

6 Sciences Industrielles

6.1 Remarques générales

L'épreuve a permis de classer les candidats. En effet, le jury a corrigé d'excellentes copies, preuve que le sujet était accessible, mais aussi beaucoup de copies très faibles. Il est à noter que les différentes parties ont toutes été abordées, mais pas forcément par tous les candidats.

En ce qui concerne la filière MP, le jury s'étonne du grand nombre de copies presque vides, alors que nombre de questions étaient classiques, sans réelle difficulté.

Le jury encourage fortement les candidats à traiter toutes les parties du sujet et à montrer qu'ils maîtrisent l'ensemble des domaines des sciences industrielles de l'ingénieur. Il est vivement conseillé aux futurs candidats de s'investir sérieusement dans toutes les parties du programme du concours et d'acquérir l'ensemble du corpus de connaissances des disciplines qui constituent les sciences de l'ingénieur. Ce travail nécessite un investissement durant les deux années de formation en CPGE.

Le jury constate trop souvent un manque de rigueur et de précision dans la rédaction des réponses. Notamment, les correcteurs s'attendent à trouver exposées les démarches de travail conduisant aux résultats proposés. Les réponses doivent être détaillées et argumentées : des résultats donnés directement, sans calcul, sans justification de principe, ne sont pas pris en compte.

Par ailleurs, trop souvent le soin apporté aux copies est insuffisant, rendant difficile voire impossible la lecture des réponses. Le document-réponses fourni est dimensionné pour que l'espace entre chaque question soit suffisant pour répondre. Cependant de nombreux candidats ne respectent pas cela. Il est nécessaire d'utiliser du brouillon avant de répondre sur le document-réponses. De plus les stylos à plume avec une encre trop claire sont à proscrire.

6.2 Présentation du sujet

Le support commun retenu est un manipulateur développé par la société FESTO. Ce manipulateur est utilisé dans l'industrie lorsque la rapidité et la précision de produits sont nécessaires.

C'est précisément pour répondre à ces exigences que FESTO a développé un manipulateur à grande vitesse pour des opérations dynamiques de manipulation et d'assemblage de petites pièces.

Le manipulateur est composé de deux axes qui permettent à un chariot d'atteindre une position quelconque dans un plan.

La cinématique de ce manipulateur est originale et innovante car elle est assurée par deux moteurs pas à pas qui entraînent une seule courroie crantée.

L'objectif global de ce sujet est d'étudier la faisabilité d'utiliser le manipulateur, muni d'un troisième axe de translation pour mouvoir une unité de vissage/dévissage sur une unité de production automatisée.

Pour atteindre cet objectif, différentes parties sont abordées :

- la première partie consiste à établir la logique de commande des actionneurs pour un mouvement défini ;
- la seconde partie vise à établir un modèle de connaissance de la structure et de l'asservissement en position du manipulateur ;
- la troisième spécifique aux PSI s'intéresse à l'analyse des guidages en translation ;

2^e partie : commande des axes du manipulateur.

- Compléter un modèle multiphysique ;
- Établir un modèle de connaissance du manipulateur ;
- Évaluer et valider les performances de la commande en position.

3^e partie : guidage en translation.

- Analyser la structure cinématique.

4^e partie : compatibilité axe Z.

- Évaluer les performances mécaniques de l'axe vertical et valider les performances vis-à-vis des exigences du cahier des charges.

Pour le sujet MP

1^{re} partie : établissement de la logique de commande.

- Compléter un chronogramme mettant en évidence les conditions de déclenchement d'un mode de fonctionnement ;
- Établir le modèle géométrique direct et inverse du manipulateur ;
- Vérifier que le programme de retour en position initiale est valide pour l'ensemble de l'espace de travail du robot.

2^e partie : commande des axes du manipulateur.

- Établir un modèle équivalent à un système poulies-courroie élastique ;
- Établir un modèle de connaissance du manipulateur ;
- Évaluer et valider les performances de la commande en position.

3^e partie : compatibilité axe Z.

