

Concours externe de l'Agrégation de Mécanique Commentaires sur l'épreuve d'Automatique - Informatique industrielle

L'épreuve d'Automatique - Informatique industrielle pour la seconde année commune aux Agrégations de Mécanique et de Génie Mécanique portait sur l'étude d'une ligne de fabrication de bobines d'électroaimants pour module de boîte de vitesse à commande séquentielle. La présentation fonctionnelle du support permettait de privilégier, lors de cette épreuve, la modélisation, l'analyse et la validation des performances en regard de celles définies par le cahier des charges.

Le sujet s'articulait ainsi selon **deux parties** distinctes pouvant être traitées indépendamment :

- une **première partie (A)** privilégiait l'analyse du comportement séquentiel de la ligne de fabrication à travers, notamment de la notion de coordination des différentes tâches à effectuer,
- l'étude de l'asservissement continu de position de la navette N1 occupait la **seconde partie (B)**, une méthode de placement des pôles robustes étant utilisée afin de déterminer des différentes fonctions de transfert composant la carte d'axe.

Commentaires sur la partie A

Cette première partie, orientée automatismes séquentiels, a été abordée par plus de 87% des candidats, ce qui est plutôt satisfaisant eu égard à la durée réduite de l'épreuve cette année (4 heures). Les correcteurs constatent que les représentations graficet exotiques ou farfelues sont en voie de disparition, même si de nombreuses erreurs de forme et d'entorses à la norme subsistent.

Question A1.1 : Cette question préliminaire de calcul de temps de cycle a posé problème à beaucoup de candidats : seulement un quart d'entre eux ont fourni une réponse exacte alors que plus d'un tiers ont proposé un calcul totalement faux.

Question A2.1 : Abordée par trois quarts des candidats, cette question consistait à décrire la coordination des tâches « Navette2_contrôle ». L'évaluation a principalement tenu compte des éléments suivants :

- conformité de la représentation par rapport à la norme en vigueur et respect des entrées-sorties imposées,

- justesse du cycle séquentiel proposé,
- recherche du temps de cycle minimal,
- gestion du compteur C.

Les erreurs fondamentales (transitions qui se suivent, absence de transition, etc.) ont été sanctionnées. L'énoncé laissant le choix, les représentations par macro-étapes ou par actions ont été acceptées indifféremment.

Quelques candidats proposant des grafquets de très bonne facture ont pu obtenir la note maximale à cette question.

Question A2.2 : Ce calcul du temps de cycle d'un grafquet a été traité par un peu plus de la moitié des candidats. Les chemins critiques ou les diagrammes de Gantt ont été peu ou mal utilisés, ce qui a conduit assez souvent à des résultats erronés.

Question A3.1 : Cette dernière question n'a été abordée que par un quart des candidats. Si une bonne partie d'entre eux a bien compris que l'utilisation des informations de défaut devait être différée, très peu ont su mettre en œuvre un registre à décalage.

La figure 1 représente la répartition des notes obtenues par les candidats, exprimées sur 20.

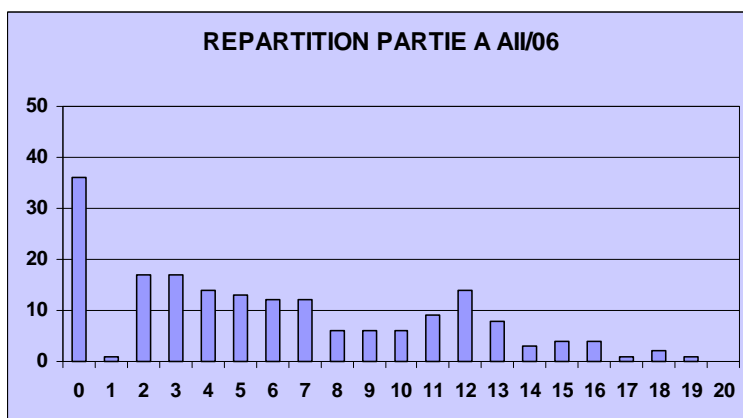


FIG. 1 – Répartition des notes / 20 (Partie A)

