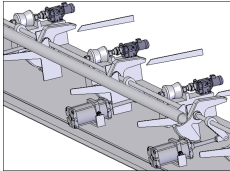


## Colle 1



## Banc d'épreuve hydraulique

Xavier Pessoles

## Savoirs et compétences :

## Présentation

**Analyse de la fonction technique « mettre le tube sous pression ».**

## Mise en place du modèle

En appliquant le théorème de la résultante dynamique selon  $\vec{z}$  sur le piston du multiplicateur, on a :

$$M \ddot{z}(t) = S_h p_h(t) - S_e p_e(t) - Mg - f \dot{z}(t).$$

**Question 1** Dédurre de la relation précédente l'équation reliant  $Z(p)$ ,  $P_e(p)$ ,  $P_h(p)$ , et  $Poids(p) = Mg/p$ , transformées de Laplace de  $z(t)$ ,  $P_e(t)$ ,  $P_h(t)$  et du poids perçu comme une perturbation. Les conditions initiales sont supposées nulles.

**Correction**  $M p^2 Z(p) = S_h P_h(p) - S_e P_e(p) - \frac{Mg}{p} - f p Z(p)$

## Modélisation du chariot avant

**Question 2** En déduire, en tenant compte de l'équation du débit, deux équations liant  $L(p)$ ,  $P_e(p)$  et  $Q_e(p)$ , transformées de Laplace de  $L(t)$ ,  $P_e(t)$  et  $Q_e(t)$ .

**Correction**  $Q_e(p) = (S_a - S_b) p L(p) + \frac{V_t}{B_e} p P_e(p)$

Les conditions initiales sont supposées nulles.

**Question 3** Compléter le schéma-blocs (au verso) de l'ensemble (sans le distributeur hydraulique), l'entrée étant la pression d'huile régulée  $P_r(p)$  et la sortie la pression d'épreuve dans le tube  $P_e(p)$ .

## Correction

**Question 4** À partir de ces réponses temporelles, proposer une expression numérique des fonctions de transfert  $P_h(p)/P_r(p)$ ,  $P_e(p)/P_r(p)$ . Justifier vos valeurs numériques.

**Correction** Le système se comporte comme un premier ordre (pas de tangente horizontale, pas de dépassement).

Pour identifier le gain, on a  $K = \frac{s(\infty)}{e(\infty)}$ . Ainsi,  $K_h = \frac{250}{250} = 1$  et  $K_e = \frac{800}{250} = 3,2$  (pas d'unité, rapport de pression).

Pour déterminer la constante de temps, 3 méthodes :

- $3\tau$  à 95% de la valeur finale ;
- $\tau$  à 63% de la valeur finale ;
- $\tau$  à l'intersection de la tangente à l'origine et de l'asymptote quand  $t$  tend vers l'infini.

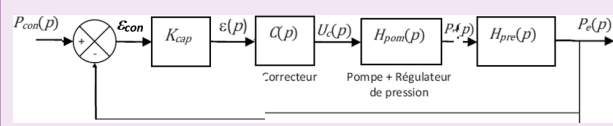
En utilisant le temps à 95% de la valeur finale, on a  $\tau_h \simeq \tau_e \simeq 9,4$  s.

Au final,  $\frac{P_h(p)}{P_r(p)} = \frac{1}{1 + 9,4p}$  et  $\frac{P_e(p)}{P_r(p)} = \frac{3,2}{1 + 9,4p}$ .

## Mise en place d'un asservissement de pression

**Question 5** Modifier le schéma-blocs pour obtenir un schéma-blocs à retour unitaire.

## Correction



**Question 6** Déterminer, en fonction de  $K_p$ ,  $\epsilon_{con}$  définie comme l'erreur statique pour une entrée consigne  $P_{con}$  de type échelon, dans le cas où le débit de fuite est nul.

**Correction** On a un système de classe 1. L'entrée est un échelon et il n'y a pas de perturbation. L'erreur statique est donc de la forme  $\epsilon_{con} = \frac{1}{1 + K_{BO}} = \frac{1}{1 + K_m K_{pom} K_{cap} K_p}$

**Question 7** Proposer un réglage de  $K_p$  pour limiter  $\epsilon_{con}$  à la valeur spécifiée dans le cahier des charges.

**Correction**  $\varepsilon_{\text{con}} < 5\% \Rightarrow K_p > 19$ .

**Question 8** Dans le cas où la consigne de pression est nulle, déterminer en fonction de  $K_p$  la fonction de transfert en régulation définie par :  $H_{\text{pert}}(p) = \frac{P_e(p)}{\Delta Q_e(p)}$ . En déduire, en fonction de  $K_p$ ,  $\varepsilon_{\text{pert}}$  définie comme l'erreur statique pour une perturbation  $\Delta Q_e$  de type échelon, dans le cas où la consigne de pression est nulle.

**Question 9** Proposer un réglage de  $K_p$  pour limiter  $\varepsilon_{\text{pert}}$  à la valeur spécifiée au cahier des charges.

**Correction** Il faut refaire le calcul de  $\varepsilon_{\text{pert}}$ . On montre que  $\varepsilon_{\text{pert}} = \frac{\Delta Q_e K_f}{1 + K_{\text{BO}}}$ .  
 $\varepsilon_{\text{pert}} < 40 \Rightarrow K_p > 2,19$ .

**Question 10** Déterminer la fonction de transfert  $\frac{P_e(p)}{P_{\text{con}}(p)}$  en faisant l'hypothèse que  $\Delta Q_e(p) = 0$ . Mettre la fonction de transfert sous forme canonique.

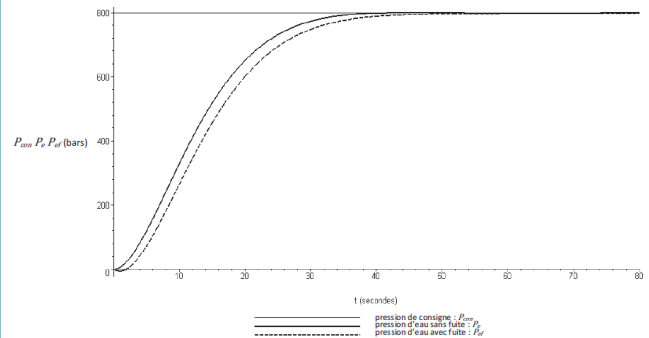
**Correction** Du calcul....  $\xi_{BF} = \frac{T_1 + T_2}{2\sqrt{T_1 T (1 + K_p K_m K_{pom} K_{cap})}}$   
 $\omega_{BF} = \sqrt{\frac{1 + K_p K_m K_{pom} K_{cap2}}{T_1 T}}$

**Question 11** Proposer un réglage de  $K_p$  pour vérifier le critère d'amortissement. À partir des résultats des questions précédentes, conclure quant au choix d'un correcteur proportionnel.

**Correction**  $\xi > 1 \Rightarrow K_p < 0,125$ .

Les conditions sont incompatibles entre elles. Un correcteur proportionnel n'est pas satisfaisant.

On donne ensuite la réponse temporelle du système corrigé avec et sans débit de fuite pour une pression de consigne d'eau de 800 bars.



**Question 12** La réponse du système est-elle satisfaisante au regard du cahier des charges? Justifier.

**Correction**

