# *Robot endoscopie*

***Q.1.*** **Identifier alors cette la fonction de transfert correspondant et identifier les différents paramètres de celle-ci.**

On observe une pente à l'origine non nulle, on peut donc assimiler ce système à un système du premier ordre de la forme $H(p) = \frac{K}{1+\tau p}$

Par identification (valeur finale + pente à l'origine), on trouve $K = 0{,}44\, rad.s^{-1}V^{-1}$ et $\tau = 0{,}015s$.

***Q.2.*** **Identifier la fonction de transfert à partir du diagramme de Bode. Justifier que le modèle identifié à la question 1 est pertinent dans une certaine bande de pulsation à préciser. Vérifier que les coefficients obtenus pour la fonction de transfert du motoréducteur par l'identification temporel sont cohérents avec ceux obtenus par identification fréquentielle.**

On observe que les variations du gain sont une pente nulle à l'origine avec un gain de -8dB et une pente de -40 dB/dec pour les hautes pulsations. Entre les deux, on remarque clairement une pente à -20 dB/dec. De même, le déphasage par de 0 à -90° puis -180° asymptotiquement. Ainsi le modèle du premier ordre n'est pas valable sur toute la bande de pulsations mais uniquement pour les pulsations inférieures à 400 rad/s.

Si on suppose que le modèle du premier ordre est cohérent dans la première zone, on peut identifier le gain K à partir de la valeur de l'asymptote horizontal du gain et la constante de temps à partir de la première pulsation de coupure, qui correspond à la pulsation où le déphasage vaut -45°.

Pour un déphasage de -45°, on relève une pulsation de 70 rad/s, ce qui correspond à une constante de temps de 1/70 soit à peu près 0,015 s, ce qui est proche de la valeur obtenue par l'identification temporelle. La valeur initiale du gain valant -8 dB, on détermine le gain à partir de l'inverse de la relation $20log(K) = -8$ soit $K = 10^{-\frac{8}{20}} = 0{,}4$ , ce qui correspond à nouveau à peu près à la valeur obtenue précédemment.

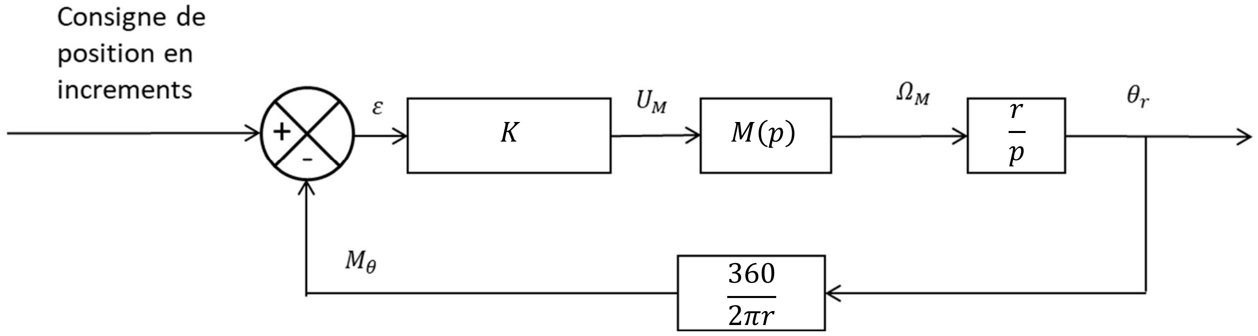
***Q.3.*** **Exprimer les fonctions de transferts $\boldsymbol{H_{cap}(p)}$, $\boldsymbol{H_I(p)}$ et $\boldsymbol{H_{red}(p)}$.**

