

EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES A

PT SI-A : ROBOT ASPIRATEUR AUTONOME

Durée : 5 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet se composait :

- d'une présentation du robot étudié : 2 pages ;
- du travail demandé (parties A, B et C) : 16 pages ;
- du cahier réponses à rendre : 22 pages.

Cette étude était l'occasion de traiter trois parties indépendantes, elles-mêmes constituées de nombreuses questions qui pouvaient être traitées séparément :

- **Partie A** : CAPACITE GLOBALE, RAYON D'ACTION : Cette partie permettait de vérifier les données fournies par le constructeur du robot (autonomie, capacité de nettoyage...).
- **Partie B** : ANALYSE DE LA FONCTION *SUIVRE UN PROFIL* : Après la détermination du profil en mode *SPOT* du robot (vérification de la qualité de nettoyage, oublis de surface), le candidat était invité à déterminer une commande asservie du déplacement du robot. En fin de partie une étude cherche à montrer la possibilité de commande du robot en position en minimisant le nombre de capteurs à l'aide d'observateurs.
- **Partie C** : Analyse de la fonction *PERMETTRE UN RETOUR AUTOMATIQUE Á LA BORNE DE RECHARGE* : Après analyse des signaux fournis par le dock de recharge au robot pour se positionner par rapport à ce dernier, le candidat devait finaliser des éléments de grafjets traduisant l'algorithme de retour au Dock.

COMMENTAIRES GENERAUX

Le sujet abordait au travers de la résolution de problèmes techniques, une large part des connaissances du programme de première et de deuxième année de C.P.G.E.

Les trois parties étaient indépendantes et dans chaque partie de nombreux résultats intermédiaires permettaient aux candidats de poursuivre leur épreuve.

Les copies sont, en générale, bien présentées (le formatage par cahier réponse aide en ce sens très certainement). On rappelle que les résultats finaux doivent être encadrés.

Attention aux tentatives d'escroqueries : De nombreux résultats intermédiaires étaient fournis dans le sujet : certains candidats ont simplement recopié ces résultats (le gain K_{pos} du capteur de position par exemple) dans les réponses aux questions les précédant ; le correcteur constate immédiatement cette tentative d'escroquerie (le cheminement sur les questions précédentes est non-linéaire). Toute indulgence envers de telles pratiques constituerait une injustice inexcusable.

On rappelle aux candidats qu'ils ne doivent répondre qu'à la question posée sans chercher à faire étalage de leurs connaissances et compétences (lorsque l'on demande une transmittance on ne demande pas l'extraction de celle-ci de coefficients d'amortissement, pulsations naturelles ou autres ...).

COMMENTAIRES SUR CHAQUE PARTIE DE L'ÉPREUVE

Partie A : CAPACITE GLOBALE, RAYON D'ACTION

Dans cette partie, on demandait aux candidats de s'assurer des performances du robot en fonctionnement normal et sur une pente inclinée. Si le calcul de l'intensité consommée est souvent bien fait, celui de la capacité de la batterie d'accumulateurs est parfois fantaisiste, tout comme celui de la vitesse de rotation du moteur (286000 tr/min). La question de synthèse conduit parfois à une simple phrase sans aucune justification.

L'écriture du bilan des actions mécaniques extérieures est souvent entachée d'une mauvaise lecture du sujet où "la transmission parfaite du couple" est traduit par "sans frottement". De même, le fait que "la roue folle ni les brosses n'ont d'action significative **freinant le déplacement du robot**" a été compris par les candidats comme une hypothèse d'actions entièrement négligeables. Enfin le bilan des forces extérieures a souvent été suivi de (ou parfois remplacé par) l'application d'un Principe Fondamental de la Statique, injustifié ici.

Peu de candidats écrivent correctement l'équilibre dynamique du robot alors qu'un théorème de la résultante en projection suivant la direction de déplacement suffisait au calcul du couple à la roue. Certains candidats sont quand même capables de poser les bonnes hypothèses et de mener les calculs avec rigueur. On regrettera le manque d'esprit critique de certains face aux valeurs gigantesques de couple à la roue annoncées pour un robot autonome alimenté par une batterie d'accumulateurs, ainsi qu'une fâcheuse tendance à mélanger très rapidement notation analytique et application numérique. Cette dernière manie a souvent conduit à rendre le résultat complètement faux, alors que la formule était peut-être juste.

Partie B : ANALYSE DE LA FONCTION *SUIVRE UN PROFIL*

Partie B1 : Trajectoire pour le mode *SPOT* : vitesses d'avances des roues motrices

Dans cette partie, on demandait aux candidats de dessiner les positions successives du robot, de déterminer la position des CIR, de calculer les vitesses des roues et de vérifier la nature de la surface nettoyée.

