

CI 3 – CIN : ÉTUDE DU COMPORTEMENT CINÉMATIQUE DES SYSTÈMES

DEVOIR SURVEILLÉ 7

Samedi 15 février – 2 heures – Aucun document autorisé

Exercice 1 : Barrière de régulation de la Tamise

Le système proposé est une barrière destinée à protéger Londres contre des remontées d'eaux de mers lors des grandes marées. En effet, l'ensemble de la région de Londres est soumis à un risque très important d'inondations accentué avec les montées récentes du niveau de la mer dues au réchauffement climatique.



La barrière, mise en place sur la tamise depuis 1982, est longue de 520m et est constituée de 6 portes pivotantes actionnées par des vérins hydrauliques. Au repos, les portes 1 (voir schéma ci-après) de forme circulaire reposent au fond de la tamise. Les plus grandes portes font 61 m de long et 20 m de haut pour une masse de 3700 tonnes. Elles sont capables de supporter des charges de plus de 9000 tonnes.

L'objectif est de calculer la vitesse de rotation des portes connaissant la vitesse de translation des vérins dans la configuration dessinée. Les vérins sont alimentés sous une pression hydraulique de valeur P_{alim} . Données :

- La vitesse de translation de la tige du vérin 5 par rapport à 0 : $\|V(D \in 5/0)\| = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$;
- $CD = 10,25 \text{ m}$;
- toutes les liaisons sont supposées parfaites.

Question 1

En tenant compte de l'alimentation en énergie des vérins, tracer la vitesse de $\overrightarrow{V}(M \in 4/0)$.

Question 2

Déterminer la vitesse de $\overrightarrow{V}(I \in 3/0)$.

Question 3

Déterminer la vitesse de $\overrightarrow{V}(E \in 2/0)$.

Question 4

Déterminer la vitesse de $\overrightarrow{V}(D \in 1/0)$.

Question 5

En déduire la valeur de la vitesse instantanée de rotation $\omega(1/0)$.

Question 6

Déterminer le centre instantané de rotation de 2 par rapport à 0.

Exercice 2

Pour cet exercice, se référer au schéma du document réponse.

L'objectif de ce mécanisme est de brider la pièce 1 en vu de son usinage. Le serrage est réalisé par le vérin (5 et 6). On donne $\|\overrightarrow{V}(D \in 5/6)\| = 4 \text{ cm/s}$.

L'échelle sera de 1 cm pour 1 cm/s.

Question 1

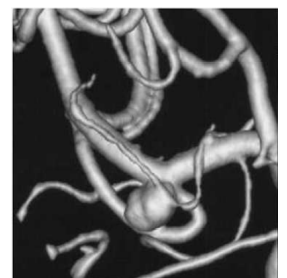
Déterminer $\overrightarrow{V}(D \in 5/0)$.

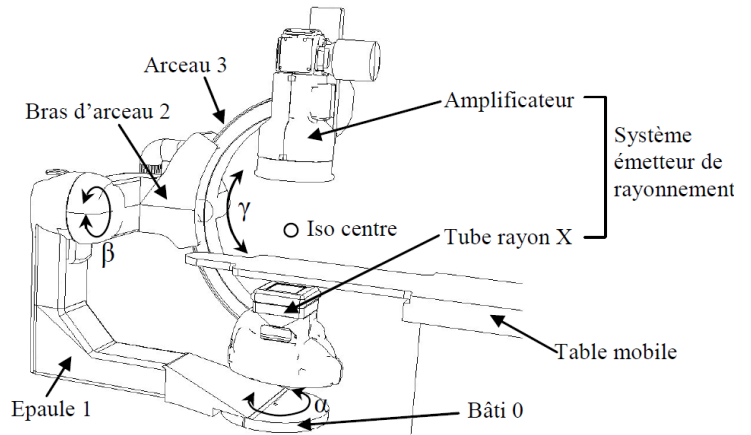
Question 2

Déterminer $\|\overrightarrow{V}(A \in 2/0)\|$.

