



CONCOURS COMMUN INP 2024

RAPPORT DE L'ÉPREUVE ÉCRITE DE
SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

1/ REMARQUES GÉNÉRALES

L'épreuve de Sciences de l'Ingénieur du concours CCINP 2024 proposait de travailler sur une pince brucelles instrumentée haptique de micro-manipulation. Le sujet était composé de 5 parties largement indépendantes.

La première partie présentait le contexte de la micro-manipulation ainsi que le système étudié. La validation des exigences géométriques de la pince faisait l'objet de la deuxième partie alors que celle des exigences mécaniques constituait la troisième partie. La quatrième partie portait ensuite sur l'étude du contrôle asservi de la pince et du retour haptique. Enfin, la cinquième partie présentait des fonctionnements alternatifs de la pince.

Ainsi, le sujet permettait d'évaluer les candidats sur une grande partie des compétences décrites dans le programme de Sciences de l'Ingénieur en CPGE.

Cette année encore, un Document Réponse était utilisé pour l'ensemble des questions de l'épreuve. La gestion par les candidats de l'espace proposé est relativement correcte, sauf pour les questions nécessitant des étapes intermédiaires ou le développement d'un calcul. Il apparaît dans ce cas que trop de candidats ont tendance à développer directement leur réponse sur le Document Réponse sans se soucier de l'espace limité à leur disposition. Il est conseillé de réfléchir d'abord au brouillon pour fournir ensuite une réponse propre et synthétique en se focalisant sur les étapes importantes du raisonnement. Pour information, la qualité de la présentation, de la rédaction est prise en compte dans la notation à hauteur de 1 point sur 20.

Beaucoup de candidats répondent aux questions sans s'appuyer suffisamment sur l'énoncé, le contexte du sujet, le système étudié et les résultats aux questions précédentes. Une lecture complète de l'énoncé et des annexes est fortement conseillée avant de commencer à répondre aux questions. Par ailleurs, une lecture attentive des questions est requise pour bien cibler ce qui est demandé et sous quelle forme le résultat est attendu.

De nombreux candidats ont traité le sujet de façon linéaire alors qu'il n'était pas de difficulté croissante, et n'ont pas eu le temps de le traiter jusqu'au bout.

Les correcteurs ont relevé une proportion correcte de copies satisfaisantes de candidats ayant les connaissances de base requises sur une grande partie du programme. A l'inverse, un nombre non négligeable de candidats montre une incompréhension profonde des démarches développées pendant les deux années. De nombreuses lacunes sont pointées par les

correcteurs : trop de définitions, résultats ou de formules de cours ne sont pas connues, trop d'expressions littérales non homogènes utilisées, de résultats sans unité, d'erreurs d'ordres de grandeurs dans les calculs numériques.

Les correcteurs attendent simplement que les formules et théorèmes utilisés soient connus et énoncés avec rigueur, mais aussi que les candidats aient un regard critique quant aux résultats qu'ils proposent.

Malgré cela, l'épreuve a permis de classer correctement les candidats conformément aux attentes du concours.

2/ ANALYSE DÉTAILLÉE DES QUESTIONS

Q1 : Question élémentaire même si la lecture de l'énoncé et du diagramme SysML des cas d'utilisation a étonnamment posé des difficultés.

Q2 : Question plutôt bien traitée même si certains candidats proposent plusieurs sous-exigences alors qu'une seule est demandée.

Q3 : Question rarement parfaitement traitée. Les correcteurs attendent suffisamment de précision dans la réponse, notamment distinguer puissance mécanique de rotation ou de translation.

Q4 : Question assez mal traitée, trop peu de candidats ont le réflexe de s'appuyer sur la structure de la pince et les liaisons pour la composition des mouvements.

Q5-Q6 : Questions assez mal traitées, le simple décompte du nombre de solides, de liaisons ou des inconnues mène à des erreurs.

Q7 : Question plutôt bien traitée.

Q8 : Tous les candidats ne maîtrisent pas la linéarisation d'un modèle sous l'hypothèse courante des petits angles. De nombreuses erreurs d'unité ou de signe dans l'évaluation des coefficients.

Q9 : Le début de la méthode de fermeture géométrique est bien maîtrisé mais les candidats manquent ensuite d'initiative quant au choix de la projection ou à l'utilisation des expressions projetées. Les candidats doivent bien différencier pour cela paramètres constants et données variables.

