

DEVOIR - MAISON

Poche de coulée

I. Introduction

L'une des méthodes d'obtention des pièces métalliques est le **de moulage**. Ce procédé consiste à faire chauffer le métal au delà de son point de fusion. Le métal liquide est alors versé dans un moule, représentant le négatif du volume de la pièce à obtenir. En refroidissant, le métal se solidifie pour donner la pièce brute recherchée. Elle est alors extraite du moule (en ouvrant ou en cassant le moule) puis retravailler (réusinée) pour obtenir une pièce de qualité.

On s'intéresse ici à un système de **coulée automatique** (fig.1) dans une grande entreprise de fonderie. Ce système est composé d'une cuiller sur pivot. Le cuilleron (le creux) de la cuiller est plongé dans le fourneau pour se remplir de métal en fusion, avec un volume précis. En se redressant, le métal coule dans une coulée dans le manche et vient se déverser dans le moule.

L'ensemble est actionner par un **vérin hydraulique** qui, en sortant ou rentrant, fait basculer la cuiller dans un sens ou l'autre. L'énergie hydraulique provient d'un **réseau interne** à l'entreprise, et est distribuée par un **distributeur hydraulique**. Le distributeur est piloté par la **carte électronique de commande** qui gère le débit d'huile afin de maîtriser la vitesse de basculement de la cuiller.

Un **capteur d'angle de rotation** inséré dans la liaison pivot de la cuiller permet à la carte électronique de connaître l'angle de basculement en temps réel.

Le système est ainsi programmé pour être asservi en position.

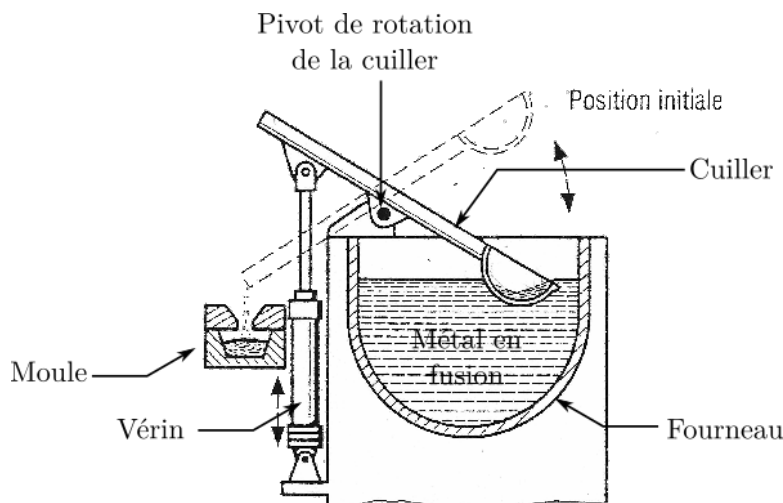


FIGURE 1

II. Système hydraulique

Le vérin est piloté par la carte électronique de commande, au travers de différents distributeurs. Le schéma hydraulique est donné en figure 2 dans la configuration « vérin rentré ».

Q1. *Donnez la dénomination des distributeurs indiqués « 1.1 », « 1.2 » et « 1.3 ».*