$$H_{cap}(p) = \frac{360}{2\pi}$$

$$H_I(p) = \frac{1}{p}$$

$$H_{red}(p) = r$$

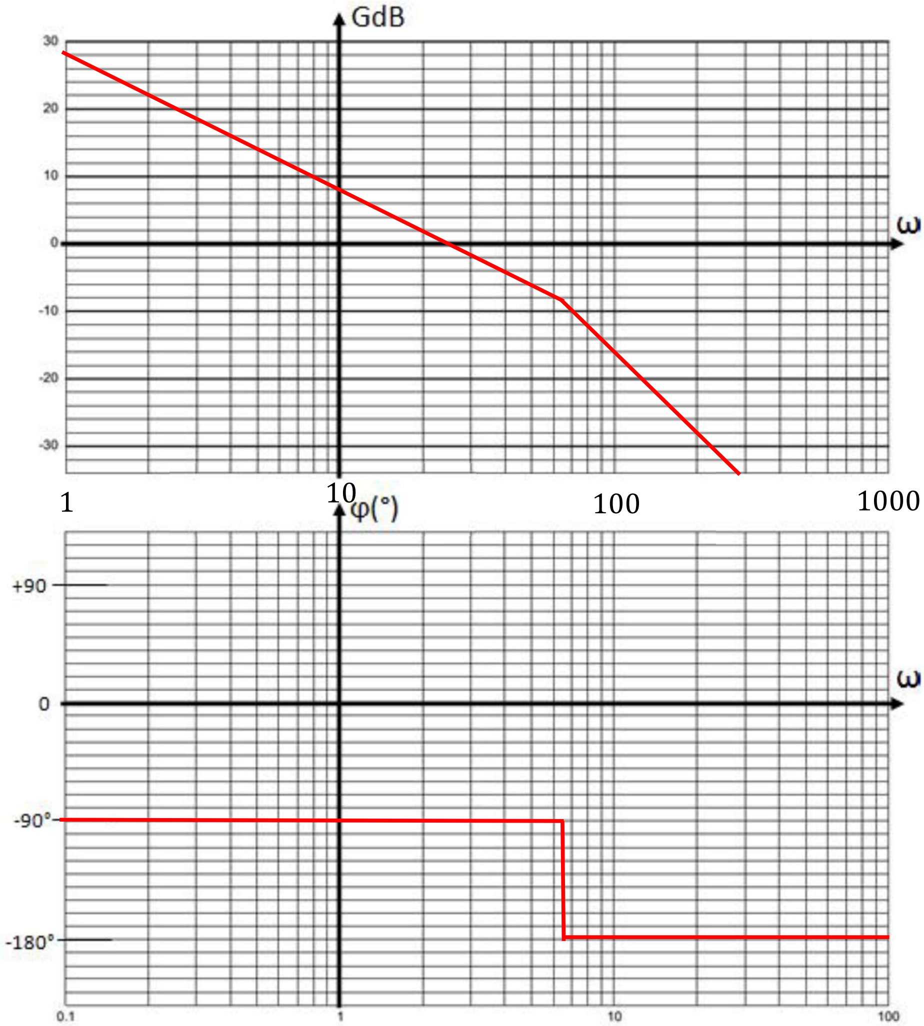
***Q.4.*** **Compléter le schéma bloc donné sur le document réponse de sorte à ce qu'il soit identique à celui de la question 3.**



***Q.5.*** **Montrer que la fonction de transfert en boucle ouverte est donnée par l'expression suivante :** $\boldsymbol{FTBO(p) = \frac{25K}{(1+0.015p)p}}$

La FTBO est donnée par le produit des blocs de la boucle. Ainsi, $\mathrm{FTBO(p) = K.M(p).B(p).C} = \frac{360*50*0,4*K}{2\pi p50(1+0,015p)} = \frac{25K}{(1+0.015p)p}$

***Q.6.*** **Tracer sur le papier semi-logarithmique du document réponse les diagrammes de Bode asymptotique du système en boucle ouverte pour K = 1 et l'allure des diagrammes de Bode réel.**




***Q.7.*** **Que peut-on choisir pour modéliser $H_2(p)$ ? Donner la (les) valeur(s) numérique(s) du (des) paramètre(s).**

*Le tracé de* $\mathrm{D_{crem}(p)} = \mathrm{f}(\theta_r(p))$ est une droite affine, on peut donc modéliser $\mathrm{H_2}$ par un gain. La valeur de ce gain est donnée par le coefficient directeur de la droite : $\mathrm{H_2} = 19{,}2.10^{-3}\mathrm{m.rad^{-1}}$.

***Q.8.*** **Établir à partir de cette courbe l'expression de la fonction de transfert $H_3(p)$, déterminer les valeurs caractéristiques de celle-ci.**

On observe sur la courbe un dépassement et une pente à l'origine nulle. On peut donc modéliser ce système par un second ordre.

La valeur asymptotique vaut 0,02m. Sachant de la consigne est de $20.10^{-3}$m, le gain est égal à 1.

Le premier dépassement relatif vaut $\frac{30-20}{20} = 0{,}5 = 50\%$. A partir de l'abaque on trouve $\xi = 0{,}2$

Pour $\omega_0$ on mesure le temps de réponse à 5% de 0,5s. Grace à l'abaque on a alors la relation $15 = 0,5 * \omega_0$ donc $\omega_0 = 30\ rad/s$

***Q.9.*** **Le critère du cahier des charges sur la précision est-il respecté ?**

$$e_{rs} = \lim_{t\to\infty} e(t) - s(t) = \lim_{p\to 0}\big(1 - H(p)\big) = 0$$

Le système est donc précis, le CdC est respecté.

