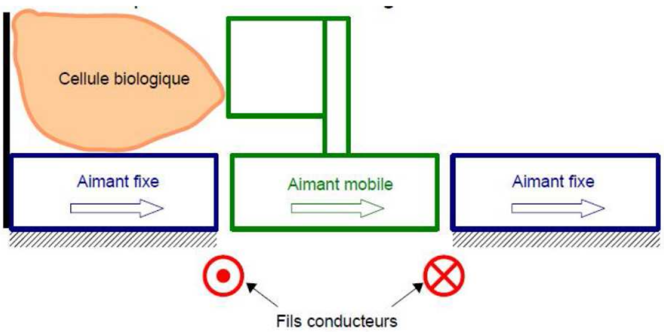
Exercice de Khôlle : le micro actionneur.

La miniaturisation des actionneurs permet, de nos jours, de les utiliser pour des applications industrielles aux très petites échelles. C'est le cas des micro actionneurs qui permettent de tester l'élasticité des cellules biologiques de quelques millimètres de diamètre, comme par exemple le micro actionneur magnétique bistable.



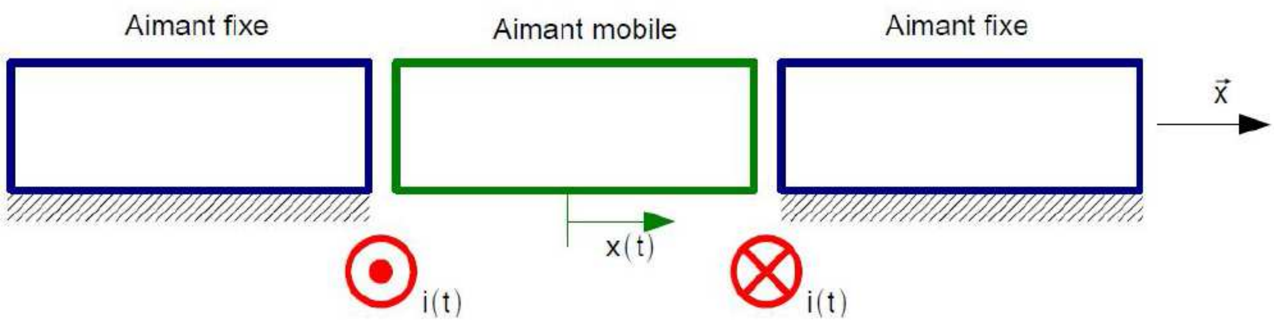
Ce micro actionneur est composé de deux aimants fixes et d'un aimant mobile, tous les trois aimantés selon les flèches indiquées. Lorsque les fils conducteurs sont parcourus par un courant électrique, l'aimant mobile subit une force de Laplace qui le fait se déplacer. Il peut ainsi venir appuyer sur la cellule biologique pour tester son élasticité. Vu les petites échelles, l'étude de l'élasticité de la cellule biologique demande une très grande précision dans le déplacement de l'aimant mobile et une très bonne mesure de l'effort qui lui est appliqué. Cela ne peut se faire qu'en asservissant sa position.

Asservissement de la position du micro actionneur. L'objectif de cette partie est de réaliser un asservissement de sa position. Les performances du cahier des charges à atteindre sont :

Précision : L'écart doit être inférieur à 10%.

Rapidité : $t5\% < 4$ ms

Stabilité : Le déplacement ne doit pas dépasser 10%.



On ne considère que le déplacement en translation horizontal de l'aimant mobile. Les études faites ont montré que le déplacement de l'aimant mobile était modélisé par la relation : $m \dfrac{d^2x(t)}{dt^2} = k_1 \; x(t) + k_2 \; i(t)$.

$x(t)$: Position de l'aimant de masse m.

$i(t)$: Courant dans les conducteurs électriques.

k_1 : Constante de raideur positive reliée à la force créée par les aimants fixes.

k_2 : Constante de raideur positive reliée à la force créée par les conducteurs électriques.

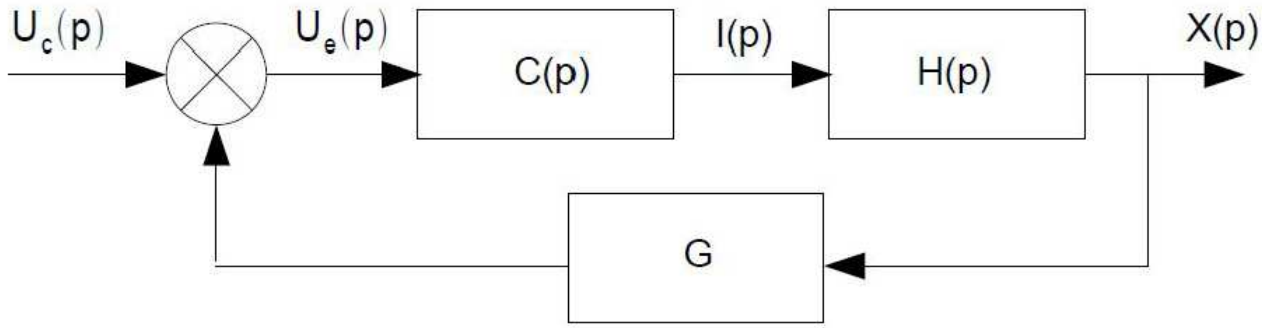
<u>Question 1.</u> Déterminer la fonction de transfert $H(p) = \dfrac{X(p)}{I(p)}$

Question 2. Donner la réponse temporelle de ce système à une impulsion.

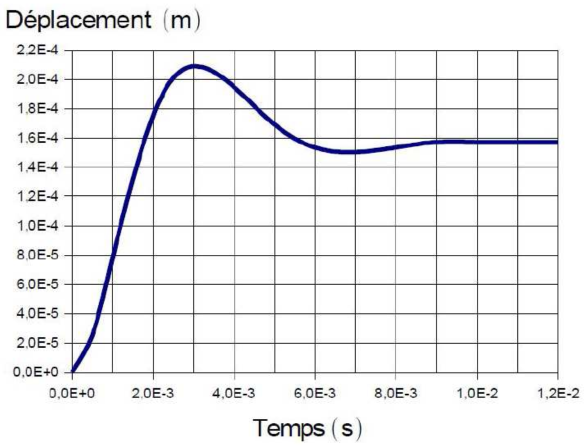
On donne la transformée de Laplace inverse :

$$\frac{\omega}{p^2 - \omega^2} \rightarrow L^{-1} \rightarrow sh(\omega \ t) = \frac{e^{\omega t} - e^{-\omega t}}{2}$$

Le schéma bloc de l'asservissement proposé est fourni sur la figure suivante. G est le gain (supposé constant) qui transcrit un déplacement en tension. $C(p)$ est un correcteur.



On choisi un réglage de ce correcteur, et on donne la réponse à un échelon de position de $2 \ 10^{-4}$ m.



Question 3. Donner les performances de l'asservissement en position et conclure sur la capacité du système à satisfaire les critères du cahier des charges.

Question 4: **Donner** la fonction transfert de l'équation différentielle suivante en fonction de M, f, et K de Y(p) et U(p):

My"(t)+fy'(t)+Ky(t)=*u*(t) dans laquelle les constantes ont les valeurs suivantes M=104, f=3, et K=2,5.

Question 5: A partir des valeurs numériques de M, f, et K, **étudier** la stabilité du système, **donner** son gain statique, son ordre et sa classe ainsi que sa pulsation propre et son coefficient d'amortissement.

Question 6. **Proposer** à main levée la réponse temporelle de ce système à une impulsion.