

EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES A

PTSI A : MACHINE A COULISSEUX MULTIPLES

Durée : 5 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet comportait cinq parties :

- Une présentation du sujet : 3 pages,
- Le travail demandé (parties A, B, C et D) : 26 pages,
- les documents réponses sur les annexes A, B1, B2, C et D.

Le sujet comporte quatre parties indépendantes, elles-mêmes constituées de nombreuses questions traitables séparément :

- La partie A – Analyse de la gestion des tâches du système –, permet d'étudier l'organisation d'ensemble de la machine (séquentialité par outil de description Grafcet) en s'appuyant sur la production d'un renvoi de commande de siège automobile (durée conseillée 45 min avec lecture du sujet).
- La partie B - Synthèse de la commande d'un outil de formage –, permet d'analyser la commande d'un outil de formage avec une synthèse de correcteur RST après modélisation de l'axe (durée conseillée : partie B1= 45 min, partie B2= 2h15).
- La partie C – Étude du comportement cinématique –, permet d'analyser la cinématique de l'axe-moteur du système d'écrasement pour confirmer l'hypothèse de non-prise en compte de sa dynamique autour de (O_{sta}, z_g) (durée conseillée : 45 min).
- La partie D - Dimensionnement –, permet d'analyser les efforts transmis dans la genouillère de l'axe VP et de proposer un dimensionnement de la bielle 2 (durée conseillée : 30 min).

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

Le sujet, bien que semblant long dans le temps imparti pour la partie B, mettait en œuvre des méthodes de réflexions à synthétiser afin d'avoir rapidement les résultats (cf commentaire partie B – synthèse de la commande d'un outil de formage). Ceci étant, les candidats ont majoritairement réussi à traiter partiellement les 4 parties. Dans ces parties, nombre de candidats ont su rechercher les éléments leur paraissant le plus accessible plutôt que d'avoir une démarche purement linéaire du sujet (avec des choix plus ou moins heureux cependant).

On remarque néanmoins que la situation semble s'améliorer sur la tenue des copies, moins brouillonnes et plus propres que les années précédentes : les copies illisibles ou compactes sans aucune démarcation entre les parties ne se voient quasiment plus. Néanmoins, le bon sens fait encore défaut à beaucoup de candidats.

COMMENTAIRE SUR CHAQUE PARTIE DE L'EPREUVE

Partie A – Analyse de la gestion des tâches du système

Quasiment tous les candidats ont traité cette partie de manière correcte. La transposition de la présentation de chaque poste en son équivalent Grafcet est maîtrisée par les candidats. Par contre la synchronisation de l'ensemble par l'état des Grafcets (réceptivité entre les étapes 2 et 0 du Grafcet Mise/arrêt production) n'a été que très rarement traitée...

Partie B - Synthèse de la commande d'un outil de formage

Partie B1 modélisation de l'axe :

Les équations temporelles ont été relativement bien rédigées. Par contre, la majorité des candidats ont écrit la vitesse de déplacement $v(t)$ en fonction de la position $x(t)$, l'inverse était demandé. Les rares candidats ayant écrit $x(t)$ en fonction de $v(t)$ oublient généralement la condition initiale $x(0+)$.

Le choix énergie cinétique/potentielle tient souvent « du petit bonheur la chance ». De même que le vocabulaire propre aux transformations (le gyrateur de la question B.1.1.2) n'est pas du tout maîtrisé.

Le fait de ramener une inertie, et plus encore un coefficient de frottement visqueux a posé énormément de problèmes (ce type de question fait régulièrement partie du contenu des sujets de SIA...). Quand elles sont traitées correctement littéralement, l'application numérique manque : c'est dommage, cela représente la moitié des points alloués à la question.

L'écriture du modèle inverse et des transmittances a été bien traitée, par contre le calcul de gain de capteurs n'a été que très rarement réalisé. Le sujet s'appuie sur un système réel avec donc des gains de capteurs de mesure...

La structure bêtement série de la première architecture de correction n'a été reconnue par quasiment aucun candidat (question B.1.2.3.3.1)

Partie B2 correction avec structure RST

La modélisation d'une réponse à un premier ordre est maîtrisée. Les concepteurs du sujet rappellent, que pour être précise, la meilleure solution consiste à rechercher le temps pour lequel la variable (le courant dans ce sujet) est à 63% du régime permanent (une mesure de la constante de temps par mesure d'un temps de réponse à 5% ou à partir d'une tangente sur un signal bruité peut se révéler rapidement imprécise). La comparaison des constantes électrique et mécanique est souvent fautive liée à des applications numériques fausses (cette épreuve se nomme **Science de l'Ingénieur**, et le candidat doit comprendre que les valeurs numériques correctes sont aussi importantes que le traitement purement littéral – je rappellerai juste une remarque du Pr. Pierre-Gille de Gennes « un bon chercheur se doit d'être curieux, mais pas seulement. Il se doit d'avoir des ordres de grandeur sur les systèmes qu'il étudie », notion que l'on se doit de trouver chez un futur ingénieur).