Q10 : De nombreuses erreurs d'unités dans l'évaluation du coefficient.

Q11 : Le nombre d'informations numériques que l'on peut coder sur n bits atteint rarement 2^n .

Q12 : Question globalement mal traitée passée l'hypothèse de roulement sans glissement. Trop de candidats développent des calculs de cinématique sans prêter attention à la structure de la pince.

Q13 : L'énergie cinétique d'un solide pose problème à beaucoup de candidats en dehors des mouvements simples de rotation ou de translation. Une part non négligeable d'entre eux pense par ailleurs que deux énergies cinétiques peuvent se compenser en raison de mouvements de sens opposé.

Q14 : Des maladresses dans les calculs avec les coefficients 2 ou 1/2, ou encore les puissances 2.

Q15-Q16 : Les actions mécaniques pourtant complètement définies en annexe ne sont pas toujours bien exploitées. Beaucoup de difficultés pour exprimer correctement la vitesse utile pour déterminer la puissance développée par un glisseur.

Q17 : Question relativement bien traitée par les candidats ayant franchi les questions précédentes.

Q18-Q19 : Les deux cas d'utilisation déjà étudiés à la première question ont posé soucis à pas mal de candidats. Par ailleurs, si une information est mise en gras dans l'énoncé, c'est qu'elle est à prendre en compte.

Q20 : Question très mal traitée : trop de candidats pensent qu'ils peuvent s'arrêter à l'analyse des efforts de l'utilisateur ou de l'objet en entrée du modèle et ne s'intéressent même pas au couple moteur en sortie de celui-ci.

Q21 : Question peu traitée alors que les équations à utiliser sont données juste au-dessus et en Q17.

Q22. Question peu traitée, mais en général correctement par les candidats ayant réussi la question précédente.

Q23 : Question plutôt bien traitée par les candidats.

Q24 : Question plutôt bien traitée par les candidats même si le sommateur avant la grandeur de sortie a perturbé bon nombre de candidats.

Q25 : Question assez bien traitée. Pourtant, même si la fonction de transfert demandée était définie, certains candidats ouvrent non seulement la boucle d'asservissement de courant mais aussi la boucle du moteur.

Q26 : Question assez mal traitée alors que la forme proposée à la question précédente était suffisante pour répondre à cette question : des confusions entre boucle ouverte et fermée, entre écart statique absolu ou relatif, des erreurs concernant le gain statique de la boucle ouverte corrigée ou encore les calculs découlant d'une inégalité initiale.

Q27 : Question plutôt bien traitée par les candidats, même si certains oublient l'allure des diagrammes réels.

Q28 : Question assez mal traitée. Vérifier une exigence nécessite de rappeler le critère et le niveau du diagramme SysML des exigences, de déterminer ou donner le niveau du modèle puis de conclure. Concernant les marges de stabilité, de nombreux candidats considèrent que si la phase critique de -180° n'est pas atteinte, la marge de gain n'existe pas et ne respecte pas le niveau minimal de 10 dB. Les correcteurs tiennent à rappeler que la marge de gain correspond au gain que l'on peut ajouter au système avant de le déstabiliser qui, dans ce cas, est infini.

Q29-Q30 : Questions plutôt bien traitées.

Q31 : L'analyse du signe du correcteur devait reposer sur le principe de fonctionnement correct d'un asservissement. En ce qui concerne la précision, certains candidats continuent d'analyser l'asservissement en courant alors que cette partie concerne la boucle de position.

Q32 : cf. remarques Q28

Q33 : Question traitée souvent trop superficiellement avec des confusions entre la marge de phase, la phase de la boucle ouverte corrigée ou celle du correcteur seul. Trop de candidats ne règlent pas la pulsation de coupure à 0dB et conservent celles du système non corrigé.

Q34 : Question assez peu traitée mais assez bien traitée.

Q35 : Trop de candidats ne connaissent pas ou confondent les différentes techniques de réglage d'un correcteur proportionnel intégral.

Q36 : Les commentaires des courbes obtenues ont surtout montré que les candidats n'ont pas bien compris le principe d'un retour haptique sur une pince maître en téléopération. L'analyse des performances est trop peu basée sur les valeurs simulées et-ou requises.

Q37-Q38 : Au-delà de la syntaxe concernant les évènements et condition de garde, les fonctionnements alternatifs de la pince ont globalement été mal compris.