

1/ PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet portait sur le robot manipulateur du système Skypod, qui est un système automatisé de préparation de commande. Ce robot permet de se déplacer sur le sol, de se déplacer verticalement dans les étagères et de manipuler les bacs dans lesquels les produits sont stockés. L'objectif était d'analyser le système dans ses différentes phases d'utilisation (déplacement au sol, élévation dans les étagères, manipulations des bacs), de valider quelques exigences puis d'aborder la gestion informatique d'un parcours du robot dans l'entrepôt, de sorte que les thèmes abordés par le sujet permettent de balayer une très grande partie du programme.

Pour cela, cinq parties indépendantes étaient proposées :

- la **partie I** propose au candidat de s'intéresser au comportement global du système au travers d'une étude séquentielle permettant de décrire les différentes phases d'utilisation. Le comportement séquentiel est décrit par un diagramme d'état ;
- la **partie II** s'intéresse plus particulièrement à la phase de déplacement au sol dans l'entrepôt. Une étude cinématique classique est proposée aux candidats afin d'étudier l'influence de la vitesse de chaque roue motrice sur la trajectoire globale du robot, en ligne droite et en virage ;
- les **parties III et IV** s'intéressent au déplacement vertical du robot dans les étagères. Une étude énergétique était proposée en lien avec un dimensionnement de couple moteur, puis une étude de l'asservissement de l'assiette du robot permettant de conserver une horizontalité du robot et de sa charge ;
- la **partie V**, uniquement de l'Informatique Commune, propose aux candidats l'étude d'algorithmes cherchant à établir l'itinéraire le plus rapide d'un robot au sein de l'entrepôt en tenant compte de la présence d'autres robots.

2/ APPRÉCIATION GÉNÉRALE

La moyenne de l'épreuve est de 9,88 avec un écart-type de 3,92.

L'épreuve était plutôt longue. Elle débutait par une question assez longue, ce qui a pu poser problème à certains candidats dans leur gestion du temps de l'épreuve.

Un nombre important de candidats n'a pas traité toutes les parties. La dernière partie, portant sur le programme d'Informatique Commune, a été moins traitée que les autres.

À l'intérieur même de chaque partie, beaucoup de questions indépendantes sont laissées de côté.

Nous invitons les prochains candidats à porter une attention particulière à la gestion du temps de leur épreuve et de bien traiter toutes les parties.

La présentation des copies est globalement correcte. Cependant, un nombre encore trop important de candidats ne se soucie guère de la lisibilité de leur composition et/ou du soin apporté à celle-ci. Cela est désagréable pour les correcteurs et occasionne également une perte de points pour les candidats concernés.

CONNAISSANCE DU COURS

Globalement, les candidats connaissent le cours de SI et d'Informatique Commune mais ne l'appliquent pas toujours correctement.

En SI, on dénote notamment un manque de rigueur dans les notations des vitesses (oubli du point, solide en mouvement et/ou repère de référence), la condition de roulement sans glissement mal ou pas exprimée, confusion entre FTBO et FTBF.

En Informatique Commune, les commandes permettant d'utiliser une fonction en provenance d'un module ont souvent été oubliées et parfois mal écrites. Les parcours de graphe sont connus avec trop de superficialité ne permettant pas de bien faire la différence entre les spécificités de chacun.

CONNAISSANCE MÉTHODOLOGIQUE

En SI, les démarches globales des méthodes classiques sont bien connues, mais leurs applications restent dans la majorité des cas insuffisamment rigoureuses. Comme mentionné dans les rapports précédents, les candidats éprouvent toujours des difficultés à choisir le bon ensemble de solides à isoler pour appliquer le principe fondamental de la statique/dynamique ou le théorème de l'énergie cinétique (ou énergie-puissance) et de choisir le point d'application.

De très nombreuses erreurs de signes ont été constatées. Très souvent les valeurs cinématiques (rapports de réduction, relation vitesse/taux de rotation) sont vues comme des valeurs absolues et non algébriques. De façon surprenante, les lectures des performances des SLCI sur des réponses temporelles et fréquentielles ont fait l'objet d'erreurs fréquentes ou d'oubli.

En Informatique Commune, l'utilisation des commentaires (partie intégrante du code) n'est pas suffisante et nombre de variables introduites ne sont pas expliquées (soit par un nom de variable clair, soit par un commentaire). Ce point était mentionné explicitement dans le sujet et faisait partie intégrante de l'évaluation de chaque question demandant un code informatique.

3/ REMARQUES SPÉCIFIQUES

PARTIE I

Q1. Question sans difficulté majeure mais assez longue ayant découragé certains candidats (qui n'ont pas traité cette question ou l'ont traitée partiellement). Mais la majorité des candidats ayant pleinement traité cette question l'ont plutôt bien réussie.

PARTIE II

Q2. Un nombre important de candidats n'a pas totalement réussi cette question pourtant très classique. L'expression même du roulement sans glissement n'est pas toujours juste. La rigueur dans l'écriture d'une vitesse (référentiel, solide auquel est lié le point) n'est pas suffisante et cela entraîne nombre de confusions.

- Q3.** Question assez bien réussie sans tenir compte des erreurs issues de la question précédente.
- Q4.** Question assez bien réussie.
- Q5.** Question assez bien réussie dans l'ensemble. La justification de l'expression $\omega_{21}(t) = \omega_{31}(t)$ manque parfois de clarté et de précision. En revanche beaucoup de candidat ont calculé uniquement la norme de $\omega_{\text{moy}}(t)$, sans prendre en compte le sens de rotation.
- Q6.** Question bien réussie.
- Q7.** Peu de candidats ont su répondre totalement à cette question. Si le calcul de t_2 n'a pas fait l'objet de problème particulier, les autres temps ont peu été calculés par les candidats et sont très souvent faux (problème d'intégration, confusion entre degré et radian).
- Q8.** Nombre de candidats n'ont commenté qu'une des deux figures. Celle représentant des trajectoires normalisées n'a pas toujours été bien comprise. Enfin, la qualité de rédaction est très variable d'une copie à l'autre.

