

SCIENCES INDUSTRIELLES B
SYSTÈME D'OUVERTURE DE PORT SUR UN AVION-CARGO

Durée : 6 heures

PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet porte sur un système d'ouverture de porte latérale avant d'avion-cargo destiné au transport de marchandises. L'étude porte essentiellement sur l'exigence d'assurer le mouvement du système d'ouverture.

L'épreuve est divisée en 3 parties dont chacune est consacrée à la validation d'une sous-exigence. Dans la première partie, on étudie la cinématique du système d'ouverture avec pour objectif d'assurer que la porte a un débattement angulaire suffisant pour permettre le passage des matériels, marchandises et personnels par la porte et que le mouvement d'ouverture/fermeture peut se faire dans un laps de temps compatible avec les cadences requises. La seconde partie s'intéresse au dimensionnement de la transmission interne en termes d'architecture et également de résistance vis-à-vis des surcharges via l'introduction d'un limiteur de couple. Enfin la dernière partie est consacrée au dimensionnement d'un des arbres de transmission et au choix de ses paliers de guidage afin de satisfaire les exigences de durée de vie.

Remarque : cette session 2023 inaugure un nouveau format pour l'épreuve Sciences Industrielles B. La partie conception graphique, qui représentait jusqu'en 2022 un peu moins de la moitié des points du barème, a disparu au profit d'une notice plus longue. Cette notice se concentre sur la modélisation pour la conception et l'innovation de systèmes mécaniques. Les compétences attendues s'appuient sur les connaissances en technologie de construction mécanique, ainsi que sur l'application de règles et de critères de conception, afin de guider le choix et le dimensionnement de solutions techniques. Un aspect important consiste en la comparaison de solutions sur des critères en lien avec un cahier des charges afin de réaliser une innovation incrémentale du système.

Les poids relatifs des différentes parties du sujet sont :

- Caractéristiques du système d'actionnement Q1 à Q12	22%
- Choix de la transmission interne à l'actionneur Q13 à Q36	42%
- Dimensionnement d'un arbre de transmission et de ses paliers Q37 à Q56	36%

COMMENTAIRE GÉNÉRAL SUR L'ÉPREUVE

Le sujet est structurellement long, les candidats peuvent ainsi s'exprimer sur l'ensemble de leurs compétences et montrer leur capacité à aborder un problème dans sa globalité. Une lecture complète du sujet est conseillée en début d'épreuve afin de s'imprégner de ce dernier.

Les calculatrices sont interdites. Certaines applications numériques demandent une aptitude à effectuer des approximations pour pouvoir atteindre le résultat. Lors de l'évaluation des copies, une tolérance de quelques pourcents est appliquée sur la précision des résultats numériques obtenus.

Le sujet ne pose pas de difficulté particulière de compréhension et toutes les questions posées sont au niveau des candidats ; à chaque question, plusieurs candidats obtiennent le maximum des points.

Dans toutes les parties du sujet, des connaissances de base sont évaluées. Bon nombre de candidats ne les maîtrisent pas.

Les candidats ont su profiter des parties indépendantes et des questions indépendantes à l'intérieur de chaque partie. Certaines parties ou sous parties sont intégralement non traitées par certains candidats, notamment la fin de la partie 2 fréquemment abandonnée au profit de la partie 3.

Le jury remarque que les candidats semblent familiers de ce format d'épreuve avec cahier réponse. Néanmoins encore trop d'entre eux ont eu visiblement un raisonnement juste mais ne répondent pas précisément à la question posée (donnent l'expression littérale au lieu de l'application numérique, et inversement, n'expriment pas les résultats en fonction des quantités demandées ou n'effectuent pas leurs applications numériques dans l'unité demandée) ce qui les pénalise fortement. Il est également regrettable que lorsque les réponses sont à choix multiples (par exemple pour la question 22) les candidats tentent de répondre en cochant les cases de façon aléatoire.

ANALYSE PAR PARTIE

Caractéristiques du système d'actionnement

Cette partie s'intéresse en particulier à la cinématique de l'actionnement de la porte. La première sous partie propose de vérifier que la course de l'actionneur permet d'assurer un débattement angulaire suffisant de la porte. Le tracé des trajectoires a été réussi par moins de la moitié des candidats ce qui les a pénalisés pour la suite : moins d'un quart des candidats poursuivent en choisissant une liaison adaptée et trouvent les longueurs et course de vérins adaptés au problème. La seconde sous-partie vise à vérifier que les temps d'ouverture et fermeture sont compatibles avec les exigences. Seuls 10% environ des candidats traitent correctement cette partie. La dernière sous-partie consacrée aux efforts à développer par l'actionneur est en moyenne un peu mieux traitée.

Choix de la transmission interne à l'actionneur

Cette partie est la moins bien traitée des trois ; seules 7 questions sur 23 sont réussies par plus de 20% des candidats. La première sous-partie s'intéresse au choix de l'architecture du système d'actionnement, avec le choix d'un moteur et de rapports de transmission adaptés. Compte tenu des masses en mouvement, quelques questions s'intéressent au comportement en régime transitoire et à l'estimation des inerties en jeu. Plus on avance dans cette sous partie, moins les questions sont traitées et moins les réponses sont justes. La seconde sous-partie est consacrée à la protection du système vis-à-vis des surcharges via l'utilisation d'un limiteur de couple. Le début de cette partie, pourtant assez classique, a été peu réussie, avec un léger mieux sur le choix de configuration. À partir de la question 30, les questions ont fréquemment été délaissées au profit de la dernière partie du sujet.

Dimensionnement d'un arbre de transmission et de ses paliers

Cette partie, calculatoire mais classique, est celle que les candidats ont globalement la mieux réussie, puisque, pour près d'une question sur deux, un tiers des candidats obtient le maximum de points à la question. Elle est décomposée en trois sous-parties : la première s'intéresse à la détermination des actions mécaniques dans les liaisons, la deuxième au calcul des sollicitations dans l'arbre de transmission et la troisième au choix des paliers à éléments roulants vis-à-vis de leur durée de vie. L'indépendance des différentes sous-parties entre elles et le fait que les résultats intermédiaires soient fournis a permis aux candidats d'aborder chacune des sous-parties même si des erreurs avaient été faites précédemment avec néanmoins des résultats un peu moins justes dans la dernière sous-partie.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Écrire lisiblement, assez gros et avec une encre pas trop claire. Marquer suffisamment les tracés au crayon.

Lire l'ensemble du sujet en début d'épreuve afin d'aller chercher les parties dans lesquelles ils se sentent le plus à l'aise.

Répondre précisément aux questions posées en différenciant bien expression littérale et application numérique. Exprimer les applications numériques dans l'unité requise, spécifier l'unité si celle-ci n'est pas imposée, et donner les expressions littérales en fonction des variables spécifiées dans la question.

Connaître et maîtriser les connaissances de base : torseur de cohésion, formules de résistance des matériaux, application du PFS, du PFD, du théorème de l'énergie cinétique...

Effectuer les applications numériques en dépit de l'interdiction des calculatrices et prendre du recul sur les résultats numériques obtenus en se posant la question élémentaire : le résultat est-il plausible vis-à-vis du produit étudié ?