Concours Centrale-Supélec, France

Session 2013, filière TSI

Sciences industrielles 1

Durée : 4 heures

Ce que traite le sujet

- Partie I : caractéristiques des vérins
- Partie II : modélisation dynamique du système global
- Partie III : réglage de la fonction sécurité des personnes
- Partie IV : conclusion

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/centrale/tsi/2013/si1

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

S2I 1

TSI

2013

4 heures Calculatrices autorisées

Modélisation d'un hayon de coffre électrique

L'industrie automobile propose sur les véhicules modernes de plus en plus de systèmes d'aide à l'utilisateur, aussi bien dans les domaines de la sécurité que du confort d'utilisation. Ces équipements ne sont généralement pas directement développés par les constructeurs automobiles, mais par des sous-traitants équipementiers comme Valéo, Bosch, etc. Ces derniers développent des familles de produits qui doivent être adaptables et rapidement conformes aux cahiers des charges des constructeurs automobiles. Les équipementiers doivent donc être en mesure de modéliser leurs produits et disposer d'outils de simulation afin de valider leur comportement une fois intégrés au véhicule. L'étude qui suit propose la construction d'un modèle d'un dispositif d'ouverture de coffre.

Le PCS (Power Closure System), conçu par Valéo, est un système d'ouverture et de fermeture automatique de hayon de coffre automobile.

Éléments de cahier des charges

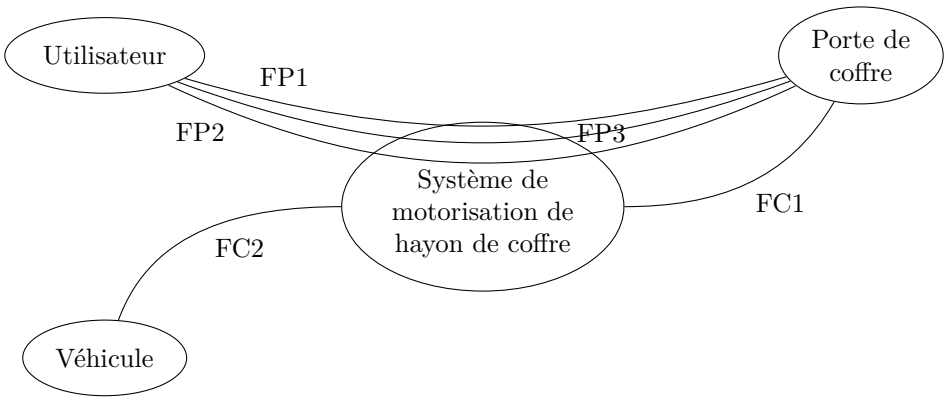


Figure 1 Diagramme des interacteurs du système de fermeture de hayon électrique en phase d'utilisation courante

Fonction	Énoncé	Critère	Niveau
FP1	Ouvrir ou fermer la porte de coffre	Hauteur de l'extrémité du coffre en position ouverte	1,80 m par rapport au sol
		Hauteur de l'extrémité du coffre en position fermée	0,70 m par rapport au sol
		Temps d'ouverture ou fermeture	4 s au total dans lesquelles on distingue : 0,4 s pour l'accélération et 0,4 s pour la décélération
		Éléments d'inertie de la porte de coffre	Masse : 30 kg. Moment d'inertie autour de son axe de rotation par rapport au bâti de la voiture : $J = 11\ \text{kg} \cdot \text{m}^2$
		Stabilité	Marge de phase de 45°
		Précision	Écart en régime permanent nul vis-à-vis d'une consigne d'angle sous forme d'un échelon
FC1	Assurer l'équilibre de la porte de coffre en cas de panne des vérins électriques	Plage d'équilibre	À définir durant l'épreuve
FP2	Permettre la manipulation manuelle de la porte de coffre par l'utilisateur en cas de panne moteur	Effort à fournir par l'utilisateur	70 N maximum

BY-NC-SA

Fonction	Énoncé	Critère	Niveau
FP3	Limiter l'effort de pincement de la porte de coffre sur un obstacle	Effort de pincement	40 N maximum ±1% en 10 ms maxi

L'ouverture ou la fermeture du hayon est assurée par deux vérins électriques prenant directement la place des vérins à air comprimé que l'on peut trouver sur une porte de coffre classique.

Le mouvement du hayon par rapport à la caisse du véhicule est permis grâce à une liaison pivot entre le corps de la voiture et le hayon sur la partie supérieure et des liaisons rotules avec les vérins.

La commande d'ouverture est effectuée par un bouton situé à l'intérieur du véhicule, sur le hayon, ou à l'aide de la télécommande. Lorsque l'ordre d'ouverture est donné, le hayon se déverrouille et s'ouvre entièrement. La fermeture est commandée par un bouton situé à l'intérieur du véhicule. Un appui sur le bouton de fermeture démarre après une temporisation de sécurité de 5 secondes le cycle de descente du hayon jusqu'au verrouillage complet.





Figure 2 Description d'un hayon

Objectif

L'objectif de l'étude est de construire un modèle paramétrable, permettant à l'équipementier automobile Valéo d'adapter rapidement sa gamme d'actionneurs de hayon à vérins électriques à toute nouvelle demande de constructeur automobile.

Pour construire ce modèle, on s'appuie sur le comportement du produit monté en série sur les véhicules Mercedes ML de dernière génération.

Le modèle doit permettre de valider, avant le lancement de la fabrication en série, un certain nombre de critères importants du cahier des charges des constructeurs automobiles :
- débattement de l'ouverture du coffre ;
- temps d'ouverture et de fermeture ;
- sécurité des personnes par limitation de l'effort de pincement.

Pour cela l'étude est décomposée en trois parties :
- construire le modèle cinématique du hayon du ML, pour en déduire en fonction des contraintes constructeur les paramètres caractéristiques de choix et d'implantation des vérins électriques dans tout type de véhicule (longueur du vérin, points d'ancrage, raideur du ressort,...) ;
- construire le modèle mécanique du hayon permettant d'identifier les paramètres afin de répondre aux contraintes dynamiques de vitesse d'ouverture et de fermeture du coffre ;
- modéliser la commande en vue de garantir la sécurité des personnes par une limitation du couple de fermeture en cas de blocage imprévu, puis vérifier que le système présente un comportement stable.

BY-NC-SA

I Détermination des caractéristiques des vérins

Objectif

Déterminer les caractéristiques du vérin à choisir pour répondre au cahier des charges : longueur du vérin en position coffre ouvert et coffre fermé, course du vérin, raideur du ressort équipant le vérin, couple moteur maximal nécessaire pour le maintien en position du hayon.