Commentaires sur la partie B

La partie B, à dominante 'asservissement continu' s'attachait à l'étude du positionnement de la navette N1. Elle a été abordée par près de 75% des candidats avec un succès très hétérogène comme le révèle l'histogramme de la figure 2. Si on relève la présence de quelques bonnes copies, beaucoup trop de candidats n'ont pas abordé cette partie avec assez de rigueur et se sont égarés dans des calculs souvent inutiles et faux. La première partie de cette étude faisait appel à des connaissances de base de la dynamique des systèmes linéaires continus invariants comme la notion d'échelle de temps, le calcul des fonctions de transfert en boucle fermée ou encore le tracé d'une réponse fréquentielle dans le plan

de Bode. Les correcteurs notent avec regrets que ces concepts fondamentaux, pourtant abordés dès les Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles ne sont pas assimilés pour une majorité des candidats.

Question B1.1 : L'étude dynamique de la transmission en utilisant l'outil schéma-bloc s'est avérée extrêmement décevante. Malgré les éléments fournis (ébauche du schéma-bloc et fonctions de transfert), trop peu de candidats ont réellement été en mesure de répondre avec rigueur à cette question au demeurant extrêmement 'classique'. Le théorème de l'Energie-Puissance est souvent exprimé sans hypothèse et sans bilan des actions mécaniques, ce qui est regrettable pour des candidats à l'Agrégation de Mécanique.

Question B1.2 : Une fois établi sous forme d'un schéma-bloc, le modèle linéaire devait être exprimé sous forme canonique dégagant ainsi les échelles caractéristiques. Cette question sans difficulté a été correctement traitée par l'ensemble des candidats.

Question B2.1 : La chaîne d'asservissement en position de la navette faisant intervenir une boucle interne de régulation tachymétrique, il était demandé aux candidats de procéder à une étude comparative de la dynamique des différents éléments constitutifs et notamment du variateur de vitesse placé devant l'actionneur électrique. Une interprétation phénoménologique utilisant les réponses temporelles et fréquentielles (diagrammes asymptotiques de Bode) était demandée. Abordée par une grande majorité des candidats, les résultats se sont révélés décevants par manque de rigueur. Le jury rappelle que cette activité de modélisation est préalable à tout traitement informatique de comportement et relève que :

- les différences entre grandeurs physiques et informationnelles sont inconnues,
- les hypothèses nécessaires à l'écriture des équations différentielles de comportement sont rarement exprimées et justifiées,
- l'homogénéité des relations établies est souvent mise en défaut,
- les notions de fonctions de transfert et de variables manipulées sont trop souvent confondues,
- l'interprétation physique des réponses fréquentielles sur les diagrammes de Bode n'est pas acquise. En particulier, la notion de bande-passante est quasiment absente.

Question B2.2 : Le réglage du gain du variateur assurant une performance (temps de réponse) a été correctement traité par près de la moitié des candidats. Elle ne présentait pas de difficulté particulière.

Question B3.1 : Le rappel du principe physique du codeur incrémental a donné lieu à des explications fantasmagoriques et le nombre de tops/tour n'a pratiquement jamais été correctement défini. Les correcteurs insistent sur la nécessité pour les candidats de posséder des notions élémentaires de technologie notamment sur les différents types de capteurs.

Question B3.2 : La méthode de placement des pôles robustes assurant une stabilité en boucle fermée de la commande asservie en position de la navette N1 était entièrement décrite pas à pas. Cette dernière partie a été abordée par moins de 40% des candidats avec une réussite variable.

Question B3.3 : Les relations liant les ordres des polynômes n'ont pratiquement jamais été établies.

Question B3.4 : La condition de stabilité portant sur le placement des pôles dans le plan complexe est connue pour la majorité des candidats ayant abordé cette question. En revanche, la condition de robustesse n'a jamais été correctement traitée.

Question B3.5 : Le placement (ou déplacement) des différents pôles dans le plan complexe était parfaitement expliqué dans le sujet. Il convenait de suivre avec méthode et rigueur, la stratégie proposée. Malgré cela, cette question n'a été qu'à de très rares exceptions correctement traitée, hypothéquant naturellement la suite du problème.

Question B3.6 : La résolution du système linéaire de 4 inconnues et 4 équations ne présentait pas de difficulté particulière. Une estimation numérique des coefficients était même possible. Cependant, le manque de rigueur dans l'établissement du système d'équation a été préjudiciable à bien des candidats. Les résultats pour cette question de calcul sont médiocres.

