

Chapitre 3

Modélisation des SLCI par schémas blocs

TD 4



Transmission à variation continue vario-fendt

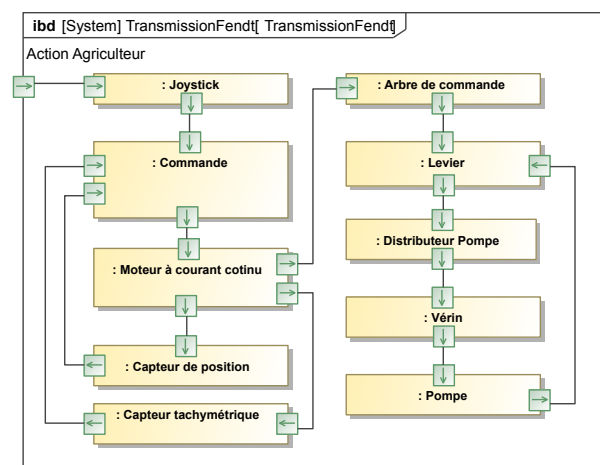
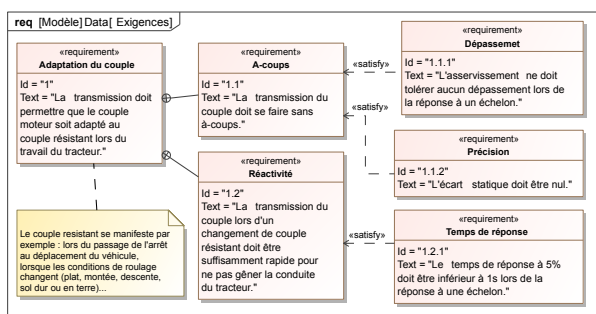
D'après concours CCP MP – 2008.

Savoirs et compétences :

Mise en situation

Objectif

Les tracteurs de la gamme *Fendt 900 Vario* sont équipés d'une transmission à variation continue. Ce dispositif permet de régler la vitesse de façon continue sans à-coups et d'exploiter au mieux les capacités du moteur thermique quelle que soit la configuration de travail. Pour cela le tracteur est équipé d'un groupe hydraulique constitué d'un arbre de commande, de deux moteurs hydrauliques ainsi que d'une pompe à débit variable.



Asservissement de position de l'arbre de commande

Afin de régler le débit de la pompe, on actionne un arbre de commande à l'aide d'un moteur à courant continu dont les équations caractéristiques sont les suivantes :

$$\begin{aligned}
 & u(t) = Ri(t) + e(t); \\
 & e(t) = k_e \frac{d\theta(t)}{dt}; \\
 & c(t) = k_a i(t); \\
 & J_e \cdot \frac{d^2\theta(t)}{dt^2} = c(t).
 \end{aligned}$$

Le moteur est asservi en vitesse grâce à une génératrice tachymétrique de gain K_f .

Le moteur est aussi asservi en position. On utilise pour cela un capteur de gain K_p fournissant une tension $u_r(t)$ proportionnel à la position angulaire de l'arbre moteur. Le signal de commande est élaboré après que l'écart $\varepsilon(t)$ a été modulé par un correcteur proportionnel de gain K_C . Ainsi, on a :

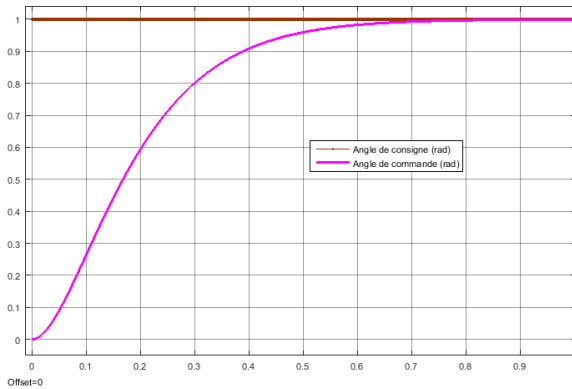
- $u(t) = K_C (u_e(t) - u_r(t))$.

