

EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES A VITRINE SÉCURISÉE - Durée : 5 heures

PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet se composait :

- d'une présentation du système étudié : 4 pages ;
- du travail demandé (parties 1, 2, 3 et 4) : 23 pages ;
- du cahier réponses à rendre, comprenant 53 questions : 22 pages.

Le sujet est basé sur la phase de développement d'une vitrine sécurisée. Cette vitrine doit mettre en valeur les objets en présentation (bijoux...) mais aussi les protéger en les confinant en cas de tentative de vol. Les différentes parties s'intéressaient aux dimensionnements et réglages d'éléments composants le système de confinement.

Les quatre parties étaient indépendantes et elles-mêmes constituées de nombreuses questions qui pouvaient être traitées séparément :

- la **Partie 1** permettait d'appréhender le comportement du système en mode de présentation client, de définir complètement les grandeurs nécessaires au choix des éléments constitutifs de la chaîne d'énergie de relevage/escamotage du module cloche, de dimensionner un amortisseur de chocs et de vérifier le non arc-boutement de la glissière ;
- la **Partie 2** abordait l'analyse du fonctionnement et la validation de l'architecture de puissance intégrée dans le variateur associée à la stratégie de sa commande rapprochée ;
- la **Partie 3** s'intéressait à l'architecture asservie de commande en courant de la MSAP afin d'assurer le déplacement contrôlé en couple du module cloche. Une première partie s'attachait à la stabilité statique et la détermination du couple électromagnétique généré par la MSAP (machine synchrone autopilotée) et une seconde partie permettait de vérifier la capacité en régime permanent de l'ensemble MSAP/variateur ;
- la **Partie 4**, enfin, portait sur l'architecture asservie de commande en position de la MSAP afin d'assurer un déplacement en suivi du profil d'escamotage/relevage du module cloche ;

COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

Le sujet permettait aux candidats de mettre en œuvre une large part des compétences du programme de première et de deuxième année de CPGE, développées en Sciences industrielles pour l'ingénieur.

Les problématiques abordées dans ce sujet permettaient d'utiliser, pour la première fois, des connaissances et compétences du nouveau programme de la filière PT : utilisation d'un modèle de la machine synchrone, modélisation d'un onduleur. Elles permettaient aussi d'utiliser des outils, comme la représentation par GIC, qui bien que faisant partie du programme n'avaient été que très peu utilisés ces dernières années.

La construction du sujet assurait aux candidats d'aborder les problématiques quasiment dans leur ensemble du fait de leur indépendance et de résultats intermédiaires permettant de ne pas être bloqué dans la progression du traitement de chaque partie. Cependant, quand un résultat est donné dans le sujet, les correcteurs attendent uniquement la méthode permettant de l'établir.

De manière générale, les candidats abordent toutes les parties et balayent ainsi l'ensemble du sujet.

Les calculs numériques étaient très réduits par l'utilisation de valeurs numériques simples et l'utilisation d'abaques. Il n'en reste pas moins que l'absence de calculatrice ne peut expliquer des erreurs grossières de calcul ni l'oubli de l'unité du résultat.

On trouve encore des copies dans lesquelles le candidat récite son cours sans chercher à résoudre la question. Rappelons que les compétences ne se sont pas de simples connaissances.

Les copies sont, en général, bien présentées (le formatage par cahier réponses aide en ce sens très certainement). Quelques candidats utilisent cependant le cahier réponses comme brouillon et écrivent les réponses au crayon de papier de manière quasi illisible.

Pour finir, notons que comme chaque année, quelques excellents candidats ont su prouver leurs grandes qualités en traitant parfaitement la quasi-totalité du sujet.

COMMENTAIRES SUR CHAQUE PARTIE DE L'ÉPREUVE

Partie 1 – FONCTION SHOW-ROOM, DIMENSIONNEMENT DE LA MOTORISATION DE L'ESCAMOTAGE / RELEVAGE DU MODULE CLOCHE, DE L'AMORTISSEURS DE CHOCS ET DE LA GLISSIÈRE FONCTIONANALYSE ET MODÉLISATION DU SYSTÈME

La première question permettait d'appréhender le comportement du système par l'analyse d'une machine à état. Finalement, peu de candidats interprètent correctement l'enchaînement des états. Les réponses sont parfois simplistes, laissant au correcteur le soin d'interpréter lui-même une recopie du sujet.

