

S2I

Présentation du sujet

L'épreuve de sciences industrielles de l'ingénieur de la session 2018 est construite sur l'analyse partielle d'un dispositif de reprofilage des roues du transport ferroviaire.

Ce dispositif est une réponse à la double problématique de redonner aux roues, inéluctablement usées, une géométrie compatible avec le confort attendu par les passagers et d'immobiliser la rame pendant une durée compatible avec la disponibilité attendue des rames et l'économie générale du transport.

La pertinence de cette solution réside dans le choix des ingénieurs de concevoir une machine qui réalise le profilage directement sur la rame, donc sans démontage de l'essieu ni de la roue.

L'objet de l'étude proposée aux candidats est une validation partielle de la capacité du dispositif à réaliser la géométrie du profilage des roues conforme au cahier des charges.

En s'appuyant sur la démarche de résolution d'un problème de sciences industrielles de l'ingénieur, le sujet est structuré autour de deux parties rédigées avec une progressivité dans les difficultés, donnant ainsi la possibilité à tous les candidats de mobiliser et de valoriser les compétences acquises. Ces deux parties principales sont précédées d'une vérification de la pertinence économique de l'utilisation de cette machine. Elles sont suivies d'une question qui mobilise les compétences de synthèse des candidats.

La première partie est consacrée à l'analyse partielle de la chaîne d'énergie d'entraînement en rotation de la roue pendant la phase de reprofilage et à la validation de la machine électrique.

La seconde propose aux candidats d'analyser la commande du dispositif de mise en translation de l'outil et plus particulièrement la chaîne d'asservissement en position et en vitesse du porte-outil afin de proposer puis de régler un correcteur permettant d'assurer le niveau de performance attendu pour le profil de la roue.

Analyse globale des résultats

Les prestations des candidats suscitent cette année, de la part du jury les mêmes remarques générales que celles des années précédentes. Manifestement les rapports, rédigés ces dernières années, pour les candidats et leurs professeurs, n'ont pas eu l'impact attendu sur la préparation en classes préparatoires. Malgré ce constat le jury reprend les remarques antérieures.

D'une façon récurrente :

- les meilleures notes sont attribuées aux candidats qui montrent de réelles capacités à analyser, modéliser, calculer, critiquer et à communiquer par écrit ;
- les réponses données sans aucune justification ne sont pas prises en compte par les correcteurs. Les pages de « verbiage écrit » doivent être remplacées par des explications claires et concises, appuyées sur des schémas pertinents ;
- les résultats numériques sans unité sont lourdement pénalisés. Le jury conseille aux candidats de prendre le temps de vérifier l'homogénéité des résultats, de faire les applications numériques lorsqu'elles sont demandées, et d'en faire une analyse critique (ordre de grandeur, nombre de chiffres significatifs adapté).

Et cette année :

- le jury regrette de trouver de plus en plus de copies dont la qualité de présentation n'est pas du niveau attendu d'une copie de ce concours. De plus en plus de réponses sont illisibles. Les lettres ne sont pas identifiables car mal ou pas du tout formées. Les signes dans les formules ne sont pas reconnaissables. Le jury cette année encore a fait beaucoup d'effort pour déchiffrer les copies. Il ne le fera pas. Dans le doute, ces candidats seront sanctionnés par les correcteurs ;
- le jury recommande aux candidats d'indiquer le numéro des questions correspondant aux réponses qu'ils développent et de mettre en relief les résultats ;
- les réponses aux questions confirment la dérive du manque de rigueur dans les raisonnements et dans l'application des théorèmes. Le jury sanctionne bien sûr les fautes mais aussi les manquements ou insuffisances et les imprécisions ;
- les questions de mécanique (cinématique, quasi-statique) sont cette année, encore plus que les précédentes, mal traitées. Les candidats manquent de connaissances et de méthodes. Ils ne respectent pas les notations usuelles (absence du repère de dérivation, mouvements relatifs non précisés...) et aboutissent systématiquement à des résultats faux.

Cette année enfin, outre la dégradation de la qualité du graphisme et de la présentation,

- le jury souligne le nombre d'erreurs de signe anormalement élevé dans la manipulation des outils scalaires et vectoriels en géométrie, cinématique ou dynamique ;
- le jury relève une forte dégradation de l'évaluation des puissances extérieures galiléennes ou intérieures dans l'analyse d'un système de solides ;
- le jury déplore enfin des erreurs dans la caractérisation du phénomène de retard dans le domaine fréquentiel et du tracé asymptotique de Bode.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Les commentaires ci dessous sont négatifs car ils ne soulignent pas les bonnes réponses mais les erreurs commises. Le jury maintient cependant cette litanie car il souhaite qu'elle soit perçue par les candidats comme autant d'opportunités de progrès pour la prochaine session.

I Contexte et étude préliminaire

Une très grande majorité des candidats n'a pas donné les réponses attendues à cette première question qui ne présentait pourtant pas de difficulté particulière. Il y a certes quelques erreurs de calcul, mais la principale raison doit se trouver dans une lecture trop rapide du texte par des candidats impatientes de commencer à rédiger leur copie. Le jury recommande de prendre le temps de lire avec attention, la mise en situation et les questions.

