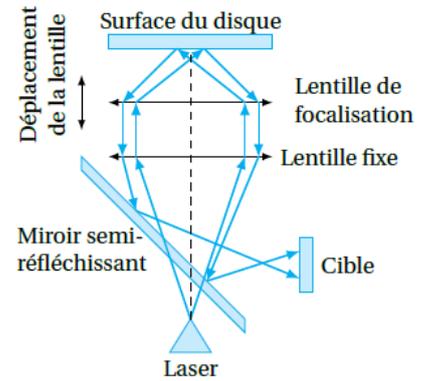


Lecteur de CD-rom

La lecture des informations binaires sur un cd-rom est réalisée à l'aide d'un faisceau laser. Une diode laser produit un faisceau qui se concentre sur la surface du disque à l'aide de deux lentilles. Le faisceau frappe la surface du disque puis il est réfléchi sur la cible par le biais du miroir semi-réfléchissant. L'actuateur 2D permet de régler en hauteur la position de la lentille de focalisation ce qui permet d'avoir le point de convergence sur la face réfléchissante du disque. La figure ci-contre représente le chemin optique simplifié.



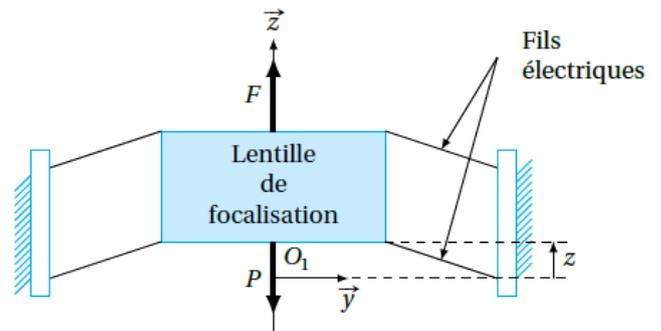
Si la focalisation est de bonne qualité, le faisceau réfléchi frappe la cible en un point. Si celle-ci est mauvaise, l'impact du faisceau réfléchi sur la cible est une tache dont la taille est proportionnelle à l'erreur de focalisation.

L'exigence fondamentale que doit vérifier le système de focalisation est :
L'erreur de position en régime permanent doit être nulle pour une consigne en échelon.

Description du processus de pressage automatique :

La cible associée à un circuit électronique fournit un signal électrique $u_1(t)$ proportionnel à l'erreur de focalisation. Si $u_1(t) = 0V$, le faisceau est parfaitement focalisé sur la surface du disque ainsi que sur la cible. On a $u_1(t) = k_c \varepsilon(t)$ où $\varepsilon(t)$ est la distance entre le point de focalisation et la surface réfléchissante du disque.

L'actuateur 2D permet de réaliser le suivi de la piste ainsi que la focalisation du faisceau laser sur les surfaces réfléchissantes du disque. La lentille de focalisation est suspendue par les quatre fils qui assurent le maintien et la fourniture du courant électrique aux bobines.



L'association aimant et bobine alimentée par un courant $i(t)$ permet de générer l'effort vertical qui engendre le déplacement de la lentille. Pour la suite de cette étude, nous considérons uniquement le mouvement lié à la fonction de focalisation (mouvement vertical suivant l'axe $\overset{\vee}{z}$ avec $x(t)$ constante).

En réalisant le bilan des efforts agissant sur la lentille, on peut écrire en projection sur $\overset{\vee}{z}$ l'équation (1)

$$m \frac{d^2 z(t)}{dt^2} = -k_z \cdot z(t) - mg + nBI \cdot i(t) \quad (1)$$

avec $-k_z \cdot z$ l'effort des fils de maintien, $-mg$ l'effort dû au poids de la lentille, $nBI \cdot i(t)$ l'effort magnétique.

Données : $m = 50 \text{ g}$, $k_z = 1,25 \text{ N.m}^{-1}$ et $nBI = 2,5 \text{ mN.A}^{-1}$.

On note z_0 la position d'équilibre de la lentille lorsqu'aucune force électromagnétique n'est présente ($i = 0$).

On note $z^*(t)$ la variation d'altitude de la lentille autour de sa position d'équilibre. Ainsi, $z(t) = z_0 + z^*(t)$

Q1. En réalisant le changement de variable $z(t) = z_0 + z^*(t)$ dans l'équation (1), déterminer une nouvelle équation différentielle en $z^*(t)$

Q2. En déduire la fonction de transfert $H_1(p) = \frac{Z^*(p)}{I(p)}$ où $Z^*(p)$ est la transformée de Laplace de $z^*(t)$ et $I(p)$ est la transformée de Laplace de $i(t)$. On considère toutes les conditions initiales nulles.