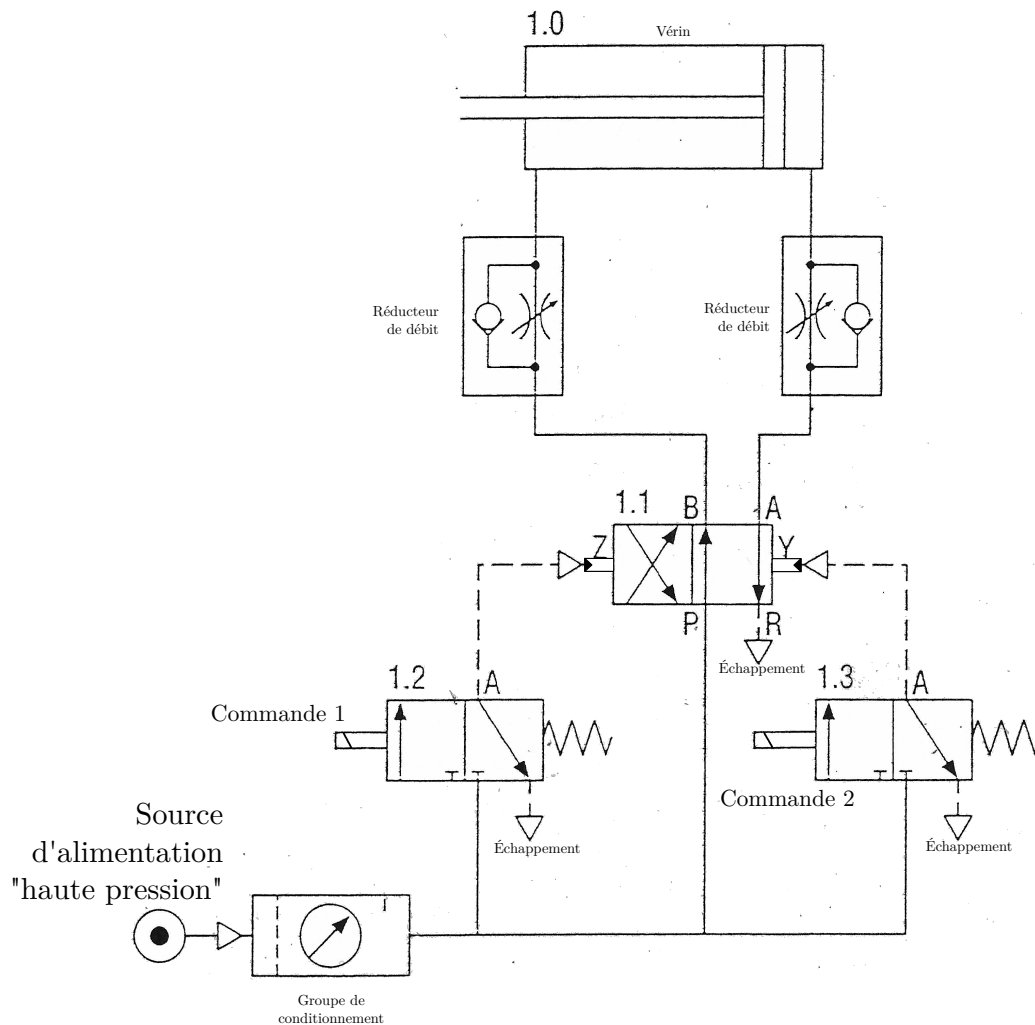


FIGURE 2

Q2. Dans tout le circuit hydraulique, colorier en rouge les tuyaux correspondant à la « haute pression » (en lien avec l'alimentation) et en bleu ceux correspondant à la « basse pression » (en lien avec l'échappement).

Dans la question suivante, on suppose que le vérin est en position intermédiaire.

Q3. Parmi les deux commandes de la carte électronique (commande 1 et commande 2), laquelle faut-il activer pour faire sortir la tige du vérin ?

III. Réponse à une sollicitation

On s'intéresse ici au système dans son ensemble.

Pour la phase de descente de la cuiller dans le fourneau, les programmeurs de la machine ont rentré une consigne d'angle (notée $\theta_c(t)$) sous la forme d'un **échelon d'amplitude 60 °** (le capteur de position est étalonné pour que 0 ° corresponde à la cuiller totalement relevée, 60 ° correspond à cuiller totalement descendue).

Un modèle de comportement a été identifié, permettant de relier l'angle de consigne ($\theta_c(t)$, connu) à l'angle réel de la cuiller (noté $\theta(t)$, inconnu).

Ce modèle est défini par l'équation différentielle (1) :

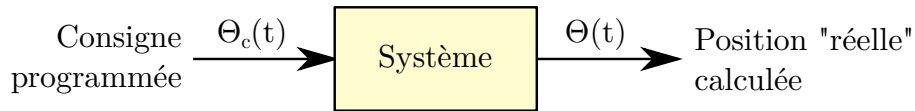


FIGURE 3

$$4 \frac{d\theta(t)}{dt} + \theta(t) = \theta_c(t) \quad (1)$$

- **Hypothèse :** On se place dans les conditions de Heaviside.
- **Notation :** On notera en minuscule les fonctions dans le domaine temporel, et en majuscule les fonctions dans le domaine de Laplace (par exemple : $\theta(t)$ pour le domaine temporel et $\Theta(p)$ pour le domaine de Laplace)
Dans toute la suite, on pourra utiliser les transformées usuelles du cours sans avoir à les redémontrer.

Q4. *Rappeler ce que sont les « conditions de Heaviside ».*

Q5. *Donner la transformée de Laplace de $\theta_c(t)$, tel que défini plus haut.*

Q6. *Transformer l'équation différentielle (1) dans le domaine de Laplace.*

Q7. *En déduire l'expression de la sortie $\Theta(p)$ dans le domaine de Laplace.*

Q8. *Décomposer $\Theta(p)$ en éléments simples (On demande à ce que soit utilisé la méthode des limites).*

Q9. *Exprimer alors $\theta(t)$, en faisant la transformée inverse de $\Theta(p)$.*

Q10. *(Facultative) Reprendre les questions précédentes, pour une entrée $\theta_c(t)$ de type « rampe », de coefficient directeur $5^\circ/s$*