I.A – Description et paramétrage

On modélise le système par un système plan. Le système étant symétrique, les deux vérins sont ramenés dans le plan d'évolution de la porte de coffre et leur action mécanique s'exerçant sur la porte de coffre est supposée identique.

Le repère $(B, \vec{x}_t, \vec{y}_t, \vec{z}_0)$ est lié à la Terre. $\vec{y}_t$ est un vecteur unitaire vertical tel que l'accélération de la pesanteur s'écrit $\vec{g} = -g\vec{y}_t$ avec $g = 9{,}81\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$. $\vec{x}_t$ est un vecteur unitaire horizontal (voir figure 4). La liaison pivot entre la structure du véhicule et la porte de coffre est d'axe $(B, \vec{z}_0)$.

Le repère $(B, \vec{x}_p, \vec{y}_p, \vec{z}_0)$ est lié à la porte de coffre. Le repère $(B, \vec{x}_v, \vec{y}_v, \vec{z}_0)$ est lié au corps du vérin. La sortie de tige par rapport au corps du vérin se fait dans la direction du vecteur $\vec{x}_v$.

Les liaisons entre la tige du vérin et le bâti d'une part, et entre le corps du vérin et la porte de coffre d'autre part, sont des liaisons rotules de centres respectifs A et C.

Le point D représente l'extrémité de la porte du coffre. La hauteur du point D par rapport au sol suivant la verticale est de 0,7 m en position coffre fermé et de 1,8 m en position coffre ouvert.

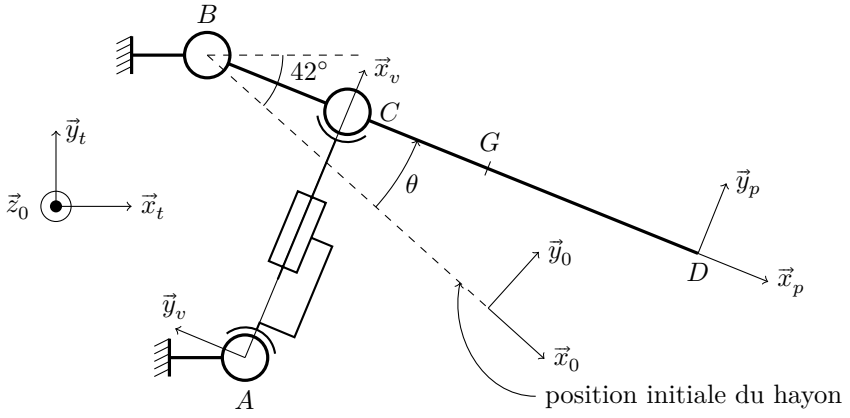


Figure 3 Schéma cinématique du hayon de coffre



Figure 4 Figures de changement de bases

Le centre d'inertie du coffre est situé en G tel que $\overrightarrow{BG} : \lambda\vec{x}_p$ avec $\lambda = 0{,}6$ m.

$\overrightarrow{AB} = -a\vec{x}_0 + b\vec{y}_0$, $\overrightarrow{AC} = L\vec{x}_v$, $\overrightarrow{BC} = c\vec{x}_p$, $\overrightarrow{BD} = d\vec{x}_p$ avec $a = 0{,}55$ m, $b = 0{,}14$ m, $c = 0{,}14$ m et $d = 1$ m.

L'angle formé entre $\vec{x}_0$ et l'horizontale $\vec{x}_t$ est $\theta_0 = 42°$.

Q 1. Déterminer l'angle d'ouverture maximal.

Q 2. Par l'écriture de la fermeture géométrique dans le triangle ABC, déterminer la longueur du vérin L en fonction de l'angle d'ouverture du coffre θ.

Q 3. Déterminer les valeurs extrêmes de L, ainsi que la course du vérin.

I.B – Vérification de critère du cahier des charges de la fonction FC1 et détermination de la raideur du ressort correspondante

Les vérins utilisés sont constitués d'un moteur à courant continu, d'un réducteur à engrenage, d'une vis à billes et d'un ressort.

BY-NC-SA

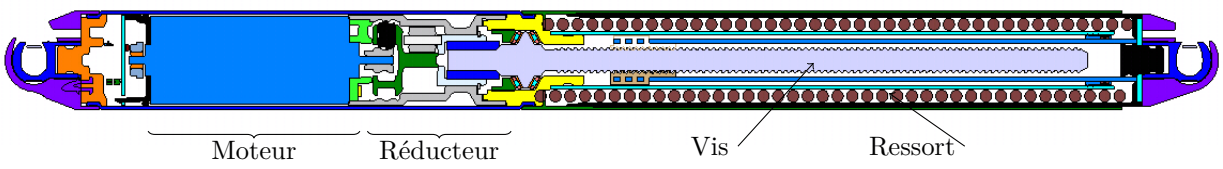


Figure 5 Descriptif du vérin utilisé

Le cahier des charges impose que la porte soit en équilibre sur une large plage d'ouverture en cas de panne moteur. C'est pourquoi il faut déterminer la raideur et la longueur à vide des ressorts qui assurent cette fonction dans les vérins électriques.

On suppose dans un premier temps que le coffre est à l'équilibre.

Q 4. Déterminer l'effort F exercé par chacun des vérins sur la porte de coffre en fonction de θ, α et des constantes du problème.

En exploitant les équations obtenues à partir de l'écriture de la fermeture géométrique de la question 2, on montre que la relation entre θ et α s'écrit :

$$\tan\alpha = \frac{b + c\sin\theta}{-a + c\cos\theta}$$

On déduit de la question 4 le tracé de l'évolution de l'effort F nécessaire au maintien en équilibre du coffre en fonction de la longueur L du vérin.

On choisit d'utiliser un ressort précontraint au sein du vérin (voir figure 5) de manière à assister l'ouverture du coffre et à assurer l'équilibre du coffre sur une plage de fonctionnement maximale. On estime que les forces de frottement maximales au sein du vérin (essentiellement dues à la friction dans la vis) sont de l'ordre de $F_{\text{frot}} = 100$ N. La figure 6 représente la force que doit exercer le vérin sur la porte de coffre pour assurer l'équilibre de cette dernière en fonction de la longueur du vérin. Les courbes en pointillés représentent la force du vérin ±100N.