La seconde partie permettait de dimensionner la motorisation électrique du système à l'aide d'une méthode industrielle. Le système étant soumis à la gravité, on cherchait à vérifier la validité du frein embarqué sur l'axe de la motorisation électrique. La justification des résultats est parfois fantaisiste sans chercher des causes plus fonctionnelles. Les calculs présentent des arrondis plus qu'approximatifs ce qui conduit parfois à des résultats erronés dans les valeurs de temps d'action. Les calculs de pression et de couple de freinage sont en moyenne bien effectués mais on trouve encore beaucoup d'inversion entre pression et effort et des expressions fausses de l'aire d'un disque. À de rares exceptions, le chronogramme des couples est faux de bout en bout. Enfin les questions portant sur les validations des exigences doivent être rédigées de façon plus explicites, avec une conclusion claire à chaque critère et pas uniquement une simple inégalité.

En cas de rupture d'un élément de la chaîne cinématique, la troisième partie permettait le dimensionnement d'un amortisseur de choc. Si on rencontre assez fréquemment un calcul juste de la vitesse d'un objet en chute libre, le choix de l'amortisseur qui en découle est moins souvent bien effectué. Quant à la valeur de la décélération, elle n'a été que rarement obtenue.

Enfin, on devait s'assurer du non arc-boutement de la liaison glissière. De fréquentes erreurs de signes sur les forces de liaison ont conduit à des résultats faux par la suite, avec des conclusions à l'opposé du bon sens.

Partie 2 – STRATÉGIE D'ALIMENTATION DE LA MOTORISATION D'ESCAMOTAGE/RELEVAGE DE LA CLOCHE

Cette partie, en s'adossant aux Graphes Informationnels Causaux –GIC–, permettait de modéliser une partie de l'architecture d'électronique de puissance du variateur alimentant la motorisation électrique. Les notions de base des GIC sont, très souvent, mal maîtrisées.

L'analyse d'un signal modulé est, elle aussi, souvent traitée de manière approximative.

Partie 3 – MODÈLE DE GÉNÉRATION DE COUPLE DE LA MOTORISATION D'ESCAMOTAGE/RELEVAGE

Cette partie permettait de montrer le nécessaire autopilotage d'une MSAP.

Beaucoup d'éléments étaient fournies, mais les candidats ont souvent très peu de connaissances de la manipulation de modèles électrotechniques (rares sont les candidats à donner l'unité d'une réactance).

La manipulation de formules trigonométriques est souvent fautive.

Les vecteurs de Fresnel sont, pour beaucoup de candidats, inconnus.

La dernière partie permettant de régler la boucle de courant est généralement bien traitée. Il ressort de cette partie, colorée électrotechnique, que les candidats doivent approfondir leurs connaissances et compétences dans ce domaine.

Partie 4 – RÉGLAGE DES PROFILS DE DÉPLACEMENT DU MODULE CLOCHE

Cette partie faisait appel à des notions d'automatique classique et a généralement été bien traitée.

Par contre, la détermination de gain de capteurs est souvent erronée.

Enfin l'analyse de résultats à comparer aux exigences client est aussi bien traitée. On rappelle qu'une réponse lacunaire de type « toutes les exigences sont vérifiées (ou non vérifiées) » n'est pas suffisante. Le candidat doit préciser qu'elle exigences et le comparer avec les résultats fournis.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

On conseille de nouveau aux candidats de prendre le temps de parcourir la totalité du sujet pour assimiler les problématiques proposées ainsi que les démarches de résolution associées (une durée indicative de 20 min est donnée dans l'introduction pour découvrir le sujet dans sa globalité). Cela permet d'une part de mieux gérer le temps imparti pour l'épreuve et de prendre du recul face à la problématique et d'autre part d'avoir un parcours de réponses aux questions plus harmonieux qu'un simple « picorage » des questions.

Ainsi, les correcteurs sont sensibles aux candidats qui traitent une partie dans sa continuité montrant alors des compétences manifestes plutôt que des connaissances parcellaires en traitant une question par-ci par-là.

En termes de rendu d'épreuve, le cahier réponses ne doit pas être utilisé comme un cahier de brouillon (la qualité de la rédaction n'entre pas explicitement dans la notation, mais elle est très appréciée des correcteurs et joue un rôle non négligeable dans l'évaluation), ni se limiter à un simple catalogue de réponses sans justifications. Les conclusions de certaines questions ne peuvent être valorisées que si le candidat précise le cheminement qui l'a amené à ces dernières.