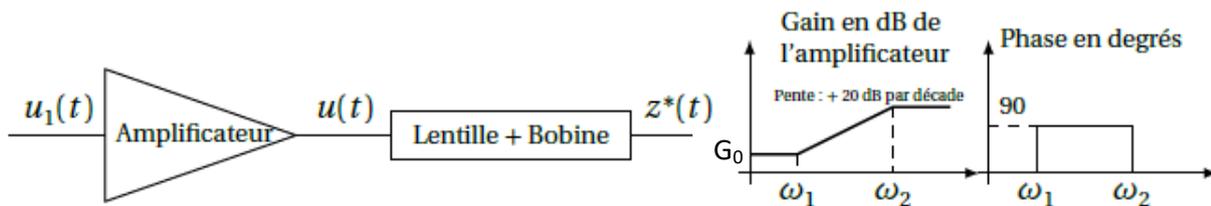
Soit $u(t)$ la tension aux bornes de la bobine : $u(t) = R.i(t) + L \frac{di(t)}{dt}$. Pour la suite de l'étude on négligera la résistance de la bobine R vis à vis de son inductance L . Ainsi $u(t) \approx L \frac{di(t)}{dt}$, avec $L = 0,2 \text{ mH}$.

Q3. Déterminer la fonction de transfert $H_2(p) = \frac{Z^*(p)}{U(p)}$ où $U(p)$ est la transformée de Laplace de $u(t)$.

Q4. Mettre cette fonction de transfert sous forme canonique afin d'identifier un gain K et une pulsation propre ω_0 .

Q5. Sur le document réponse 1, tracer dans le plan de Bode les diagrammes asymptotiques d'amplitude et de déphasage de la fonction $H_2(p)$. Vous préciserez sur le diagramme de gain les asymptotes avec leurs pentes, le gain statique, la fréquence propre du système (expression analytique).

Afin de fournir la puissance nécessaire à la bobine, on utilise un amplificateur caractérisé par les diagrammes de Bode.



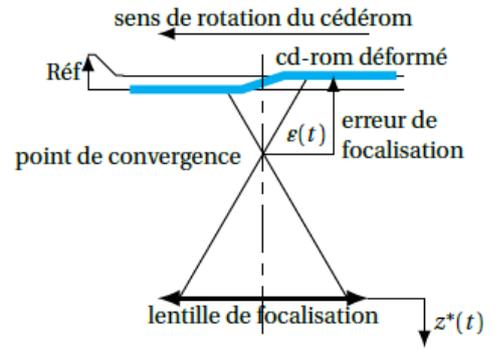
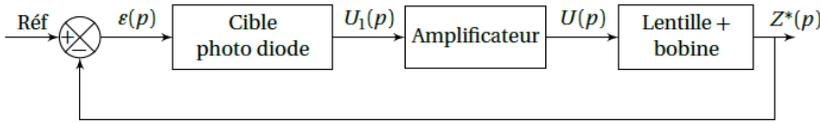
Q6. Proposer une fonction de transfert $H_a(p)$ pour l'amplificateur au regard des diagrammes de Bode.

Les fréquences ω_1 et ω_2 sont choisies telles que $\omega_1 > 0,1 \text{ rads}^{-1}$ et $\omega_2 < \sqrt{\frac{k_z}{m}}$

Q7. Sans faire de tracer, lister les intervalles et les valeurs caractéristiques (pentes et valeurs de phase) des diagrammes asymptotiques de Bode de l'ensemble constitué de l'amplificateur et de la lentille + bobine caractérisé par la fonction de transfert $H_3(p) = \frac{Z^*(p)}{U_1(p)}$ avec $U_1(p)$ transformée de Laplace de $u_1(t)$.

Afin d'assurer une focalisation correcte en cours de lecture du cd-rom, on asservit la position de la lentille (variable $z^*(t)$). En effet si le cd-rom est légèrement voilé (voir figure suivante), la position de la surface réfléchissante va varier (dimension notée « Réf » sur la figure). Il faut monter ou descendre la lentille de focalisation à l'aide de l'actuateur 2D pour assurer une focalisation parfaite sur la surface du disque ($\varepsilon = 0$).

La position est mesurée par un capteur de gain K_c .
 La consigne de position est adaptée par le même gain.



Q8. Justifier le retour unitaire du schéma-blocs représentant la boucle de focalisation.

Pour la suite de l'étude, on se place dans un domaine de pulsations inférieures à 1rad/s.