Le moteur à courant continu entraîne un arbre de commande comportant deux cames destinées à commander la pompe ainsi que deux moteurs hydrauliques (dont le but est de fournir de l'énergie hydraulique au système).

Question 1 Donner les équations du moteur à courant continu dans le domaine de Laplace et tracer les schémas blocs élémentaires correspondant. Réaliser alors le schéma bloc du moteur à courant continu. On note $M(p) = \frac{\Theta(p)}{U(p)}$.

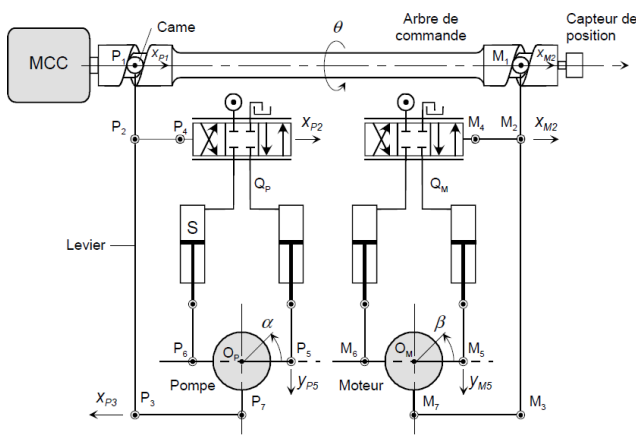
Question 2 Réaliser le schéma bloc de l'asservissement en vitesse grâce à la génératrice tachymétrique puis l'asservissement en position en utilisant le correcteur proportionnel et le capteur de position angulaire. Compléter le schéma bloc pour que la grandeur asservie soit l'angle de l'arbre de commande.

Question 3 Une simulation correspondant à une sollicitation par un échelon d'un radian a été réalisée grâce à un logiciel de simulation multiphysique. L'asservissement de la position de l'arbre de commande respecte-t-il les exigences 1.1.1, 1.1.2 et 1.2.1 du cahier des charges ?



Transmission Vario

La figure suivante illustre le fonctionnement de la transmission Vario.



Ce fonctionnement peut se décrire en deux étapes :

1. sous l'action une rotation d'angle θ de l'arbre de commande, la came de pas p_p (en mm/rad) provoque une translation x_{P1} d'un galet. Le levier pivote alors autour de P_3 provoquant un déplacement de P_2 noté x_{P21} du distributeur puis une rotation d'un angle α de la pompe.
2. en pivotant, la pompe entraîne une translation du point P_3 . Le levier pivote alors autour de P_1 provoquant un déplacement de P_2 noté x_{P22} .

Au final, on note :

- $x_{P2} = x_{P21} - x_{P22}$ la translation de P_2 ;
- $P_1 P_2 = a$, $P_2 P_3 = b$;
- $O_P P_5 = c$, $O_P P_7 = d$.

Le débit volumique $q_p(t)$ en sortie du distributeur est proportionnel au déplacement x_{P2} du tiroir :

- $q_p(t) = K_d x_{P2}(t)$.

En circulant dans le distributeur, le fluide agit sur les vérins dont la vitesse de déplacement est proportionnel à leur section :

- $q_p(t) = S \frac{dy_{P5}(t)}{dt}$.

Le vérin permet alors de régler le débit de la pompe en modifiant l'inclinaison α du barillet.

Question 4 Par une étude géométrique, montrer que $\frac{x_{P21}}{x_{P1}} = \frac{b}{a+b}$. Déterminer alors le rapport $\frac{x_{P22}}{x_{P3}}$.

Question 5 Donner les relations géométriques entre $y_{P5}(t)$ et $\alpha(t)$ puis entre $x_{P3}(t)$ et $\alpha(t)$.

Question 6 Compléter alors le schéma bloc de la figure ** traduisant la relation entre la rotation du moteur $\theta(t)$ et la rotation $\alpha(t)$ du barillet permettant le changement de débit de la pompe.

Question 7 On donne le résultat de la simulation complète permettant de représenter l'angle de rotation de la pompe en fonction de la commande du joystick. Conclure sur la satisfaction des exigences 1.1.1 et 1.2.1.