PARTIE III

- Q9.** Les contributions des mouvements de rotation des arbres moteurs et de transmission sont souvent oubliées. Quelques candidats ont cherché à repartir de la formule de calcul de l'énergie cinétique par les torseurs, ce qui n'est pas nécessaire ici.
- Q10.** Énormément d'erreurs de signe, à cause d'une utilisation très basique de $V = R\omega$, sans se soucier du signe, avec souvent le mauvais rayon. Le rapport de transmission $\frac{R_m}{R_r}$ est souvent oublié.
- Q11.** La méthode de calcul de l'inertie équivalent est généralement connue, mais les rapports de transmission sont souvent mal exploités.
- Q12.** Quelques candidats raisonnent à l'inverse et expriment l'énergie cinétique au lieu des puissances (à cause de l'égalité du TEC). Erreurs de signes.
- Q13.** Le TEC est globalement connu, mais souvent appliqué avec un manque de rigueur.
- Q14.** Question très peu réussie (erreurs de valeurs numériques) lorsqu'elle a été traitée.
- Q15.** Question peu traitée, pas mal d'erreurs de signe malgré un énoncé clair.
- Q16.** Question peu traitée, l'instant de puissance maximale très mal identifié.

PARTIE IV

- Q17.** Question plutôt bien réussie.
- Q18.** Question longue. La démarche est souvent la bonne, mais la longueur des calculs génère pas mal d'erreurs de calcul. Le point d'application de PFS est souvent mal choisi.
- Q19.** Question très peu traitée, malgré une réponse très courte grâce à l'utilisation du bras de levier. Erreurs de signe.

- Q20.** La méthode est peu connue, beaucoup d'erreurs sur l'unité de P.
- Q21.** Les réponses, quand la question est bien interprétée, manquent presque systématiquement de rigueur.
- Q22.** Bien traitée quand la question est abordée.
- Q23.** Bien traitée quand la question est abordée.
- Q24.** Bien traitée quand la question est abordée, sauf pour ce qui concerne l'ordre, probablement car la classe n'est pas nulle.
- Q25.** Les réponses sont souvent partielles, la référence à des valeurs chiffrées est régulièrement absente.
- Q26.** Tracé parfois aléatoire, peu de rigueur graphique.
- Q27.** Liée à la question précédente, parfois imprécise. Une petite imprécision de tracé peut générer une forte variabilité sur le résultat.
- Q28.** Le rejet de la perturbation n'est quasiment jamais évoqué. Beaucoup de candidats récitent le cours sans adapter la réponse à l'application de ce sujet.
- Q29.** Le choix de la constante de temps semble parfois relever du hasard. La notion de compensation de pôle est peu maîtrisée.
- Q30.** Justification souvent peu rigoureuse.
- Q31-32.** Question peu traitée, beaucoup d'erreurs de méthode et de calcul.
- Q33.** Question peu traitée, elle est pourtant indépendante. Toutes les exigences ne sont pas vérifiées, mais la valeur choisie est souvent correcte.

PARTIE V

La partie informatique a été traitée dans une majorité des cas à travers les questions 34, 35 et/ou 36. Les correcteurs regrettent toutefois le manque d'attention porté sur les commentaires et les choix des noms de variables, point spécifiquement demandé dans le sujet.

En revanche les sept dernières questions (de 37 à 43) ont été très peu traitées. Les remarques données ci-dessous ne portent donc que sur un nombre restreint de copies.

- Q34.** Beaucoup de candidats ont omis d'importer le module nécessaire. Les commandes associées à cette importation sont aussi parfois fausses.
- Q35.** Assez bien réussie dans l'ensemble.
- Q36.** Beaucoup de candidats ont renvoyé la distance minimale et non la position. La valeur initiale est aussi souvent choisie de façon arbitraire.
- Q37.** Algorithme très rarement compris, de nombreuses erreurs.

- Q38.** Question ayant posée de très gros problèmes, elle n'a pas été réussie par la majorité des candidats qui se contente de donner une réponse sans justification et souvent fausse.
- Q39.** Question moyennement réussie.
- Q40.** Plutôt réussie, mais la structure de la variable de sortie est souvent confuse.
- Q41.** Question plutôt bien réussie.
- Q42.** Le parcours proposé est très souvent donné sans justification, et souvent faux.
- Q43.** Question très peu abordée

4/ CONCLUSION

Ce sujet était plutôt abordable et complet, bien qu'un peu long. Aucune partie n'a été délaissée ou n'a semblé surprendre les candidats. La partie informatique n'a pas fait l'objet d'impasses particulières, même par les candidats les plus faibles, mais sa position en fin de sujet fait que pas mal des questions difficiles de cette partie ont été moins traitées.

Comme cela est souvent relevé, on regrette que beaucoup de candidats ne lisent pas bien les questions (d'où des réponses incomplètes, des paramètres négligeables pris en compte, des formes de résultats données non satisfaisantes ...) et que des expressions non homogènes soient encore proposées. On regrettera aussi que le « bon sens » de certaines relations simples ne soit pas vérifié, ce qui peut aboutir à des erreurs de tendances ou de signes dans des expressions, qui auraient pu être corrigées par une rapide vérification.