Q9. Trouver la fonction de transfert à partir du diagramme de Bode donnée dans le document réponse 2, (partie non grisée).

Faites apparaître vos tracés et justifier ce modèle en expliquant la simplification de la fonction de transfert de l'ensemble amplificateur + actuateur 2D (lentille + bobine) dans le domaine de fréquence étudié.

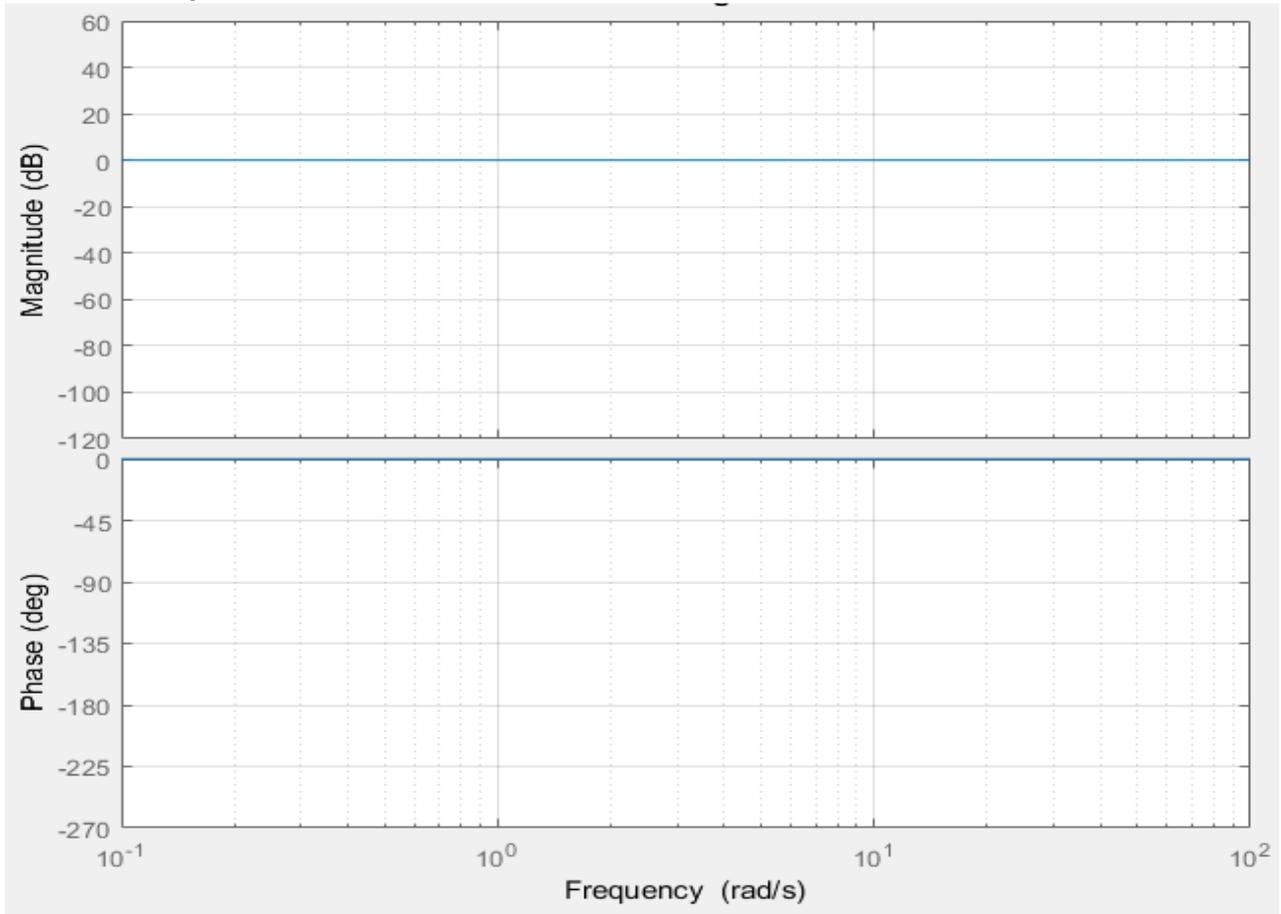
Q10. Déterminer alors la valeur de G_0 gain de l'amplificateur et de ω_1

Q11. Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée $H_4(p) = \frac{Z^*(p)}{Réf(p)}$ (utiliser la simplification de Q9)

Q12. En déduire l'erreur statique en boucle de focalisation et conclure sur l'intérêt de cette boucle de d'asservissement vis-à-vis de l'exigence principale.

Document Réponse 1 :

NOM-Prénom



Document Réponse 2 :