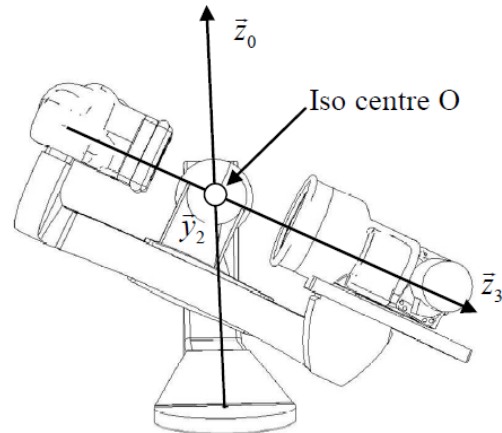
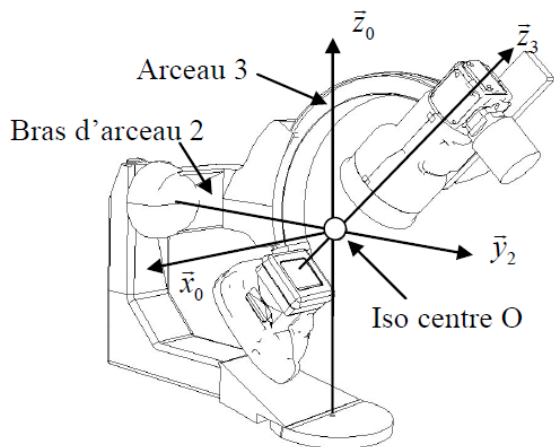
Exercice 3 : Etude du système de positionnement d'un appareil d'imagerie médicale

L'étude porte sur un système permettant de réaliser des imageries médicales de vaisseaux sanguins sur un patient. Ce système conçu par General Electric Medical System, envoie des rayons X dans le corps du patient et mesure leur rayonnement. En fonction des informations reçues, une image de synthèse en 3 dimensions est réalisée en permettant de voir les éventuels problèmes médicaux à venir.





Ce système est constitué des éléments suivants : le bâti 0, une épaule 1 qui peut être mise en mouvement par rapport au bâti 0, un bras arceau 2 qui peut s'orienter par rapport à l'épaule 1 et un arceau 3 qui se déplace par rapport à bras d'arceau 2. Le patient est situé sur une table mobile. Le réglage en hauteur du patient sur la table mobile est possible pour son confort mais n'est pas utilisé au cours d'une analyse. Seuls les degrés de liberté α , β et γ sont utilisés pendant l'analyse. L'émetteur de rayons, situé sur l'arceau, focalise la vision interne du patient en un point appelé iso centre.

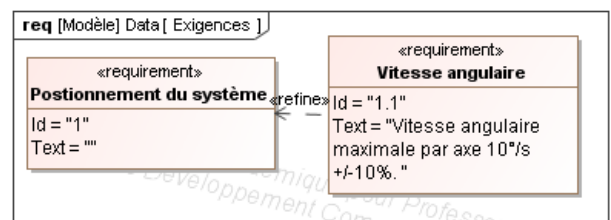


Sur l'image de gauche, l'arceau 3 s'oriente par rapport au bras d'arceau 2 et sur l'image de droite le bras d'arceau 2 se déplace par rapport à l'épaule 1.

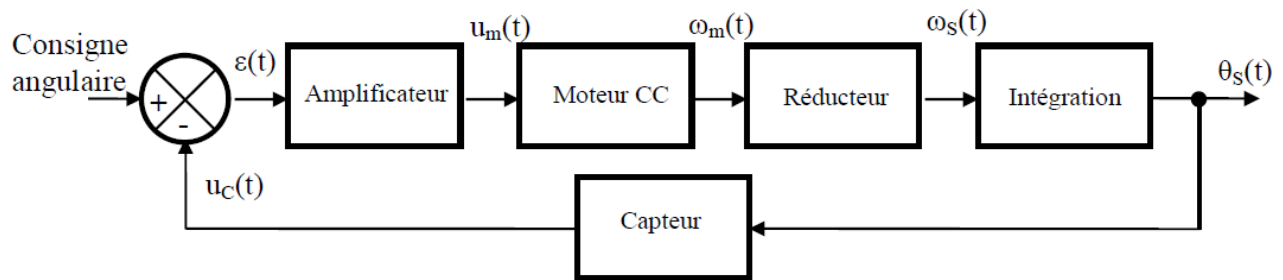
Conformément au cahier des charges, chaque axe élémentaire, piloté séparément, doit avoir une vitesse angulaire de $10^\circ/s$. en phase de mesure. Technologiquement, la chaîne d'action de chaque axe élémentaire est constituée d'un réducteur entre le moteur et l'effecteur. Ce réducteur diminue la vitesse angulaire d'un facteur 558.

