



## **1/ PRESENTATION DE L'ÉPREUVE**

Le sujet de cette épreuve portait sur l'étude d'une machine de microfraisage par électro-érosion. Il était organisé en quatre parties indépendantes. L'objectif de la première partie était de déterminer les spécifications du système de débobinage/récupération pour le respect de l'exigence relative à la vitesse de déroulement du fil. Le but de la seconde partie était de valider les choix retenus pour le contrôle de la vitesse et de la tension du fil. La troisième partie visait à déterminer les caractéristiques de la motorisation afin de respecter l'exigence de contrôle de l'horizontalité du déroulement du fil. Enfin, la dernière partie concernait la conception d'un système à limiteur de couple par adhérence.

Ce sujet était composé de 64 questions à traiter en 6 heures. La compétence « communiquer » a été évaluée par le biais d'une appréciation de la présentation de la copie (orthographe, utilisation de couleurs, présentation de la copie...). Dans le but d'évaluer au mieux l'ensemble des étudiants de la filière TSI, il ne comportait pas, d'après les correcteurs, de difficultés particulières.

## **2/ REMARQUES GÉNÉRALES**

À l'exception des compétences « Expérimenter » et « Réaliser », chacune des macro-compétences au programme est évaluée par ce sujet. La plupart des « sous-compétences » est aussi testée.

Au vu des résultats, toutes les questions étaient faisables par les candidats. Cependant, même si certaines copies sont d'excellente qualité, une majorité de candidats ne sont pas parvenus à aborder l'intégralité du sujet.

Si sur la forme, les correcteurs notent une amélioration de la qualité générale des copies, sur le fond les calculs et les raisonnements simples ne sont généralement pas maîtrisés par les candidats, ce qui les pénalise lourdement. Ainsi, les aspects suivants ne sont pas assez maîtrisés :

- structures de convertisseurs statiques de base ;
- détermination de rapports cycliques ;
- identification de systèmes du premier ordre ;
- bilan des actions mécaniques ;
- notions de rendement et de puissance ;
- calculs de vitesses, transport de torseurs ;
- rapport de réduction dans des systèmes par engrènement ;
- conception de solutions techniques ;
- détermination du nombre de points d'un codeur de position ;
- décodage d'une trame.

Il s'agit pourtant de notions de base qui apparaissent clairement au programme et que les candidats doivent maîtriser pour envisager un recrutement en école d'ingénieur.

## **3/ REMARQUES SPÉCIFIQUES**

### **Question 1**

Cette question a été globalement bien traitée, bien qu'une partie des candidats n'assimile pas pleinement la consigne.

### **Question 2**

Les copies ont comporté des erreurs dans l'expression des unités utilisées. Les formules littérales n'ont pas toujours été explicitées. Beaucoup trop de candidats ne maîtrisent pas les relations de base reliant vitesse et fréquence de rotation. Les correcteurs ont été très surpris par les très nombreuses utilisations surprenantes du périmètre ou du diamètre en lieu et place du rayon pour relier  $V$  et  $\Omega$ .

### **Question 3**

Les correcteurs regrettent trop d'erreurs dans l'expression des unités utilisées. Les formules littérales ne sont pas toujours explicitées.

#### **Question 4**

Le bilan des puissances est souvent mal posé d'où le faible nombre de réponses correctes à la question. De manière générale, les candidats ne vérifient pas l'homogénéité des formules pour déceler d'éventuelles erreurs de calculs ou de raisonnement. La définition du rendement est souvent fautive et de simples réflexions pourraient mener à éviter ces erreurs (que se passe-t-il si le rendement est médiocre ? le couple a-t-il tendance à augmenter ?).

#### **Question 5**

L'expression des couples calculés fait apparaître des unités inadaptées ou fausses (l'utilisation de sous-unités semble difficile telle que le mN.m pour les couples). Cependant, les candidats ayant mené correctement la question 4 ont réussi à obtenir les bonnes valeurs numériques des couples mais pas nécessairement les unités correctes.

#### **Question 6**

Cette question a été globalement bien traitée.

#### **Question 7**

Les correcteurs regrettent que trop de candidats n'aient pas réussi à trouver l'information demandée dans le tableau fourni.

#### **Question 8**

Cette question a été globalement bien traitée.

#### **Question 9**

Peu de candidats ont trouvé le couple électromagnétique demandé à partir du couple utile et du couple de frottement fournis.

#### **Question 10**

L'utilisation du modèle électrique équivalent au comportement thermique du rotor n'est globalement pas maîtrisée. Les températures de bobinage déterminées sont globalement erronées.

#### **Question 11**

La méthode de validation est comprise dans l'ensemble.

#### **Question 12**

Cette question a été globalement bien traitée.

#### **Question 13**

Les correcteurs sont surpris que très peu de candidats connaissent les structures des hacheurs utilisées dans ce type de variateur de vitesse. Beaucoup ont représenté, en guise de schéma de puissance, la puissance consommée en fonction du temps.