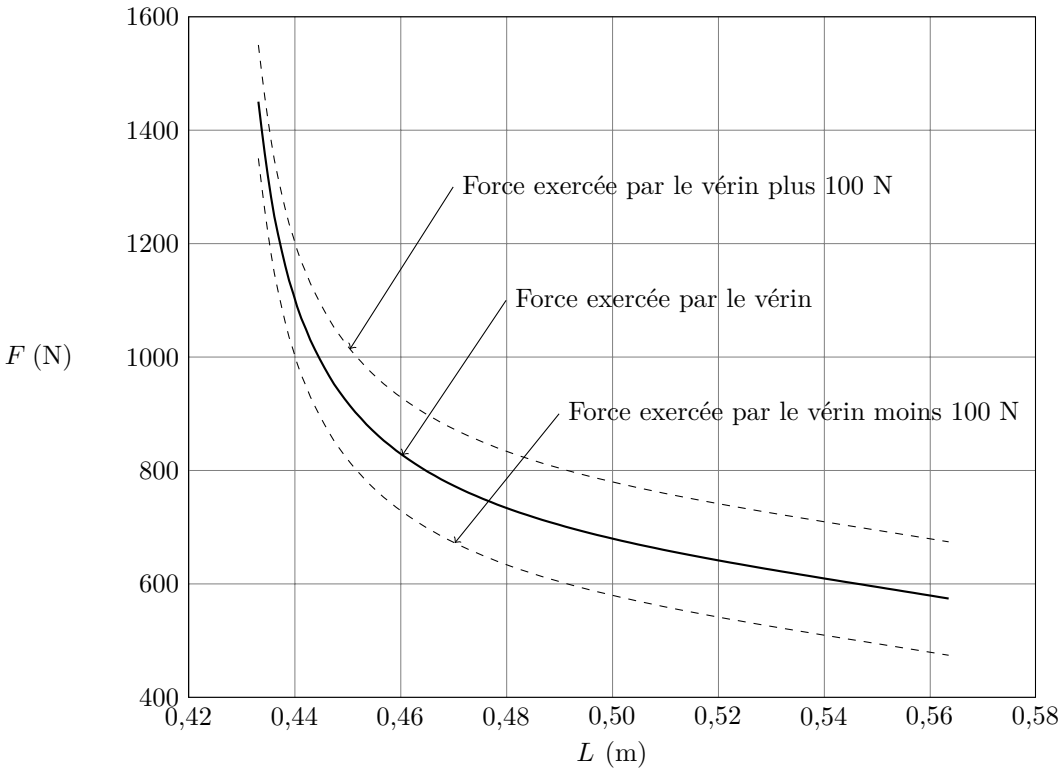


Figure 6 Effort de chacun des deux vérins sur la porte de coffre pour assurer l'équilibre en fonction de la longueur du vérin

Q 5. Déterminer la raideur k du ressort et sa longueur à vide L_0 de manière à obtenir une situation d'équilibre sur la plus grande plage de fonctionnement. Préciser votre démarche.

La figure 7 représente l'évolution du couple moteur dans un vérin lors des phases d'ouverture et de fermeture du coffre.

BY-NC-SA

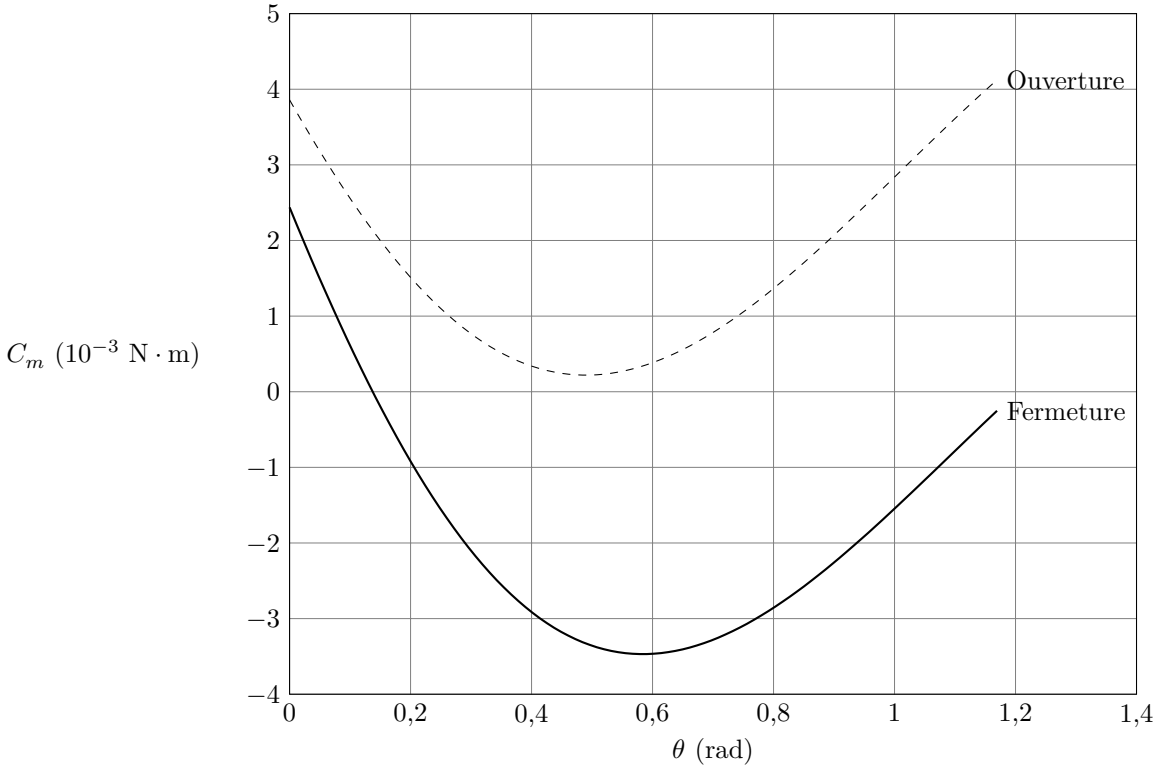


Figure 7 Évolution du couple moteur C_m

Q 6. Déterminer le couple moteur maximal en phase d'ouverture puis en phase de fermeture.

II Modélisation dynamique du système global

Objectif

Construire un modèle dynamique paramétrable permettant d'extrapoler le comportement du système PCS sur tout type de véhicule.

Notations et hypothèses

- Le moment d'inertie de la porte de coffre autour de l'axe $(B, \vec{z}_0)$ est appelé J.
- L'inertie des constituants des vérins est négligée devant l'inertie de la porte de hayon. Le poids des vérins est négligé devant le poids de la porte de hayon.
- Le couple moteur au sein de chacun des vérins est noté C_m, la fréquence de rotation des moteurs est notée ω_m.
- Les frottements internes aux moteurs sont modélisés par une composante de frottement visqueux se manifestant par un couple ramené à l'arbre moteur égal à $-f\omega_m$.
- Les frottements dans la vis de chacun des vérins sont modélisés par un effort résistant de frottement sec de composante ramenée à la tige du vérin $-F_{\text{frot}}$.
- Le rapport de réduction du réducteur de chacun des vérins est noté ρ tel que $\dot{L} = \rho\omega_m$ avec $\rho = 7{,}89\times10^{-5}$ m.
- On approxime le comportement de la chaîne cinématique à une forme linéarisée $L = G_0\theta$ dans laquelle G_0 est constante et égale à 0,1 m · rad^{-1}.