***Q.10.*** **Le critère sur la bande passante à -3dB est-il respecté ?**

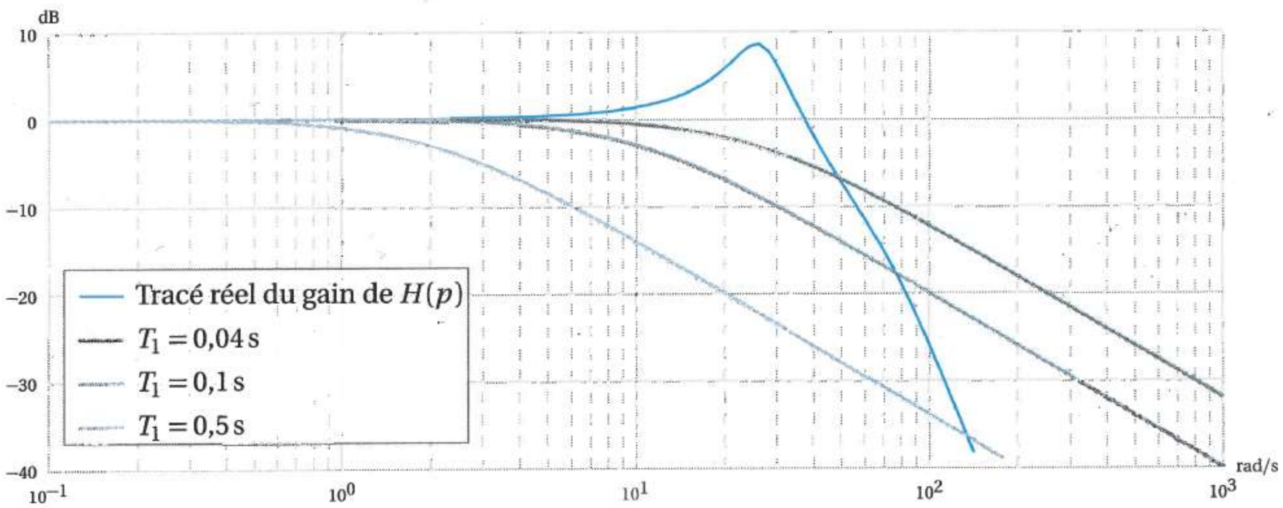
La courbe passe sous les -3 dB à la pulsation 40 rad/s, ce qui correspond à une fréquence de 6 Hz, ce qui est bien supérieur à la valeur du cahier des charges (4Hz mini). Le critère est bien respecté.

***Q.11.*** **Déterminer à partir du diagramme de Bode l'amplitude du mouvement pris par l'instrument. Quelle est alors le risque sur la plaie chirurgical ?**

A partir de diagramme de gain, on détermine pour une pulsation de 4Hz (inverse de la période) soit 25 rad/s, un gain de 8 dB. Cela correspond donc à un gain de la fonction de transfert de $10^{\frac{8}{20}} = 2,5$. Ainsi, l'amplitude de sortie est plus que doublé, et donc le phénomène de tremblement est accentué par la machine.

Il y a donc un risque important d'augmentation de l'incision lors de l'opération.

***Q.12.*** **Tracer sur la courbe de gain précédentes (sur le document réponse) les trois diagrammes de gain de ses filtres avec des couleurs différentes.**




***Q.13.*** **Sachant que les mouvements dont la période est inférieure à une seconde ne doivent pas être atténuer de plus de 1 dB, indiquer le (ou les) filtre(s) qui ne convient (conviennent) pas.**

La courbe n°3 a pour pulsation de coupure $1/0.5 = 2\ \mathrm{rad.s^{-1}}$ donc en dessous de 6,28 $\mathrm{rad.s^{-1}}$ (1Hz), ceci veut dire que les pulsations autour de 1Hz vont être trop atténuées. Ce filtre ne convient donc pas.

***Q.14.*** **Quel est le filtre qui convient le mieux ?**

La courbe 1 a une pulsation de coupure de $1/0.04 = 25\ \mathrm{rad.s^{-1}}$ donc l'atténuation de gain ne supprimera pas le pic de 8,5dB situé aussi à 25 $\mathrm{rad.s^{-1}}$ : ce filtre ne convient pas. Le second coupe à 10 rad/s ce qui est juste avant le pic (qui est à 3 rad/s) donc il l'atténuera (on lit sur le diagramme que le gain du correcteur est de -9dB pour $\omega = 25\ \mathrm{rad.s^{-1}}$, ce qui compense bien le pic de 8,5dB). Ce filtre est le plus adapté.