

## 1/ PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet portait sur un système de télé-échographie robotisé permettant de réaliser un examen échographique sur un patient sur un site isolé, le spécialiste se trouvant sur un site distant. L'objectif était d'analyser le système, de valider le respect de quelques exigences puis d'aborder la gestion informatique de la commande des axes du robot. Pour cela, cinq parties indépendantes étaient proposées :

- la partie I traitait des performances cinématiques du robot porte-sonde : analyse des caractéristiques du mouvement, trajectoires de la sonde, loi de mouvement (modèle géométrique direct) ;
- la partie II portait sur la commande d'un des axes du robot : asservissement en position angulaire avec boucle de vitesse et non linéarités ;
- la partie III proposait un dimensionnement dynamique du moteur associé à l'axe étudié dans la partie II ;
- les parties IV et V, uniquement informatique, portaient d'une part sur l'analyse des données mesurées lors d'un acte médical et d'autre part sur la génération de la commande des axes et la communication entre site patient et site expert.

## 2/ APPRÉCIATION GÉNÉRALE

La moyenne de l'épreuve est de 10,55 avec un écart-type de 3,52.

L'épreuve est un peu longue ; un nombre conséquent de candidats n'a pas traité les dernières parties d'informatique. Mais cette épreuve permet de classer aisément.

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, ce qui est assez désagréable pour les correcteurs.

### CONNAISSANCE DU COURS

Globalement, il existe de grandes irrégularités dans la connaissance du cours. Les calculs de projections vectorielles, de fonction de transfert ou encore la méthodologie pour l'application des théorèmes dynamique et énergétique semblent moins bien maîtrisés cette année. Quelques erreurs récurrentes sont surprenantes : influence d'une correction intégrale méconnue, confusion sur les performances d'un système ayant une FTBO de classe 0, erreur sur le calcul d'une vitesse à partir de la composition des vitesses.

## CONNAISSANCE MÉTHODOLOGIQUE

Les méthodes classiques sont moins bien connues cette année que les années précédentes. On remarque aussi une tendance à ne pas respecter les méthodes imposées dans les questions, principalement, lors du calcul de vitesse où, dans la première partie, la composition des vitesses était imposée (voir détail dans la partie suivante). De plus, comme mentionné dans le rapport précédent, 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.

## 3/ REMARQUES SPÉCIFIQUES

### PARTIE I

- Q1. Trop de candidats ne respectent pas la consigne (utilisation de la composition des vitesses) et proposent une vitesse nulle pour le point 0 quel que soit le solide auquel il est lié et quel que soit le référentiel d'étude.
- Q2. Question souvent mal comprise.
- Q3. RAS.
- Q4-6. Les calculs de projection et l'utilisation des résultats sont dans l'ensemble bien traités.
- Q7-10. Questions portant sur la compréhension du mouvement du robot, moyennement traitées.

### PARTIE II

- Q11. RAS.
- Q12. La formule de Black pour les calculs des fonctions de transfert est moins souvent utilisée que les années précédentes. La mise sous forme canonique est souvent délaissée (oubliée).
- Q13. Absence d'unités, applications numériques parfois non faites.
- Q14. RAS.
- Q15. Question très classique et pourtant très mal traitée par l'ensemble des candidats.
- Q16. RAS.
- Q17. RAS.
- Q18. Question classique et pourtant assez mal traitée : formule du calcul de l'erreur non connue et lien classe FTBO/précision non exploité. L'erreur due à la perturbation est trop peu souvent mentionnée.
- Q19. RAS.
- Q20. RAS.
- Q21. Beaucoup de candidats précisent la valeur de la phase à la place de la marge de phase. La marge de gain infinie est très mal traitée par les candidats qui précisent souvent la valeur du gain pour la pulsation la plus élevée du diagramme de Bode.
- Q22. Le phénomène de non-linéarité (saturation) est peu connu des candidats.
- Q23. RAS.
- Q24. RAS.

### PARTIE III

- Q25. Très peu de bonnes réponses, la définition d'un axe ou d'un plan ne se limite pas à la donnée d'un ou deux vecteurs.
- Q26. Le calcul de l'énergie cinétique est souvent incomplet, le théorème de Huygens reste peu connu.
- Q27. RAS.

- Q28.** Beaucoup d'oublis d'actions mécaniques extérieures. La puissance de l'action du patient sur la sonde est trop souvent bâclée (voire non écrite).
- Q29.** Puissance des actions mécaniques dans les liaisons non justifiée. Oubli du rapport de réduction dans le calcul de la puissance moteur.
- Q30.** RAS.
- Q31.** RAS.

#### **PARTIE IV**

- Q32.** RAS.
- Q33.** RAS.
- Q34.** La création de la liste temps est souvent mal réalisée. RAS pour la liste classes. Les lignes de codes proposées sont souvent inutilement complexes. Un bon conseil aux candidats serait la recherche de la simplicité.
- Q35.** RAS.
- Q36.** RAS quand la question est abordée.
- Q37.** RAS.

#### **PARTIE V**

Partie très peu abordée par les candidats.

- Q38.** Peu de candidats trouvent la bonne réponse. Aucun ne fait la justification demandée.
- Q39.** Beaucoup de candidat se limitent à la définition d'une seule loi, sans considérer la valeur de  $Dq$ .
- Q40.** Idem Q39.
- Q41.** RAS, très peu traitée.
- Q42.** RAS, très peu traitée.
- Q43.** Quasiment jamais traitée.

## **4/ CONCLUSION**

Ce sujet était plutôt abordable et complet. Il a permis de classer bien que les dernières parties furent délaissées par certains candidats.

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.

De manière générale, il est demandé aux candidats de bien expliciter les différentes étapes de résolution des problèmes (rappel des hypothèses, bilan complet d'actions mécaniques, etc.), de veiller à garder toute la rigueur nécessaire à l'écriture des quantités physiques et de ne pas négliger les applications numériques accompagnées des unités.

Enfin, les formules (changement de point/composition des vitesses en cinématique, formule de Black en asservissement, théorème de Huygens...) doivent être maîtrisées et surtout utilisées par une plus grande majorité des candidats afin de gagner en efficacité.