Q 7. Déterminer l'expression de l'énergie cinétique de l'ensemble {porte+vérins} dans son mouvement par rapport à la terre.

Q 8. Déterminer l'expression de la puissance galiléenne du couple fourni par chacun des deux moteurs des vérins en fonction de C_m et de ω_m.

Q 9. Déterminer l'expression de la puissance développée par le poids de la porte de hayon dans son mouvement par rapport au repère $(B, \vec{x}_t, \vec{y}_t, \vec{z}_0)$ lié à la terre en fonction de m, g, λ et θ.

Q 10. Déterminer l'expression de la puissance développée par chacun des ressorts sur la porte de hayon au cours de son mouvement par rapport au repère $(B, \vec{x}_t, \vec{y}_t, \vec{z}_0)$ lié à la terre en fonction de k, L, L_0, c et θ.

Q 11. Déterminer l'expression de la puissance dissipée par les frottements internes à chacun des vérins en fonction de F_{frot} et de L.

Q 12. En déduire l'équation différentielle liant ω_m et ses dérivées successives au couple moteur C_m.

BY-NC-SA

L'équation précédemment trouvée permet de déterminer les valeurs extrêmes du couple moteur (phases de démarrage et d'arrêt). Cette équation sera utilisée dans la partie suivante pour déterminer le correcteur en accord avec le cahier des charges.

III Réglage de la fonction sécurité des personnes

La commande d'ouverture et de fermeture du coffre est assurée par un asservissement de position angulaire θ du hayon. L'étude porte sur l'asservissement d'un seul vérin que nous appellerons « vérin maitre ».

Pour limiter le risque d'accident lié au pincement d'un utilisateur, il est nécessaire de limiter le couple du moteur à courant continu durant la phase de fermeture du hayon. Le couple moteur étant proportionnel au courant, il faut que la commande du moteur dispose d'un contrôle du courant induit.

Cette fonction est assurée par une boucle de courant dans la commande du moteur.

Objectif

Modéliser la structure de la boucle de courant, puis choisir et valider une stratégie de commande permettant de garantir la sécurité des personnes. Vérifier que cette stratégie de commande permet de respecter la contrainte de temps d'ouverture et de fermeture du hayon liée à FP1.

La figure 8 représente la modélisation de la commande du moteur du vérin maitre du hayon obtenue par une étude préalable. Il s'agit d'un moteur à courant continu à aimant permanent.

- I_{ref} correspond à la consigne de courant du moteur.
- I_M est le courant moteur.
- $E(p)$ est la transformée de Laplace de la force contre électromotrice du moteur.

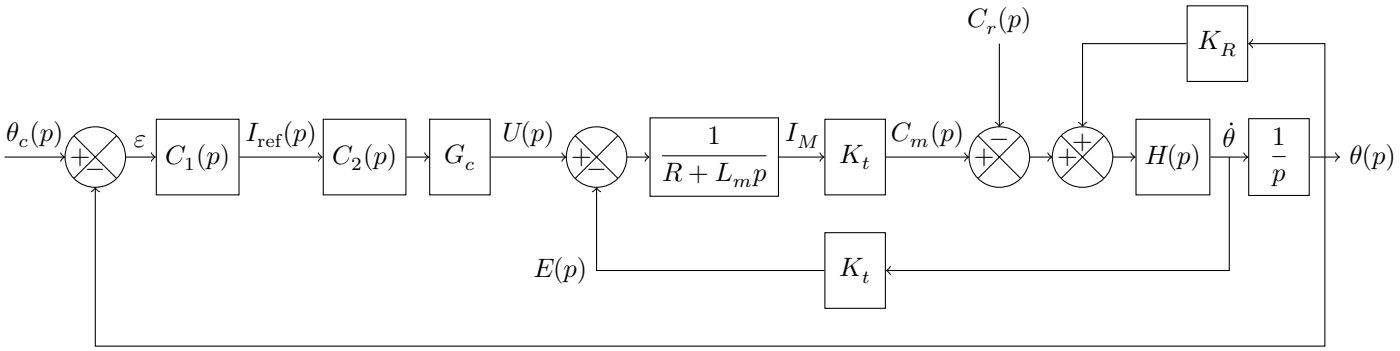


Figure 8 Modélisation de la commande du vérin maitre

Données :

- résistance d'induit du moteur à courant continu : $R = 50$ mΩ ;
- inductance propre du moteur à courant continu : $L_m = 1{,}5$ mH ;
- constante de couple : $K_t = 9{,}5 \times 10^{-3}$ N $\cdot$ m $\cdot$ A^{-1} ;
- gain du convertisseur : $G_c = 2{,}4$.

III.A – Détermination du courant de pincement

On envisage maintenant la présence d'un obstacle empêchant la fermeture du coffre. On modélise l'action de l'obstacle sur la porte de coffre par un glisseur s'appliquant en D et s'exprimant $\vec{F}_{\text{pinc}} = F_{\text{pinc}}\vec{y}_p$ (voir figure 3 et figure 9).

Q 13. Quelle doit être la valeur maximale de F_{pinc} pour respecter le cahier des charges ?

On cherche à déterminer l'accroissement de couple moteur en cas de présence d'obstacle. On suppose ainsi que la porte de coffre est en équilibre sous l'effet du poids et de l'action des vérins. On ajoute ainsi l'effort de pincement $\vec{F}_{\text{pinc}}$ en D et on cherche l'accroissement d'effort $\Delta F\vec{x}_v$ qu'exercent chacun des vérins en C sur la porte en la supposant en équilibre.

Q 14. En isolant la porte de hayon de coffre (voir figure 9), déterminer l'expression littérale puis la valeur numérique de ΔF l'accroissement de la force qu'exerce chacun des vérins sur la porte de hayon.

Q 15. En déduire la valeur numérique de l'accroissement ΔC_m de couple moteur en fonction de la présence d'un obstacle (on supposera que le rendement de la transmission est unitaire).

Dans la suite on prendra comme accroissement de couple moteur en cas de pincement une valeur de 0,035 N $\cdot$ m.

Q 16. Déterminer l'intensité maximale du courant dans le moteur lors d'un pincement.

III.B – Contrôle du couple moteur

La variation de la vitesse de rotation du moteur à courant continu étant très lente devant la variation du courant dans le moteur, on peut considérer la force contrélectromotrice comme une perturbation pour la boucle de courant.