La détermination des fonctions de transfert à partir de schémas-blocs est généralement bien maîtrisée (les candidats cherchant d'ailleurs à répondre à ce type de questions en fouillant dans le sujet). Par contre l'analyse des degrés des polynômes a désarmé nombre d'entre eux. Afin de pouvoir poursuivre et se rassurer quant aux résultats les concepteurs de sujets fournissaient la réponse à cette première analyse. Certains candidats ont constaté la chose ce qui leur a permis de reprendre leur composition à partir de la question B.2.4.1. – nombre de candidats insuffisant d'après les correcteurs du certainement **au manque de lecture globale préalable du sujet** –. L'identification paramétrique de to , so et $r0$ n'a été que très rarement réalisée correctement. Le système se basait pourtant sur l'identification paramétrique d'un système le plus simple qui soit : un premier ordre.

Les parties 2.5 et 2.6 étaient équivalentes à la partie précédente et demandaient aux candidats de réutiliser la méthode de synthèse précédemment présentée sous forme très détaillée. On se rend compte que, dès que les candidats ne sont plus pris par la main pas à pas, ils se bloquent devant les questions. Ceci semble du au fait qu'ils ne peuvent prendre du recul sur le fil conducteur du sujet et s'aider de l'expérience des parties précédentes.

Cependant certains candidats ont su répondre aux dernières questions de la partie 2.6 qui demandait l'analyse de courbes temporelles afin de s'assurer de la conformité des résultats obtenus face au cahier des charges.

Partie C - Étude du comportement cinématique

La modélisation cinématique d'un moteur électrique n'est pas toujours maîtrisée. La représentation de la liaison est parfois fantaisiste. Les justifications de la présence des liaisons pivots sont la plupart du temps assez clairement exposées mais de nombreux candidats ont confondu hyperstatisme et mobilité d'un mécanisme. Un mécanisme hyperstatique n'est pas un mécanisme bloqué. On rencontre encore parfois quelques "escrocs" ... Néanmoins, le fait que, ni le stator, ni la vis ne doivent tourner pour que, respectivement, le moteur ou le système vis-écrou soient opérationnels n'a quasiment jamais été relevé. Moins de 10% des candidats l'ont indiqué. La fermeture géométrique est en général bien faite. Sa projection, par contre, est moins bien maîtrisée. L'obtention de l'expression de $\cos(\theta_m + \phi)$ est assez fréquente mais parfois l'élimination de θ_1 se réduit à écrire qu'il est égal à 0. Certains candidats ont absolument cherché à résoudre l'équation en X ce qui était hors sujet ... Le tracé d'une fonction, somme d'une fonction affine et d'une fonction hyperbolique a rebuté de nombreux candidats (certains allant même jusqu'à douter du résultat, "trop compliqué pour être juste"). Enfin, certains candidats n'ont pas été choqués outre mesure par le fait d'écrire les variations d'un cosinus en-dehors de $[-1 ; 1]$! La suite des questions est assez peu traitée dans l'ensemble mis à part quelques questions, traitées pour la pêche aux points. Les dernières questions sont rarement bien traitées quand elles le sont.

Partie D - Dimensionnement

La justification de l'effort de compression sur la bielle 2 n'est pas toujours très bien amenée mais on obtient assez souvent quelque chose de correct. Néanmoins, de nombreux candidats écrivent que la pièce est en équilibre sous l'action d'une seule force ! On trouve trop souvent la conclusion qu'une liaison parfaite induit un torseur transmissible nul : c'est inquiétant. Les tracés des équilibres sont en général bien faits lorsqu'ils le sont. La précision du tracé par contre est plus problématique et conduit parfois à de gros écarts. Certains ont bien lu le sujet pour fournir la réponse attendue ! Le couple dans un système vis-écrou est rarement bien calculé, quand il l'est. Le calcul de la section donne souvent lieu au calcul du diamètre ce qui pose la question de ce qu'on peut appeler une "section" (aire ?). Enfin, quand les candidats traitent la dernière question, ils n'abordent que le flambement sans conclure sur la compression qui, ici, était très largement dimensionnée. On rencontre peu de valeurs fantaisistes dans cette partie, moins par recul sur la justesse que par l'absence d'application numérique.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

- Prendre le temps de lire la totalité du sujet pour assimiler sa structure (domaines abordés, partie(s) qui vous semble(nt) accessible(s), partie(s) ou domaine(s) hors de vos compétences à priori, ...). Cette première lecture doit rester rapide, les détails seront éventuellement décodés lors du traitement des questions qui y font référence. Il est très important pendant cette phase, de détecter (voire surligner) les questions (ou parties) indépendantes.

- Il est important de traiter toutes les parties du sujet, quitte à ne pas répondre complètement à l'une des questions (ou partie). En effet, un candidat ayant abordé partiellement toutes les parties se verra attribuer une note globale supérieure à celle d'un candidat n'ayant traité

complètement et correctement qu'une seule partie. La gestion du temps est donc importante. Ceci étant, de moins en moins de candidats s'autorisent à faire l'impasse sur une ou plusieurs parties. On retrouve malgré tout une regrettable tendance à abandonner rapidement face à la difficulté "apparente" (tracé d'une courbe, somme d'une fonction affine et d'une fonction hyperbolique).

- Les applications numériques sont des questions comme les autres ; elles méritent la même attention et le même sérieux (cf partie B.2. ci-avant). Les résultats obtenus doivent être regardés d'un œil critique, tant en ce qui concerne l'ordre de grandeur que pour le choix du nombre de chiffres significatifs. Le tout associé à des unités. Un peu de bon sens pourrait éviter des erreurs grossières sur la valeur de fonctions bien connues (fonction cosinus en dehors de l'intervalle $[-1;1]$ par exemple).