratégie d'isolement, équilibrage
- Modélisation des actions mécaniques : modèles local et global, frottement, torseurs des liaisons

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/centrale/tsi