BY-NC-SA

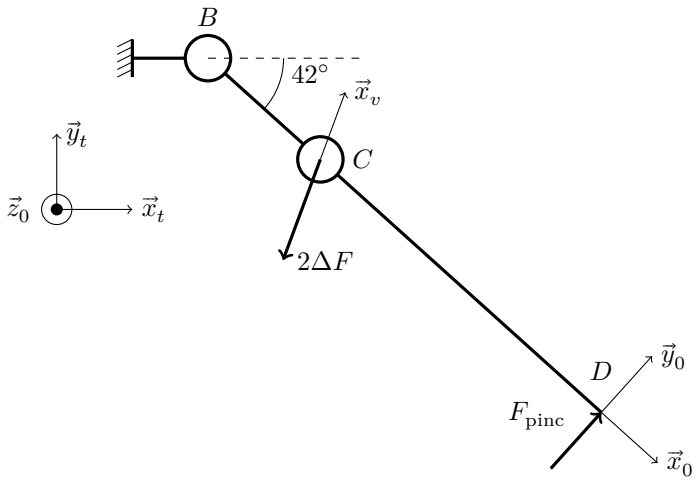


Figure 9

Q 17. À l'aide de la figure 8, reproduire et compléter sur votre copie le schéma bloc de la figure 10. Dans cette partie on considère $C_2(p) = 1$. Déterminer $I_m(p)$ sous la forme $I_m(p) = H_1(p)I_{\text{ref}}(p) + H_2(p)E(p)$. Donner les expressions de $H_1(p)$ et $H_2(p)$. Préciser les éléments caractéristiques de la fonction de transfert $H_1(p)$ ainsi que leurs valeurs numériques. Conclure quant au respect des critères de précision du cahier des charges.

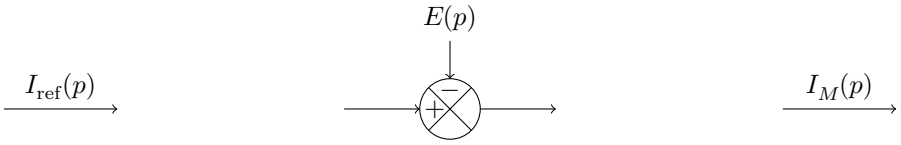


Figure 10

Afin d'améliorer la réponse du système en vue de répondre au cahier des charges, on modifie la commande en réalisant une boucle de courant (voir figure 11). Le gain du capteur de courant $K_i = 1$. (et $C_2(p)$ est toujours égal à 1).

Q 18. Exprimer $H_i(p) = I_M(p)/I_{\text{ref}}(p)$ en fonction de K_i et de l'expression de $H_1(p)$ trouvée à la question précédente. Préciser les éléments caractéristiques de cette fonction de transfert ainsi que leurs valeurs numériques. Le système ainsi bouclé est-il stable ? Tracer l'allure de la réponse temporelle du courant dans le moteur, à un échelon unitaire de courant de consigne. Comparer la réponse du système ainsi asservi à la réponse du système non bouclé. Conclure quant au respect des critères de stabilité et de précision du cahier des charges.

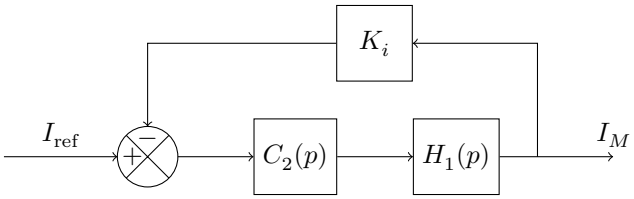


Figure 11 Boucle de courant

Afin de respecter le critère de précision imposé sur le couple de pincement du hayon, on utilise un correcteur $C_2(p) = K_p \dfrac{1 + \tau_c p}{\tau_c p}$.

Q 19. Justifier l'intérêt de ce correcteur. Déterminer τ_c afin que la fonction de transfert en boucle ouverte de la boucle de courant corrigée puisse se mettre sous la forme $H_{ic\text{BO}}(p) = \dfrac{A_c}{\tau_c p}$. Déterminer K_p afin que la constante de temps du système bouclé soit de 3 ms pour répondre au critère FP3 du cahier des charges. Quel est l'intérêt d'avoir ainsi corrigé la boucle de courant ?

III.C – Limitation du couple moteur

La commande assure maintenant un contrôle satisfaisant sur le courant, donc sur le couple du moteur à courant continu. Cependant dans l'asservissement étudié, aucun élément ne permet de limiter sa valeur.

Afin d'assurer la limitation du couple de pincement, on modifie le schéma de la boucle de courant comme indiqué figure 12 en insérant une fonction de saturation *Sat*. Le courant I_{com} correspond à la consigne de courant issue de l'asservissement de position.

BY-NC-SA

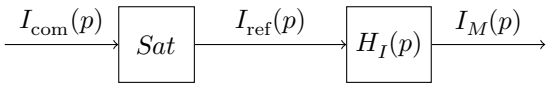


Figure 12

Le bloc *Sat* est tel que :

$$\begin{cases} I_{\text{ref}}(t) = I_{\text{com}}(t) & \text{pour } -I_{\text{refMAX}} \leqslant I_{\text{com}}(t) \leqslant I_{\text{refMAX}} \\ I_{\text{ref}}(t) = I_{\text{refMAX}} & \text{pour } I_{\text{com}}(t) > I_{\text{refMAX}} \\ I_{\text{ref}}(t) = -I_{\text{refMAX}} & \text{pour } I_{\text{com}}(t) < -I_{\text{refMAX}} \end{cases}$$

Q 20. Tracer la caractéristique $I_{\text{ref}}(t) = f(I_{\text{com}}(t))$ en supposant que $I_{\text{refMAX}} = 3{,}6$ A et que l'entrée $I_{\text{com}} \in [-5\text{ A}, 5\text{ A}]$. Expliquer comment la fonction de saturation permet d'assurer la limitation du couple de pincement. Sur quel paramètre de la fonction de saturation faut-il agir pour régler la valeur du couple de pincement ?

La limitation de la consigne de courant dans le moteur à courant continu du vérin peut se faire suivant l'endroit de la chaîne d'information où elle est implantée de façon analogique ou numérique. Afin de valider le modèle le mieux adapté au cahier des charges, il est nécessaire de comparer les deux solutions.

La figure 13 représente le schéma de la réalisation analogique de la fonction saturation dans lequel $V_e(t)$ et $V_s(t)$ sont respectivement les images en tension de $I_{\text{com}}(t)$ et $I_{\text{ref}}(t)$. L'amplificateur linéaire intégré est supposé idéal.

Q 21. Déterminer la relation qui existe entre $V_s(t)$ et $V_e(t)$ lorsque les deux diodes D_{z1} et D_{z2} sont bloquées.