- Évaluer les performances mécaniques de l'axe vertical et valider les performances vis-à-vis des exigences du cahier des charges.

Le sujet MP comprend 30 questions pour une durée d'épreuve de 3 heures.

Le sujet PSI, quant à lui, comporte 36 questions pour une durée d'épreuve de 4 heures.

Pour rappel, la calculatrice est toujours interdite.

En PSI étaient abordés les champs disciplinaires correspondant à :

- Cinématique : 3, 4, 5, 6, 7 ;
- Outils de description comportemental : 1, 2, 8, 9 ;
- Dynamique : 10, 11, 12, 13, 32, 33, 34, 35 ;
- Schématisation, analyse de mécanisme : 17, 29, 30, 31 ;
- Systèmes linéaires continus invariants : 14, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 25, 26, 27 ;
- Synthèse et validation du cahier des charges : 19, 22, 24, 28, 36.

En MP étaient abordés les champs disciplinaires correspondant à :

- Cinématique : 2, 3, 4, 5, 6 ;
- Outils de description comportemental : 1, 7, 8 ;
- Dynamique : 9, 10, 11, 26, 27, 28, 29, 30 ;
- Systèmes linéaires continus invariants : 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24 ;
- Synthèse et validation du cahier des charges : 20, 25, 30.

un graphe d'états qui était à compléter. De nombreux candidats ne connaissent pas la syntaxe pour compléter un graphe d'états et notamment la différence entre évènement et activité.

Q3 à 6 - Ces quatre questions demandent de la logique et une analyse précise de la cinématique du manipulateur. Il y a eu de nombreux candidats qui ont fait une erreur de signe à la question 3. De ce fait l'expression à déterminer pour les consignes articulaires était inexacte.

Q7 - Question bien traitée en générale. Il était possible d'y répondre même si les réponses aux questions précédentes étaient fausses.

Q8 - Question bien traitée et faisable sans avoir répondu aux questions précédentes.

Q9 - L'outil informatique pour réaliser des modèles acausaux n'est pas toujours connu par les candidats. Les symboles sont parfois positionnés sans aucune logique ni cohérence.

Q11, 12 et 13 - La rédaction a été pour beaucoup catastrophique. Le manque de rigueur est étonnant à ce niveau. Les BAME sont quasi systématiquement incomplets, des isollements sans intérêt, l'énoncé des théorèmes généraux hasardeux.

Q14 - Bien traitée dans l'ensemble.

Q15 - Encore une question où les candidats doivent justifier un résultat. Les réponses sont souvent farfelues. Certains justifient le premier ordre en indiquant que la présence de pôles complexes conjugués se compensent et donc qu'il reste un premier ordre. Le jury souligne qu'il est inutile d'inventer des justifications et qu'il est préférable dans ce cas de ne pas répondre.

Q16 - La réponse est correcte pour ceux qui ont juste à la **Q14**.

Q17 - Beaucoup d'erreurs sur le nombre d'impulsions.

Q18 et 19 - Un grand nombre de candidat n'a pas abordé ces questions qui sont pourtant classiques.

Q20 - Plutôt correct même si certains candidats ont confondu la boucle de vitesse avec la boucle de position.

Q21 - Question de cours qui n'a pas posé de problème.

Q22 - De trop nombreux candidats donnent des résultats sans justifier leur réponse.

Q23 - L'identification de la pulsation de cassure est souvent approximative et beaucoup trop de candidats ne savent pas lire les échelles logarithmiques.

Q24 - Réponse satisfaisante à condition d'avoir trouvé le bon taux d'amortissement à la question précédente.

Q25 - Rarement bien traitée à cause d'erreurs sur les applications numériques.

Q26 - Question bien traitée dans l'ensemble.

Q27 - La stabilité est souvent justifiée de manière incorrecte. La marge de gain est approximative et les tracés pas toujours présents.

Q28 - Il ne suffit pas de répondre « le cahier des charges est validé » ! Encore une fois, il est nécessaire de justifier les réponses.

Q29 - Le graphe de liaisons étaient souvent incomplet.