Question B3.7 : Paradoxalement, le réglage de la constante de $T(s)$ assurant un gain statique en boucle fermée unitaire n'a quasiment pas été traité. Il semble que la majorité des candidats ignorent l'existence du théorème de la valeur finale.

Question B3.8 : Moins de 10 candidats ont abordé la connexion des résultats précédemment établis avec l'utilisation d'un correcteur de type 'proportionnel-dérivé'. La détermination des paramètres du correcteur par identification ne posait pas de problème majeur.

En résumé, malgré l'extrême pauvreté de certaines compositions, le jury a remarqué la présence (trop rare) de quelques excellentes copies, démontrant la rigueur et la qualité du raisonnement scientifique de leurs auteurs. La figure 2 représente la répartition des notes obtenues par les candidats exprimées sur 20.

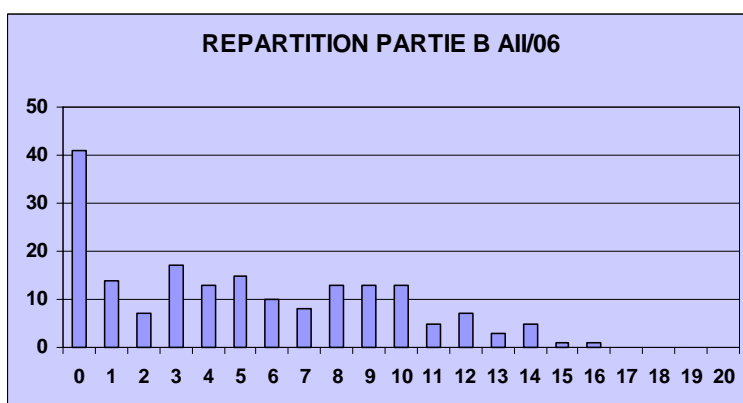


FIG. 2 – Répartition des notes / 20 (Partie B)

Résultats globaux

L'histogramme (cf. Fig. 3) montre des résultats d'ensemble (après une renormalisation tenant compte de la longueur et de difficulté du sujet). La moyenne de l'épreuve est de 7

pour un écart type de 4.2.

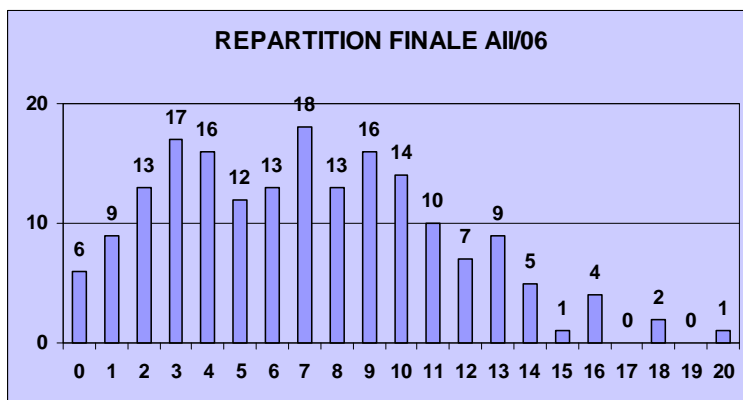


FIG. 3 – Répartition globale des notes / 20

Conseils aux futurs candidats

Le jury conseille aux candidats :

- de lire l'ensemble du sujet posé et d'en comprendre le sens général avant de se lancer dans la recherche des réponses,
- de répartir leurs efforts sur les différentes parties du sujet, le barème appliqué tenant toujours compte de la capacité des candidats à aborder l'ensemble des domaines qui lui sont proposés.
- de faire preuve de plus de rigueur dans les réponses :
 - structurer et étayer davantage les réponses en justifiant systématiquement les hypothèses,
 - soigner la rédaction.
- d'être plus attentifs à la cohérence (homogénéité, ordre de grandeur,...) des résultats de calculs, ceux-ci pouvant révéler des erreurs dans la démarche,
- à défaut de répondre aux questions, de ne pas se lancer dans des développements théoriques qui ne rapportent aucun point,
- de mieux maîtriser certains concepts de base de l'Automatique comme :
 - l'interprétation-identification des résultats de simulation numérique,
 - détermination-validation des critères de qualité des systèmes asservis.