Question 1

Déterminer la vitesse angulaire de chaque moteur (en tr/min) qui permet de satisfaire le critère de vitesse angulaire du cahier des charges.



On s'intéresse à l'axe permettant de déplacer le bras d'arceau 2 par rapport à l'épaule 1. La structure de la chaîne fonctionnelle asservie de cet axe est la suivante :



Les différents éléments de cette chaîne fonctionnelle sont les suivants :

- l'amplificateur est un gain pur K_a ;
- le réducteur est un gain pur K_r (sans dimension) ;
- le capteur est un gain pur K_c ;
- le moteur est un système d'ordre 1, de constante de temps T_m et de gain K_m . On note la fonction de transfert du moteur $H_m(p)$.

Question 2

Déterminer la valeur numérique du bloc du réducteur K_r .

Question 3

Déterminer la fonction de transfert de la chaîne directe $FTCD(p)$, la fonction de transfert en boucle ouverte $FTBO(p)$ et la fonction de transfert en boucle fermée $FTBF(p)$ de cet asservissement. Exprimer les résultats en fonction de K_a , K_m , K_r , K_c et T_m .

Question 4

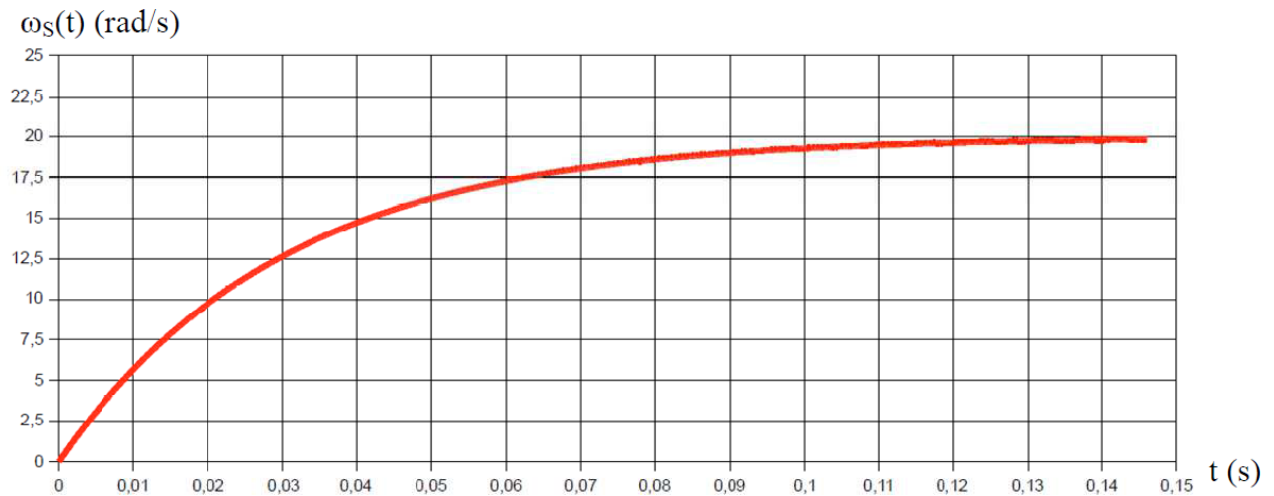
Montrer que la fonction de transfert en boucle fermée de ce système peut s'écrire sous la forme d'un deuxième ordre $\frac{K}{1 + 2\frac{z}{\omega_0}p + \frac{1}{\omega_0^2}p^2}$. Donner l'expression littérale de K , z , ω_0 en fonction de K_a , K_m , K_r , K_c et T_m .