Une indication d'échelle erronée sur le cahier réponse a peu troublé les candidats. Les plus avisés ont relevé cette incohérence mais ont su, soit l'ignorer, soit composer avec. Dans tous les cas, les correcteurs ont accepté les réponses données si elles étaient justifiées et cohérentes. De la même façon, la zone à hachurer représentant la surface nettoyée et pouvant être interprétée de différentes façons, a été évaluée juste à partir du moment où les conclusions qui en ont été tirées étaient cohérentes. Ceci n'a pas toujours été le cas, surtout quand "on voit distinctement l'absence de trous" ! La notion de CIR est parfois inconnue de certains ce qui, bizarrement, ne les empêchent pas de déterminer les bonnes vitesses ... (?)

Partie B2 : Modélisation de la commande en boucle fermée de vitesse d'une roue

& Partie B3 : Commande en position d'une roue

Ces parties faisaient appel aux notions d'automatique dans le cas d'un système bouclé simple. La modélisation de la fonction de transfert du processus se réalisait à l'aide d'une analyse harmonique. La majorité des candidats ne connaît pas $20\log(10)=20\text{dB}$ et $20\log(2)=6\text{dB}$ permettant de retrouver $46\text{dB}=20\text{dB}+20\text{dB}+6\text{dB}$. La constante de temps n'a pas posé de problèmes. La recherche de l'original d'une fonction d'un 1^{er} ordre précédée d'un échelon unitaire n'est pas maîtrisée. Le gain d'un capteur 3tops/tour a posé problèmes.

L'obtention de transmittances à partir de schéma-blocs est bien maîtrisée.

L'extraction de racines d'une équation polynomiale d'ordre 2 donne parfois des résultats étonnants de même que l'identification paramétrique.

Il est dommage qu'une question ne nécessitant que la lecture d'une courbe (question 25 et question 37) ne soit pas traitée par tous les candidats (on rappelle qu'une lecture complète du sujet est nécessaire).

La seconde partie de la partie B3 demandait aux candidats une synthèse de correcteur par compensation de pôle (simplification mathématique par le zéro du correcteur du pôle compensable du processus). Cette partie, contre toute attente, a été mal réalisée.

Partie B4 : Optimisation du coût

Cette partie, très détaillée, amenait les candidats à développer un formalisme matriciel (forme modèle interne du système). Les candidats, qui ont répondu à cette partie, ont, en général, fourni de bons résultats (une bonne moitié ce qui est supérieur à la partie B3). Ils ont compris, semble t'il, où le sujet cherchait à les emmener (conclusion réfléchie quant à l'apport de cette structure).

On demandait aux candidats de montrer leur capacité à utiliser les outils de mathématique de base pour les futurs ingénieurs qu'ils seront (calcul de valeurs propres...).

Partie C : ANALYSE DE LA FONCTION PERMETTRE UN RETOUR AUTOMATIQUE Á LA BORNE DE RECHARGE

La première partie traitait de problèmes de numération. Elle n'a pas posé de problèmes à partir du moment où les candidats ont répondu à la question (base de numération demandée notamment).

La seconde partie demandait une traduction en grafcet du cahier des charges. Les correcteurs ont été sensibles à la syntaxe de ce langage. On rappelle que la syntaxe lors de la spécification dans un langage doit être parfaite (en cas d'erreur de syntaxe l'outil d'intégration ne permettra de pouvoir debugger de manière efficiente le code). La définition d'une temporisation a, par exemple, été mal écrite (il suffisait de lire les éléments de grafcet fournis, la réponse se trouvait dans le cahier réponse).

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

On conseillera encore une fois aux candidats de prendre le temps de lire la totalité du sujet pour assimiler sa structure (sans tronquer les questions) et de repérer les parties qui leur semblent plus accessibles en fonction de leurs compétences propres.

Il est important d'aborder toutes les parties du sujet, quitte à ne pas les faire complètement. Par contre, les correcteurs sont sensibles aux candidats qui traitent une partie dans sa continuité montrant ainsi des compétences manifestes plutôt que des connaissances parcellaires en traitant une question par ci par là. Il ne faut pas oublier également que la gestion du temps reste essentielle dans une épreuve de concours.

On rappelle que le sujet peut proposer des études utilisant des compétences acquises au cours des 2 années de C.P.G.E. (y compris dans des matières transversales : les mathématiques).

Même si la qualité de la rédaction n'entre pas explicitement dans la notation, elle est très appréciée des correcteurs et joue un rôle non négligeable dans l'évaluation. Il est en effet impensable qu'un candidat qui souhaite montrer ses capacités ne le fasse pas dans les meilleures conditions, tout comme il chercherait à se présenter avantageusement lors d'un entretien d'embauche. Il est également important de bien poser les expressions littérales avant de passer à l'application numérique : la recherche d'une éventuelle erreur s'en trouve facilitée.