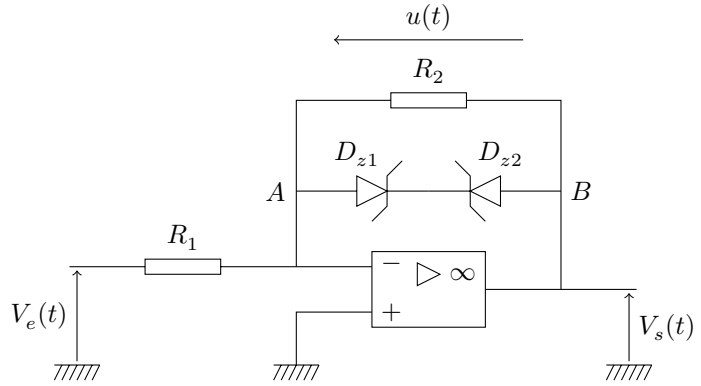


Figure 13 Amplificateur écrêteur

On rappelle figure 14 la caractéristique d'une diode zener idéale (D_{z1} et D_{z2}). On suppose que la diode D_{z1} est polarisée en direct et que la diode D_{z2} est polarisée en inverse.

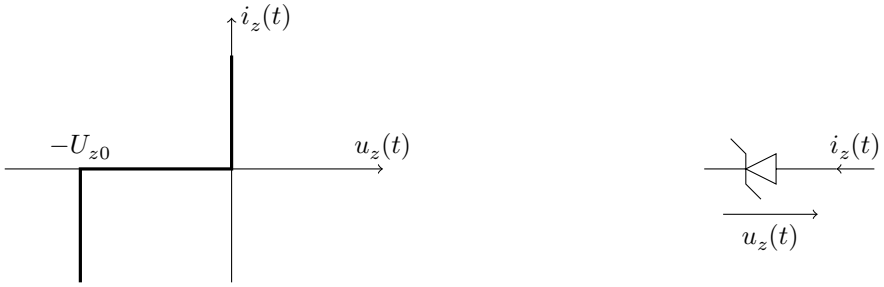
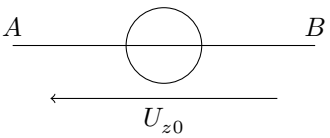


Figure 14 Caractéristique de la diode Zener idéale

Q 22. Expliquer pourquoi les deux diodes en série sont alors équivalentes à un générateur de tension parfait U_{z0} ? Exprimer dans ces conditions la tension $V_s(t)$.



Q 23. Déterminer la valeur minimale de la tension $V_e(t)$ telle que la diode D_{z2} soit polarisée en inverse.

Q 24. À partir de ce qui précède, tracer la caractéristique $V_s(t) = f(V_e(t))$.

La fonction réalisée par le schéma correspond-elle à la fonction définie à la question 20 ? Si non, proposer une modification permettant d'adapter le schéma proposé. Quelles valeurs faudrait-il donner aux résistances R_1 et R_2 ? Sur quelle valeur faut-il jouer pour régler la valeur limite du couple de pincement avec un tel dispositif ? Est-il adapté à la production d'une unité de commande aisément paramétrable ?

La seconde possibilité est d'implanter la fonction de saturation dans le microcontrôleur de commande du convertisseur de puissance du moteur de vérin. La saturation est alors réalisée numériquement. Le schéma de principe de cette saturation est présenté figure 15.

BY-NC-SA

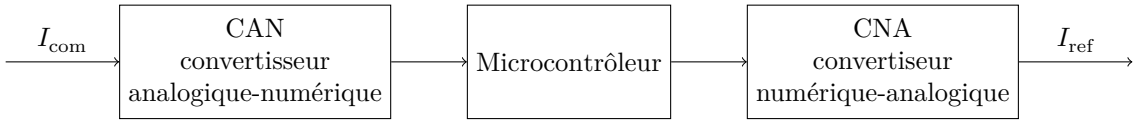


Figure 15 Schéma structurel de la saturation numérique

Q 25. L'algorithme suivant décrit la méthode utilisée pour générer la saturation positive. En vous inspirant de la solution proposée, écrire un algorithme permettant de générer la saturation positive et la saturation négative.

```
Début
       IREF=CAN;                          % stockage de la valeur du CAN dans I_ref
       Si IREF > IREFMAX
              Alors IREF=IREFMAX;         % recopie de la valeur IREFMAX dans I_ref
       CNA=IREF;                          % écriture de I_ref sur le CNA
Fin
```

Pour ne pas modifier le comportement temporel de la boucle de courant dont la constante de temps a été réglée à 3 ms (question 19) et rendre négligeable les effets de l'échantillonnage sur la dynamique du système, on décide de fixer la fréquence d'échantillonnage des convertisseurs analogique-numérique et numérique analogique à 10 fois la bande passante de la boucle de courant.

Q 26. Déterminer la fréquence d'échantillonnage minimale des convertisseurs. De quel temps dispose alors le microcontrôleur pour calculer la valeur de la sortie numérique IREF avec un décalage de seulement une période d'échantillonnage ? En se reportant au tableau ci-dessous pour connaître les temps de cycle (c'est-à-dire le nombre de période de l'horloge du microcontrôleur) nécessaires pour effectuer chaque fonction élémentaire, déterminer la fréquence d'horloge minimum permettant de respecter cette contrainte.

Fonction	**Nombre de cycles d'horloge**
Affectation : `a = b`	5
Test : `a > b` ou `a < b`	3

Q 27. Comparer la solution numérique à la solution analogique étudiée précédemment.

III.D – Réglage de la stabilité de l'asservissement de position

La figure 16 représente le diagramme de Bode obtenu par simulation du modèle en boucle ouverte de la fonction de transfert $F_{\text{TBO}}(p) = \theta(p)/\varepsilon(p)$ de l'asservissement de position angulaire du hayon de coffre (voir figure 8) en tenant compte de la boucle de courant lorsque n'intervient aucune saturation de la commande du courant. La suite de l'étude consiste à vérifier que l'asservissement global du système peut être réglé pour répondre aux critères de stabilité et de précision imposés par la fonction principale FP1 du cahier des charges.

Q 28. À l'aide du diagramme de Bode en boucle ouverte donné figure 16, préciser l'ordre et la classe du système. Peut-on, à partir de ce diagramme, conclure quant à la stabilité et à la précision du système en boucle fermée ?

Une simulation numérique a conduit à choisir pour le correcteur de la boucle de position $C_1(p)$ la fonction de transfert $C_1(p) = K_p \dfrac{1+\tau_i p}{\tau_i p} \dfrac{1+\tau_d p}{1+b\tau_d p}$ où $b < 1$ avec $\tau_d = 1$ s, $\tau_i = 10$ s et $b = 10^{-3}$.