Q30 - Les liens entre les liaisons sont bien souvent faux et ne correspondent donc pas au mouvement entre les classes d'équivalences. L'utilisation de couleur aurait été bénéfique pour les candidats. Enfin,

Q34 - Les erreurs les plus fréquentes concernent l'ensemble à isoler. À partir de cette erreur, les étudiants ont réalisé de nombreux calculs inutiles et de ce fait ont perdu du temps.

Q35 - Des erreurs sur le maximum en intensité.

Q36 - Rarement abordée.

Questions MP

Q1 - Le candidat devait compléter un chronogramme à partir de la lecture d'un diagramme d'états fourni. Beaucoup d'erreurs ont été commises : mauvaise lecture du diagramme d'états, confusions entre actions et événements, manque de rigueur dans la rédaction du chronogramme.

Q2 à 5 - Ces quatre questions demandent de la logique et une analyse précise de la cinématique du manipulateur. De nombreux candidats ont fait une erreur de signe à la question 2. De ce fait, l'expression à déterminer pour les consignes articulaires était inexacte.

Q6 - Question bien traitée en générale. Il était possible d'y répondre même si les réponses aux questions précédentes étaient fausses.

Q7 et 8 - La lecture d'un algorithme a visiblement posé un problème à beaucoup de candidats. De plus, il n'est pas certain que la lecture de la **Q8** ait reçu toute l'attention nécessaire à sa compréhension

Q9, 10 et 11 - La rédaction a été pour beaucoup catastrophique ; le manque de rigueur est étonnant à ce niveau. Les isollements, lorsqu'ils sont énoncés, sont souvent fantaisistes, les bilans des actions mécaniques extérieurs sont quasi systématiquement incomplets, le principe fondamental de la dynamique est malmené, le théorème du moment dynamique étant souvent absent des réflexions des candidats.

Q12 - Une majorité de candidat a réussi le calcul de la fonction de transfert.

Q13 - La notion de pôle dominant est mal connue.

Q14 - La réponse est correcte pour ceux qui ont juste à la **Q13**.

Q15 - Beaucoup d'erreurs sur le nombre d'impulsion.

Q16 - Assez étonnamment, un grand nombre de candidat n'a pas abordé cette question, pourtant classique.

Q17 - Là encore, cette question sans grande difficulté a posé un problème à un grand nombre.

Q18 - Question abordée sur beaucoup de copies, avec une certaine réussite.

Q19 - Question de cours qui a laissé un tiers des candidats sans réponse.

Q20 - Question plutôt bien traitée.

Q21 - L'identification de la pulsation de cassure est souvent approximative et beaucoup trop de candidats ne savent pas lire les échelles logarithmiques.

Q22 - La quantité d'erreurs sur la modification de la fonction de transfert en boucle fermée, par suite de l'ajout d'un correcteur proportionnel dans la boucle d'asservissement, illustre le manque de réflexion et de recul de beaucoup de candidats. Le lien entre taux d'amortissement et dépassement est souvent mal connu.

Q23 - Question peu abordée.

Q24 - La stabilité est souvent non justifiée ou justifiée de manière incorrecte. Les tracés font souvent

Q28 - Question peu abordée, dans laquelle le jury relève que es erreurs les plus fréquentes concernent le choix de l'ensemble à isoler. À partir de cette confusion, les étudiants ont réalisé de nombreux calculs inutiles.

Q29 - Question peu abordée, mais avec succès généralement.

Q30 - C'est la question la moins traitée du sujet. Cependant, des réponses pertinentes ont été identifiées, indiquant de ce fait la faisabilité du sujet.

6.4 Conclusions

La rédaction des copies et la restitution de notions du cours (réduction d'ordre d'une fonction de transfert, stabilité, hyperstatisme, dynamique du solide) sont souvent très approximatives. Il est essentiel que les fondamentaux soient connus de manière exacte. Le jury invite donc les candidats à maîtriser parfaitement le cours et à faire preuve de plus de rigueur dans la rédaction de leur copie.