II Analyse de l'entraînement en rotation d'une roue

La détermination du degré de mobilité du modèle très simple (quatre solides en 2D) retenu pour le mécanisme n'a pas été correctement traitée par de très nombreux candidats manifestement par méconnaissance de la théorie des mécanismes.

Les conditions de roulement sans glissement sont régulièrement mal exprimées par manque de rigueur des expressions vectorielles. Quand bien même elles sont correctement écrites, les relations scalaires déduites sont très souvent entachées d'erreurs de signe.

La puissance motrice est souvent considérée comme une puissance intérieure.

Les nombreuses erreurs de signe dans les calculs de puissances et de moments (**Q6.** et **Q9.**) laissent à penser que les étudiants ne maîtrisent pas les règles du calcul vectoriel et que ces expressions de puissances et moments ne leur apparaissent pas comme des grandeurs concrètes.

Le jury a été déçu de constater que les candidats ont été nombreux à ne pas réussir à exprimer la vitesse de l'outil par rapport au solide noté 3 alors que la composition de vitesses était nettement suggérée dans la question.

Trop de candidats ont rencontré des difficultés à extraire les informations utiles parmi toutes les notations introduites dans le sujet et en annexe (**Q11.**).

Le calcul de la longueur comme intégrale de la vitesse a posé problème. Beaucoup de candidats ont pensé, à tort, que cette longueur se calculait en effectuant le produit de la vitesse par le temps.

Le jury a été très surpris de constater que très peu de candidats ont été capables de choisir correctement le moteur (**Q16.**). Le choix, lorsqu'il est fait, l'est à partir d'un seul critère, le couple ou la vitesse (quelquefois le rendement !). Les problèmes de sciences industrielles de l'ingénieur sont par principe multi-critères.

III Analyse de la commande du dispositif de mise en translation de l'outil

Bien que la première partie de la **Q18.** soit souvent bien traitée les explications pour le passage dans le domaine symbolique ne sont pas claires. Les réponses correctes à la deuxième partie de la question sont, elles, extrêmement rares.

Le tracé de Bode (**Q22.**) comme somme de tracés usuels (premier et second ordre) n'est pas maîtrisé. De même, la plupart des candidats oublie que le calcul de la phase et du gain en décibels de produits de fonctions usuelles peut s'effectuer comme simple somme (**Q26.** et **Q27.**).

Les candidats sont manifestement habitués à valider des modèles approchés, sans penser à les critiquer (**Q23.**).

La transformée de Laplace d'un retard est rarement connue.

Q23. a été bien traitée. Le jury regrette des imprécisions sur la pente et la position de la courbe asymptotique de gain.

Les réponses à **Q24.** sont décevantes car elles montrent beaucoup de confusions avec la précision et les intégrateurs.

Les réponses à **Q27.** et **Q28.** sont très décevantes pour le jury. Ne pas avoir précisé de langage semble avoir posé des problèmes aux candidats.

Comme pour la validation du moteur (**Q16.**), la validation des performances de l'asservissement a été mal traitée (**Q32.**). Beaucoup de candidats ne valident pas tous les critères du cahier des charges.

IV Synthèse

Le sujet se termine tout naturellement par une question (**Q32.**) qui doit permettre aux candidats d'exprimer leur niveau de compréhension de la problématique posée et de conduire une analyse partielle de la pertinence de la solution à répondre au cahier des charges.

De très nombreux candidats sont allés jusque là mais le résultat est assez décevant. Comme pour la validation du moteur (**Q16.**), la validation des performances de l'asservissement a été conduite avec l'analyse d'un seul critère.

Le jury attache une attention particulière à ces questions de synthèse et y valorise une argumentation précise et bien construite qui conduit à une conclusion pertinente. Les réponses banales, reprenant le texte du sujet ne présentent aucun intérêt.

Conclusion

Les sujets de sciences industrielles pour l'ingénieur sont construits autour d'une problématique industrielle. Découpés en plusieurs parties, ils proposent une progressivité dans la démarche de compréhension du système, d'analyse et de modélisation. Ainsi, les candidats qui papillonnent, en ne traitant pas le problème dans l'ordre, éprouvent davantage de difficultés à répondre aux questions. Le jury rappelle tout le bénéfice que les candidats peuvent tirer de la lecture complète du sujet avant de commencer la rédaction.

Les prestations fournies par les candidats à cette session ne sont pas aussi bonnes que l'avait espéré le jury. L'analyse des résultats confirme que le sujet n'était ni trop difficile, ni trop long. Avec peu de questions calculatoires, les candidats devaient mobiliser toutes leurs compétences pour conduire des analyses pertinentes et construire des réponses argumentées.

Comme chaque année, le jury se réjouit de trouver d'excellentes copies qui sont manifestement le fruit d'un travail soutenu et de compétences affirmées. Par la qualité de leur prestation, ces candidats valident la longueur et l'adéquation de l'épreuve au public visé. Par leur exemple, ils encouragent les futurs candidats et leurs formateurs à persévérer dans la voie de l'excellence de la préparation.

Ces excellentes copies montrent également que, malgré le contexte particulier d'une épreuve de concours, il est possible de rédiger les réponses avec un graphisme clairement lisible et une présentation soignée. Cependant, cette capacité ne se révèle pas le jour du concours. Aussi, le jury invite les professeurs de classes préparatoires à exiger un niveau de qualité dans les copies que les étudiants leur remettent au cours des deux années de préparation.