Question 5

Déterminer la réponse du moteur $\omega_m(t)$ à une entrée en échelon de tension $u_m(t)$ de la forme $u_m(t) = U_0 u(t)$ (U_0 valant 10 V). Exprimer le résultat en fonction de U_0 , K_m et T_m .

Question 6

La réponse du système à cette entrée en échelon de tension $u_m(t) = 10 \cdot u(t)$ a été mesurée en sortie du réducteur. On donne la courbe obtenue. Déterminer les valeurs numériques expérimentales de K_m et T_m .



Avec les valeurs numériques des coefficients des différents gains, on peut déterminer la valeur numérique de la fonction de transfert en boucle ouverte : $FTBO(p) = \frac{10}{p \left(1 + \frac{1}{30}p \right)}$.

Question 7

Tracer les diagrammes de Bode asymptotiques de la fonction de transfert en boucle ouverte sur le document réponse 2.

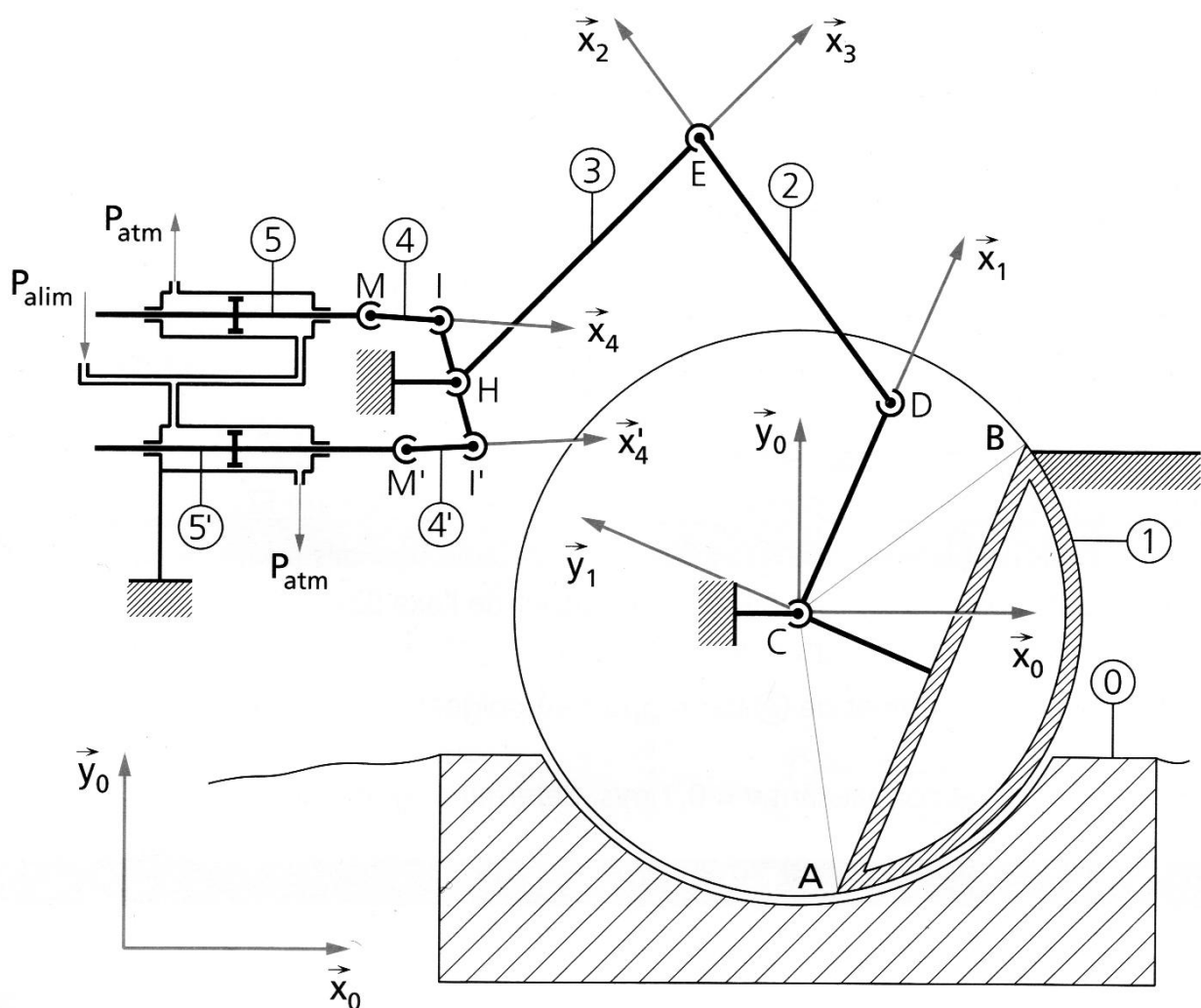
Question 8

Calculer le gain et la phase exacts pour $\omega = 30 \text{ rad/s}$.

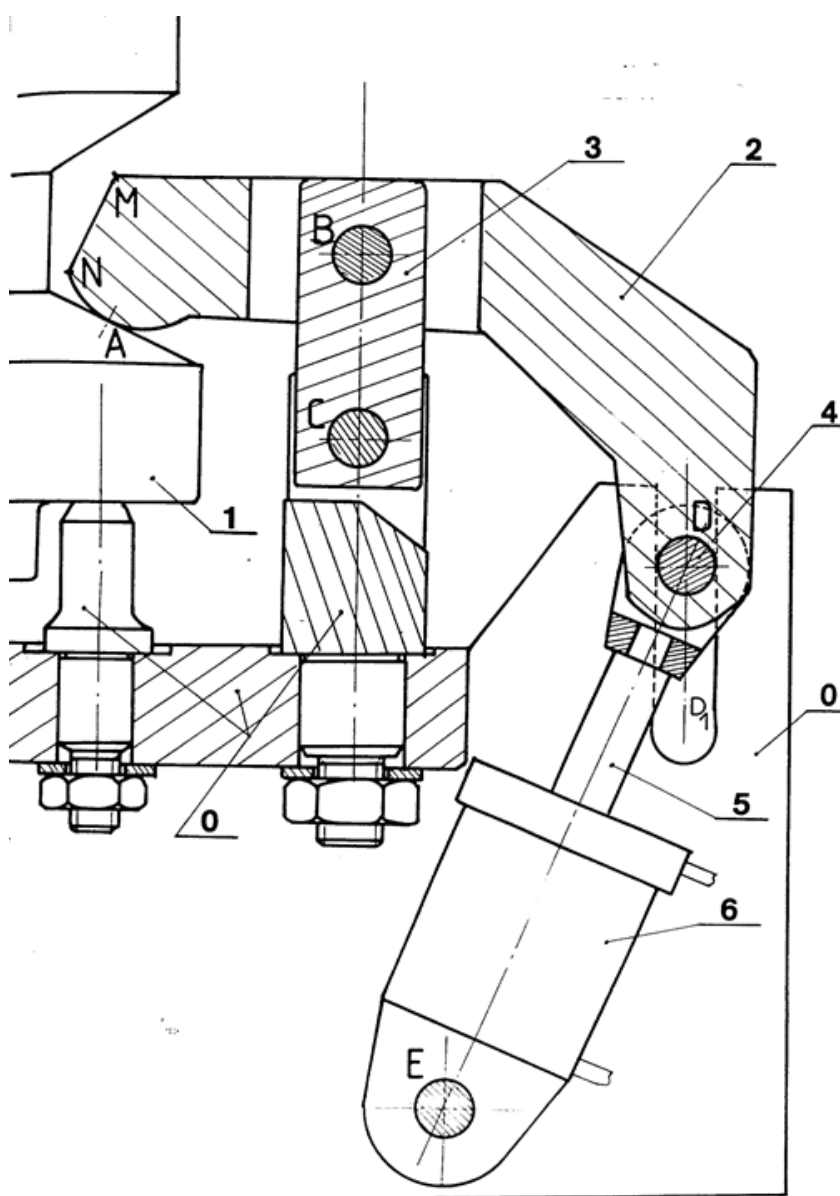
Document réponse – NOM :

Exercice 1

Représentation graphique des vitesses : 1 cm pour $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$



Exercice 2



Exercice 3