#### **Question 14**

Dans l'ensemble, la période et la fréquence ont été trouvées mais pas le rapport cyclique.

#### **Question 15**

Cette question a été mal traitée. La détermination de la tension et du courant moyens à partir des courbes données n'est pas maîtrisée.

#### **Question 16**

Cette question a été globalement bien traitée.

#### **Question 17**

Peu de candidats ont réussi à identifier la fonction de transfert. La plupart ont essayé de retrouver la fonction de transfert à partir d'un modèle de connaissance, ce qui n'était évidemment pas demandé.

**Question 18**

La méthode de détermination de la fonction de transfert en régime harmonique est maîtrisée dans l'ensemble.

**Question 19**

La plupart des tracés sont faux y compris avec la bonne fonction de transfert déterminée à la question précédente.

**Question 20**

Cette question a été mal traitée dans l'ensemble. La fréquence utilisée pour déterminer les pulsations est souvent celle du réseau électrique (50 Hz).

**Questions 21**

Cette question a été rarement abordée et exceptionnellement bien traitée.

**Questions 22**

Cette question a été très peu traitée.

**Question 23**

Cette question a été globalement bien traitée.

**Question 24**

L'identification des caractéristiques des fonctions de transfert est correctement réalisée à l'exception du coefficient d'amortissement  $\xi$ .

**Question 25**

Les candidats ayant abordé cette question ont souvent donné la bonne réponse.

**Question 26**

Les correcteurs ont constaté des difficultés à lire correctement les pulsations avec une échelle logarithmique. Peu d'entre eux ont trouvé le coefficient d'amortissement  $\xi$ .

**Question 27**

En raison des difficultés à lire les pulsations, les réponses sont souvent erronées.

**Question 28**

La plupart des candidats a réussi à déterminer la fonction de transfert en boucle fermée  $H_c(p)$ , mais les fonctions de transfert en boucle ouverte  $H_{BO}(p)$  données sont souvent fausses.

**Question 29**

Le temps de réponse à 5 % ainsi que le premier dépassement relatif ont été correctement déterminés par ceux qui ont abordé cette question mais l'erreur statique est souvent erronée. Les candidats l'ont souvent déterminée à partir de la valeur finale et non de la consigne.

**Question 30**

Cette question a été peu abordée. Les conclusions données par les candidats sont pour la plupart cohérentes avec les résultats trouvés à la question précédente.

**Question 31**

Cette question a été peu abordée mais la détermination des marges est globalement correcte.

**Question 32**

Cette question a été globalement traitée mais souvent partiellement avec des erreurs de signe ou des erreurs manifestes d'homogénéité.

### Question 33

Question classique portant sur le calcul de rapports de réduction dans un train épicycloïdal évitant l'utilisation théorique de la formule de Willis. De trop nombreuses erreurs apparaissent alors que les relations de base sur les rapports de réduction doivent être connues (non inversion du sens de rotation pour des contacts intérieurs, inversion de la définition de base du rapport de réduction dans un train simple, combinaison de rendements).

### Question 34

Question globalement traitée mais de nombreuses inversions du rapport de réduction apparaissent dans les réponses, démontrant une méconnaissance des relations de base sur les trains d'engrenages.

### Question 35

Question assez peu traitée. On note cependant que certaines élèves appliquent directement et correctement la formule de Willis au cas d'un train de type 1. Dans certains cas le résultat est donné sans aucun développement.

### Question 36

Question globalement bien traitée mais le nombre de satellites est souvent oublié.

### Questions 37

Les relations cinématiques sont plutôt assez bien connues mais elles ne sont que très rarement appliquées au bon point. Ceci engendre globalement des erreurs et donc assez peu de bonnes réponses.

### Questions 38

Cette question a été assez mal traitée, en raison de l'enchaînement avec les questions précédentes. On voit clairement ici les difficultés rencontrées par les candidats pour mener une étude relativement simple.

### Question 39

Question peu ou pas traitée.

### Question 40

Cette question pouvait être traitée malgré des réponses aux questions précédentes fausses en indiquant la valeur de l'inertie totale équivalente du réducteur. Néanmoins, beaucoup de candidats font des erreurs grossières dans les calculs et les conversions d'unités sont problématiques.

### Question 41

La question a été globalement non traitée. Des difficultés apparaissent néanmoins pour exprimer le torseur des actions mécaniques (glisseur) introduisant  $T_{pc}$ . Le couple  $C_{ms}$  apparaît régulièrement.

### Question 42

Cette question a posé d'importants problèmes (position du rapport de réduction, introduction des rendements). La relation donnée n'est pas en général justifiée. Elle n'est souvent pas homogène à un couple.