Q 29. Tracer sur le document réponse le diagramme de Bode asymptotique de la fonction $\dfrac{1+\tau_i p}{\tau_i p}$. En déduire le tracé du diagramme de Bode de $H_i(p) = \dfrac{1+\tau_i p}{\tau_i p} F_{\text{TBO}}(p)$. Quel critère de FP1 ce correcteur permet-il de satisfaire ?

Q 30. Tracer sur le document réponse le diagramme de Bode asymptotique de la fonction $\dfrac{1+\tau_d p}{1+b\tau_d p}$. En déduire le tracé du diagramme de Bode de $H_{id}(p) = H_i(p) \dfrac{1+\tau_d p}{1+b\tau_d p}$. Que change ce correcteur sur la fonction de transfert en boucle ouverte ?

Q 31. La figure 17 représente $H_{id}(p)$. Déterminer K_p pour que le système présente une marge de phase de 45°. Le comportement du système ainsi corrigé est-il satisfaisant au regard du cahier des charges ?

IV Conclusion

Q 32. Le concepteur équipementier automobile reçoit une demande d'équipement pour un nouveau véhicule. Citer les paramètres du système qui devront être redimensionnées à l'aide du modèle développé au cours de l'étude.

BY-NC-SA

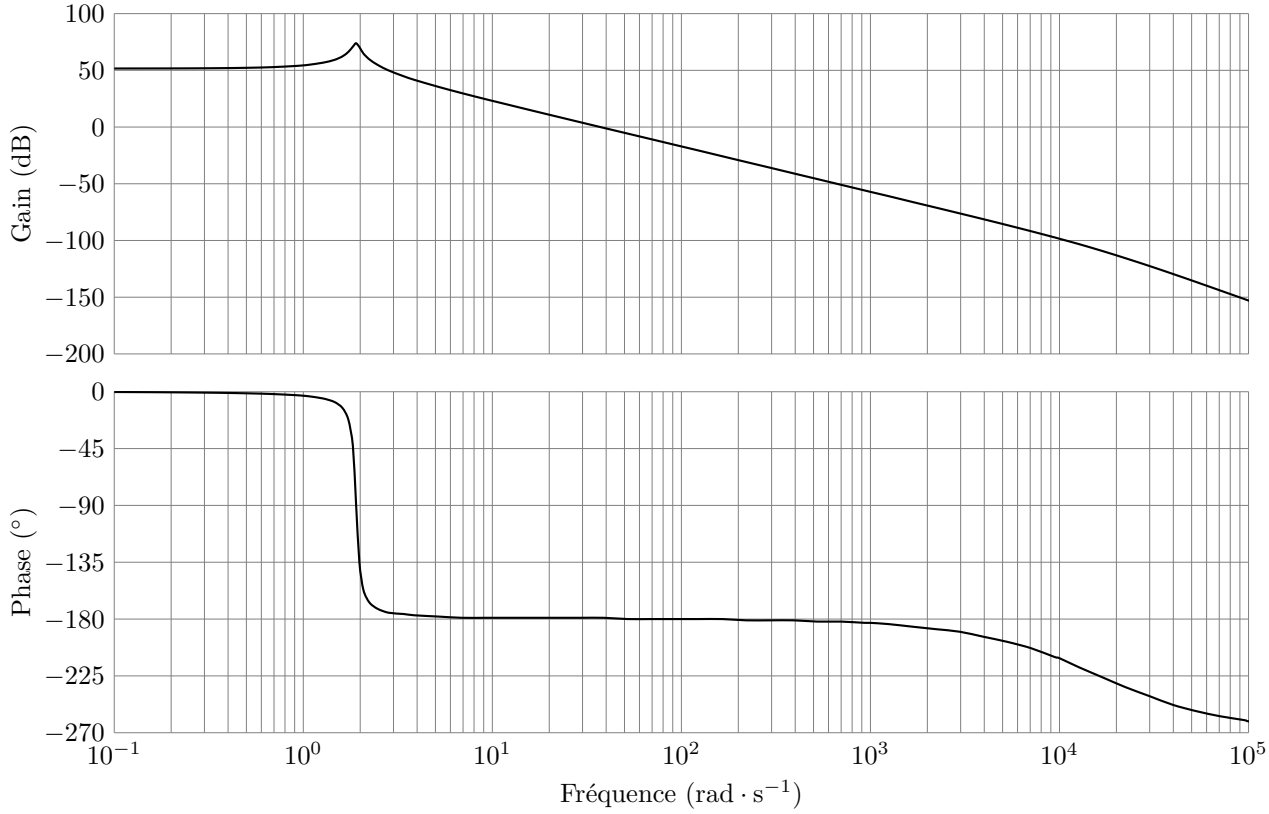


Figure 16 Diagramme de Bode en boucle ouverte de la boucle de position $F_{\mathrm{TBO}}(p)$

