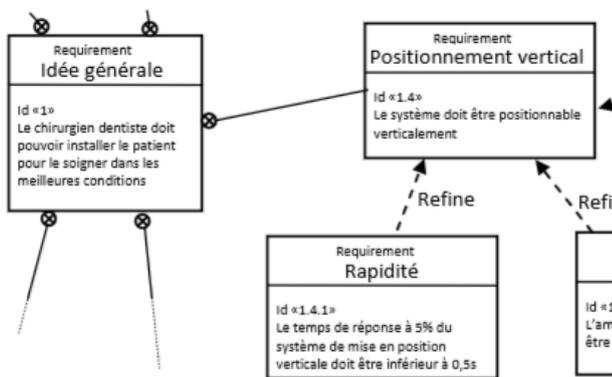


Etude de l'asservissement d'une unité dentaire

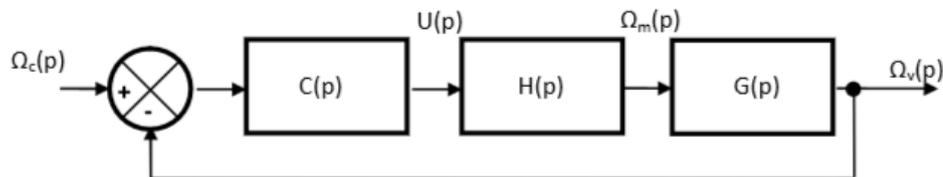
(Inspiré d'E3A PSI 2007)

Le support de l'étude est une « unité dentaire » donne un extrait partiel du diagramme des exigences de son modèle ainsi qu'une description structurale du système. Cet équipement a été conçu et réalisé dans le but d'une adaptabilité maximale aux différentes méthodes de travail des chirurgiens dentistes. Le chirurgien dentiste possède une pédale et un pupitre de commande qui lui permet de monter ou descendre verticalement le corps du patient, de l'incliner plus ou moins, et de positionner sa tête. Grâce à cela, le patient peut prendre une position spatiale pertinente pour que le chirurgien puisse réaliser tous les actes médicaux.



On s'intéresse dans ce sujet au critère de l'exigence 1.4.1 concernant le temps de réponse du système permettant de mettre en position verticale le patient.

Pour régler le patient en position verticale, le chirurgien dentiste appuie sur une pédale, plus ou moins fort. Un moteur électrique se met en route, sa vitesse de rotation dépendant de l'appuie plus ou moins profond du chirurgien dentiste sur la pédale. La vitesse de rotation du moteur est réduite par un réducteur à engrenages. En sortie du réducteur à engrenages se trouve une vis, dont la rotation $\Omega_v(p)$ entraîne, par un système vis écrou, la translation du siège en hauteur. L'ensemble peut se représenter par le schéma bloc suivant (le composant de fonction de transfert $C(p)$ est un correcteur) :



Q.1. Donner le nom des composants qui correspondant aux fonctions de transfert $H(p)$ et $G(p)$.

Q.2. Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée du système : $\frac{\Omega_v(p)}{\Omega_c(p)}$

Les équations du moteur utilisé sont les suivantes :

$$u(t) = e(t) + R \cdot i(t) + L \cdot \frac{di(t)}{dt} \quad e(t) = k_e \cdot \omega_m(t) \quad J \cdot \frac{d\omega_m(t)}{dt} = C_m(t) - f \cdot \omega_m(t) \quad C_m(t) = k_m \cdot i(t)$$

Avec : $u(t)$ = tension du moteur ; $e(t)$ = force contre électromotrice du moteur ; $i(t)$ = intensité dans le moteur ; $C_m(t)$ = couple exercé par le moteur ; $\omega_m(t)$ = vitesse angulaire du moteur. Les grandeurs physiques R, L, k_e, J, f et k_m sont des constantes.

Q.3. En supposant les conditions initiales nulles (ce qui sera également supposé dans tout le reste de l'exercice), exprimer ces équations dans le domaine de Laplace.

Q.4. Montrer que, dans le domaine de Laplace, la relation entre $\Omega_m(p)$ et $U(p)$ peut s'écrire sous la forme :
$$\frac{\Omega_m(p)}{U(p)} = \frac{K}{\left(1 + \frac{2z}{\omega_0}p + \frac{1}{\omega_0^2}p^2\right)}$$
 où K , z et ω_0 sont trois constantes à déterminer.

Si on utilise un correcteur proportionnel, l'application numérique des grandeurs physiques permet de trouver la fonction suivante :
$$\frac{\Omega_v(p)}{\Omega_c(p)} = \frac{K_T}{1 + T_T \cdot p}$$
, avec $K_T=0,9$ et $T_T=0,1s$

Q.5. Déterminer $\omega_v(t)$ lorsque le chirurgien dentiste demande un échelon de rotation $\omega_c(t) = \omega_{c0} \cdot u(t)$. Exprimer le résultat en fonction de ω_{c0} , K_T et T_T .

Q.6. Déterminer le temps de réponse à 5% du système et effectuer l'application numérique. Conclure vis-à-vis du cahier des charges.

Le patient, initialement immobile, bouge verticalement selon le déplacement $x_v(t)$ tel que :
$$\frac{dx_v(t)}{dt} = a \cdot \omega_v(t)$$
 avec a =constante qui représente le pas réduit de la vis.

Q.7. Déterminer la transformée de Laplace $X_v(p)$ de $x_v(t)$.

Q.8. Déterminer $x_v(t)$ en fonction de a , K_T et T_T et ω_{c0} .

Si on utilise un correcteur proportionnel, dérivé et intégral, l'application numérique des grandeurs physiques permet de trouver la fonction suivante :
$$\frac{\Omega_v(p)}{\Omega_c(p)} = \frac{1}{1 + 2 \cdot p + p^2}$$

Q.9. Déterminer $\omega_v(t)$ lorsque le chirurgien dentiste demande un échelon de rotation $\omega_c(t) = \omega_{c0} \cdot u(t)$.

Q.10. Déterminer si le temps de réponse à 5 % est plus faible ou plus grand que dans le cas précédent. Conclure vis-à-vis du cahier de charges.