### Question 43

Des difficultés à réaliser un bilan des actions mécaniques exhaustif (pas d'utilisation du graphe des liaisons, l'action mécanique de la pesanteur est souvent oubliée). Des actions mécaniques supplémentaires sont introduites sans justification.

### Question 44

Cette question est souvent non traitée ou très mal traitée. Les méthodes de résolution ne sont pas maîtrisées.

### Question 45

L'application numérique est régulièrement fautive lorsqu'elle est envisagée.

### Question 46

Cette question a généralement été bien traitée. Quelques sollicitations de torsion sont énoncées.

**Question 47**

Question assez bien traitée dans le cas général même si beaucoup de candidats ne l'ont pas bien comprise puisque l'on demandait la forme du torseur.

**Question 48**

Bien traitée pour ceux qui ont abordé la question. Des candidats ont considéré que le point P était une limite de tronçon.

**Question 49**

Pour ceux qui ont traité la question 48, les résultats sont justes.

**Question 50**

Certains candidats ne voient pas le lien avec la question précédente.

**Question 51**

Peu de bonnes réponses avec de multiples erreurs de calcul.

**Question 52**

La valeur numérique dépendait de la question 51. Ceci a engendré assez peu de bonnes réponses. Le manque de recul par rapport aux valeurs numériques obtenues est flagrant, menant à des ordres de grandeurs de  $10^{-6}$  à  $10^8$  sans unité.

**Questions 53**

Question assez peu traitée, en relation avec les valeurs obtenues à la question 52.

**Questions 54**

Cette question a été très peu abordée. Quelques rares candidats ont réussi à déterminer la relation entre  $X_{DBB}(p)$  et  $U(p)$ .

**Question 55**

Cette question a été très peu abordée, avec quasiment aucune bonne réponse. La transformée de Laplace d'un échelon est inconnue pour la plupart des candidats.

**Question 56**

Cette question a aussi été très peu abordée. Quelques candidats ont réussi à déterminer le temps mis pour un déplacement de 6 mm.

**Question 57**

Les candidats qui ont répondu correctement à cette question sont rarissimes. Les méthodes utilisées sont pour la plupart très approximatives.

**Question 58**

Cette question a été très peu abordée. La plupart des références données étaient fausses compte-tenu des erreurs à la question précédente. La vérification de la fréquence maximale admissible n'a quasiment jamais été faite.

**Question 59**

Cette question (très facile) a été peu traitée avec beaucoup d'erreurs. Les candidats n'ont pas su utiliser la documentation fournie sur le protocole CAN.

**Question 60**

Cette question a aussi été peu abordée. Les réponses données sont globalement correctes.

**Question 61**

Les rares candidats qui ont répondu à cette question n'ont pas réussi à décoder l'extrait de trame donné. La plupart ont interverti les bits dominants et les bits récessifs.

#### **Question 62**

Compte-tenu des mauvaises lectures de trames de la question précédente, les bonnes réponses sont exceptionnelles.

#### **Question 63**

Question très peu traitée dans l'ensemble. Les solutions proposées sont souvent non montables et les candidats ont une tendance régulière à dessiner de nouveaux roulements sur les roulements existants.

#### **Question 64**

Question très peu traitée dans l'ensemble. Les solutions proposées sont souvent non montables.

### **4/ CONSEILS EN ENCOURAGEMENTS**

Les conseils prodigués dans les rapports des années précédentes restent d'actualité.

Il est indispensable que les calculs littéraux soient menés à leur terme, avant de réaliser un calcul numérique. Il est évident qu'une valeur numérique fautive sans l'expression littérale permettant de réaliser le calcul ne rapporte pas de point. Les candidats ne doivent en aucun cas remplacer systématiquement en début de calculs les paramètres par leurs valeurs numériques.

Même si le calcul n'est pas une fin en soi en Sciences Industrielles de l'Ingénieur, il convient, pour un futur ingénieur, de maîtriser les calculs élémentaires : calcul de fractions, résolution d'équations et de systèmes d'équations simples...

De la même manière, les ordres de grandeurs et l'homogénéité des relations obtenus doivent être vérifiés. De trop nombreuses relations sont incohérentes ou non homogène avec les grandeurs recherchées (vitesse linéaire égale à une fréquence de rotation, couple identifié à un effort divisé par une longueur, ...). Les équations aux dimensions doivent être systématiquement appliquées pour vérifier la cohérence des résultats.

Certaines des questions sont en plusieurs parties. Il convient de les lire en intégralité pour ne pas oublier de répondre à l'intégralité de la question.

Les correcteurs rappellent que les Sciences Industrielles de l'Ingénieur doivent être abordées dans leur globalité et que le questionnement peut fluctuer en fonction du support d'étude.

**CCP TSI**  
**Epreuve de Sciences Industrielles**  
**Total copies = 1223 - Moyenne = 09,63 - Ecart type = 03,43**

■ Fréquence des notes finales