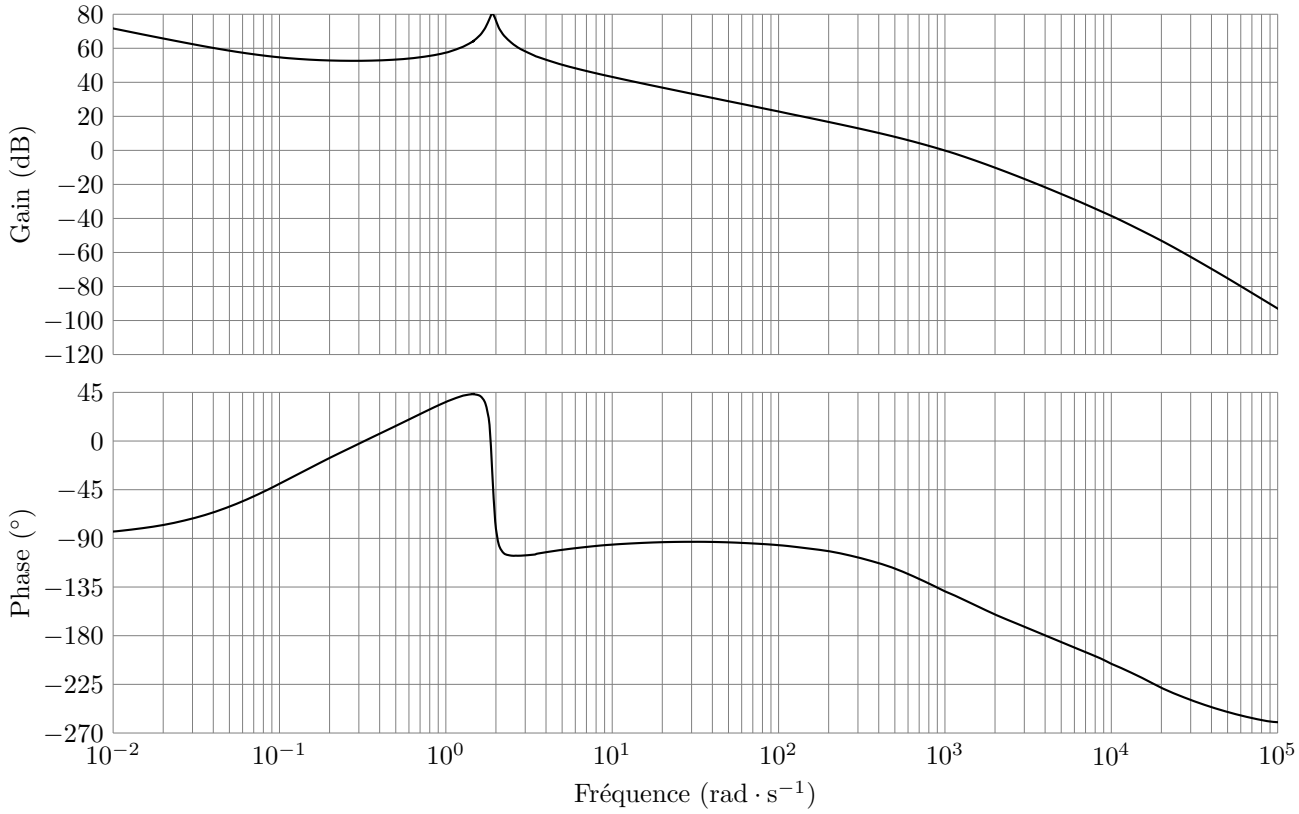


Figure 17 Diagramme de Bode de $H_{id}(p)$

• • • FIN • • •

BY-NC-SA

CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

NOM : .....

Prénom : .....

Signature :

Épreuve de **S2I 1** Filière **TSI**

NUMÉRO DE PLACE

Ne rien porter sur cette feuille avant d'avoir rempli complètement l'en-tête

Q 29 et 30

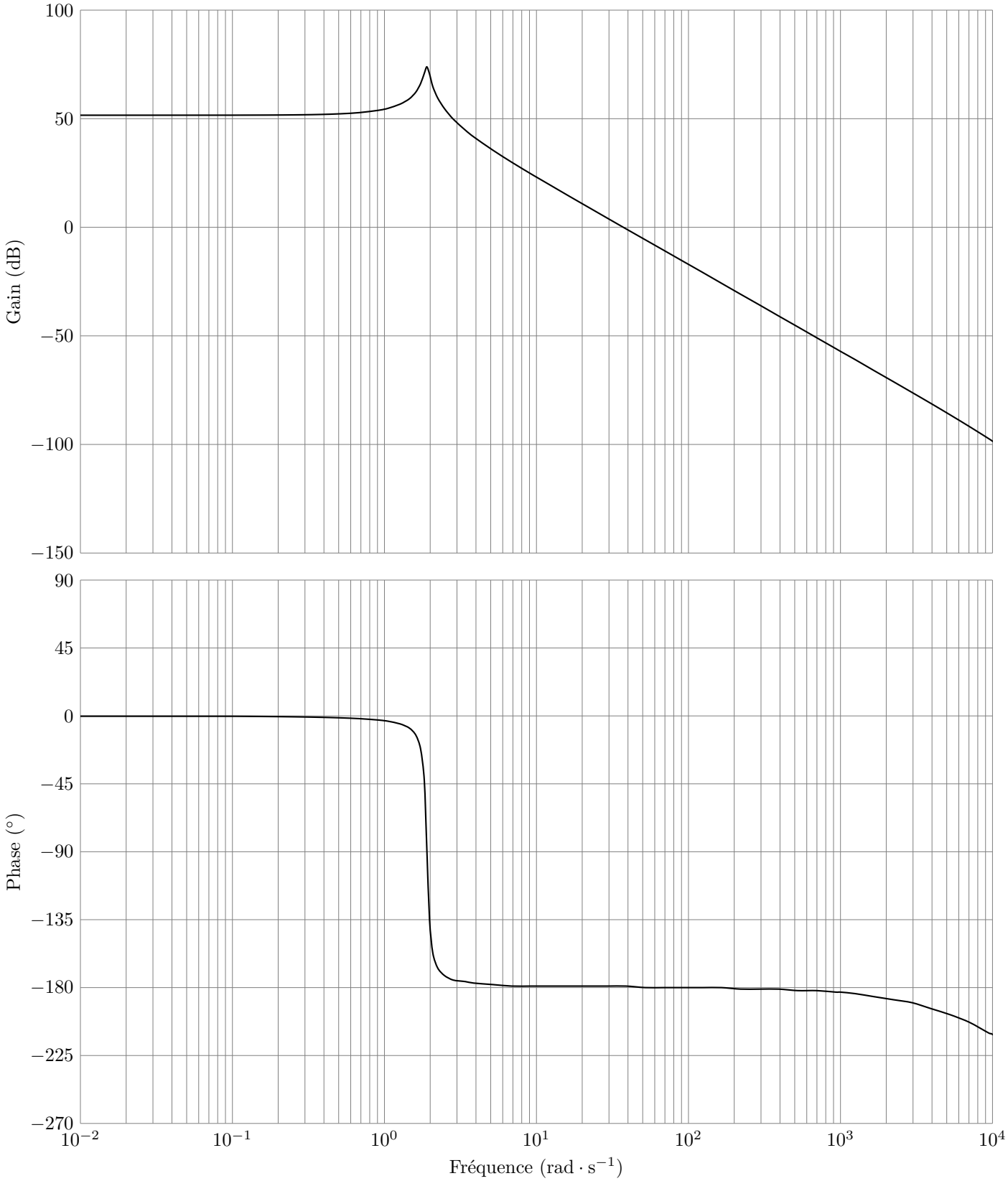


Diagramme de Bode en boucle ouverte de la boucle de position $F_{\text{TBO}}(p)$

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de TSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Cinématique des mécanismes : composition des mouvements, contact ponctuel, lois entrée-sortie et fermetures
- Statique des solides : principe fondamental et stratégie d'isolement
- Énergétique : puissances, théorème de l'énergie cinétique, rendement
- Cinétique : torseurs cinétique et dynamique, énergie cinétique, inertie équivalente
- Correction des systèmes asservis : correcteurs P, PI et à avance de phase
- Simplification d'un modèle : linéarisation, non-linéarités, pôles dominants, validité
- Réponse fréquentielle et diagrammes de Bode
- Performances des systèmes asservis : stabilité, précision, rapidité

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière :
écrire sur WhatsApp

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/centrale/tsi