

## I. Présentation de l'épreuve

Pour la première année dans le Concours Commun Polytechnique TSI, les parties distinctes de Mécanique et d'EEA de l'épreuve de projet ont été regroupées en une épreuve unique dite épreuve de projet SII. Ce sujet d'une durée de 6 heures concerne l'étude d'une machine d'analyse sanguine ACS 180 de la société BAYER. Cette présentation sous forme d'une épreuve unique devait permettre l'étude d'un système technique sous toutes ses facettes et surtout éviter que des candidats ne traitent qu'une seule partie du programme en se focalisant, soit majoritairement sur les aspects mécaniques, soit sur les aspects électriques des études proposées. Le but est atteint et nous pouvons ainsi affirmer qu'à quelques très rares copies non significatives, l'ensemble des candidats a abordé la totalité des champs disciplinaires présentés.

Les questions posées couvrent de grandes parties du programme des deux années de classe préparatoire et permettent de tester les candidats sur un large éventail de connaissances. Elles reprennent à la fois des questions simples qui apparaissent comme des points fondamentaux du programme et des problèmes plus complexes, nécessitant une réflexion approfondie.

Les candidats ont eu à traiter des problèmes relatifs à la compréhension globale d'un mécanisme complexe, aux choix de composants et au dimensionnement.

## II. Remarques Générales

Pour ne pas pénaliser les candidats, le sujet a été construit de telle sorte que les grandes parties du questionnement restent indépendantes. Toutefois, afin de résoudre un problème donné quelques questions se sont retrouvées fortement liées les unes aux autres.

Il ne présentait pas de grosses difficultés sinon celles liées à une lecture attentive. Ainsi, la lecture des documents et des hypothèses pour la résolution d'un problème reste parfois superficielle, entraînant des confusions, voire des erreurs dans l'interprétation de la question et dans la pertinence de la réponse.

De façon générale, trop de réponses sont encore données sans justification. Il est nécessaire, pour résoudre un problème, de le poser de manière algébrique ou graphique. La vérification de l'homogénéité des unités d'une équation reste un bon moyen d'identifier les erreurs dans les formules.

Les notations imposées par le sujet doivent être respectées et ne peuvent pas faire l'objet d'une approximation ou d'un choix délibéré du candidat.

Les questions de logique sont en général bien traitées mais on peut regretter qu'elles ne soient pas systématiquement abordées.

La lecture des documents constructeurs, classique en Génie Electrique, n'a pas posé de soucis.

Dans l'immense majorité, les copies sont correctement paginées et le repérage des questions est aisé. C'est un point positif, il faut continuer dans ce sens. Il reste néanmoins à insister sur la nécessité de souligner ou d'encadrer le résultat.

Enfin, bien que non évalué, nous tenons à souligner le niveau parfois très faible du français dans encore trop de copies. L'orthographe et les structures grammaticales sont quelquefois très largement

approximatives. Il faut encourager les candidats à s'exprimer correctement lors des phases de rédaction, et enfin à se relire.

### **III. Conseils et encouragements**

Les résultats de cette année sont dans l'ensemble corrects. Certes encore trop de copies sont très faibles, on note cependant quelques bonnes, voire quelques excellentes compositions.

La nature nouvelle de l'épreuve a semble-t-il aidé les candidats à éviter les impasses. Nous encourageons les étudiants des classes préparatoires TSI à sortir le plus rapidement possible du champ disciplinaire enseigné dans leur filière d'origine et à élargir leurs connaissances et leur compréhension des systèmes. Les épreuves de projet iront de plus en plus vers une imbrication totale des champs disciplinaires afin de résoudre une problématique donnée.

Seule une bonne connaissance des méthodes mathématiques, des principes physiques mis en œuvre et surtout une grande curiosité peuvent aider les futurs élèves ingénieurs à acquérir les réflexes qui permettent d'appréhender un problème technique dans sa globalité. Le défi est important, les travaux pratiques réalisés sur les deux années doivent permettre de s'y préparer avec efficacité.

## **I. CYCLE D'UNE CUVETTE**

### **A. Analyse du système**

L'analyse fonctionnelle est fondamentale pour une compréhension minimale du système. Elle synthétise graphiquement de nombreuses informations du cahier des charges. Une bonne ou mauvaise représentation d'un SADT montre à la fois votre maîtrise de l'outil mais aussi votre compréhension de ce que vous avez lu et vu sur le système.

La logique séquentielle (très simple) a été correctement traitée mais le niveau de compréhension de la structuration du grafset et de son incidence sur le système est à revoir. Aucun point de vue n'était spécifié.

La problématique d'orientation des cuvettes en trois étapes a été traitée correctement.

### **B. Etude dynamique de l'entraînement de l'ascenseur**

Le bilan des actions mécaniques doit être accompagné des torseurs. La forme torsorielle des liaisons fait partie des prérequis.

Si l'on pouvait faire un bilan partiel dans la première question, lors de l'écriture du principe fondamental de la dynamique, le système isolé étant constitué de l'arbre + excentrique, l'ensemble des actions extérieures devait être indiqué. Ainsi, l'absence du couple moteur ou de la réaction du palier était fréquente.

Le principe fondamental de la dynamique ne se limite pas au théorème de la résultante dynamique. On doit lui ajouter le théorème du moment dynamique, si le système étudié est en rotation. Le meilleur moyen pour ne pas l'oublier est d'écrire l'égalité entre les torseurs statiques et dynamiques.

L'écriture la plus simple des torseurs est faite lorsque les axes sont de même direction que la force et que le torseur est exprimé au point d'application de la force.

La structure mécanique simplifiée ne posait normalement pas de problème particulier pour la résolution d'un système dynamique. Pour un exercice de « cours », les résultats sont beaucoup trop faibles. Les procédures de calcul doivent être maîtrisées.

Le calcul de la vitesse et de l'accélération est en général maîtrisé. Le choix de projection dans la base fixe n'est pas judicieux puisqu'il fait apparaître deux composantes au lieu d'une.

Lors du calcul du moment cinétique, l'utilisation du calcul matriciel est trop souvent mauvaise.

### **C. Choix de conception**

La connaissance des matériaux est indispensable. On n'a pas le droit de confondre un alliage d'aluminium avec un acier. Connaître et reconnaître un matériau est le premier pas pour comprendre pourquoi il sera utilisé ou ne le sera pas pour fabriquer une pièce.

Le mode d'obtention du brut n'est pas fait au hasard et dépend notamment du matériau, des formes de la pièce et des quantités à produire. Meilleure sera votre connaissance de ces modes d'obtention, plus faible sera le coût du brut. Un plan de joint simple sera moins cher qu'un plan de joint brisé par exemple. **Il n'est pas exclu que le poids de cette partie indispensable du programme soit revu à la hausse dans les années futures.**

## II. CAPTAGE DES TEMPERATURES

### **A. Préliminaires**

Bien que traitée par la majorité des candidats, la question relative aux positionnements des CTN et TED montre que les documents « constructeur » sont souvent lus de façon trop approximative.

Il est à noter que les fonctions extraordinaires et méconnues de la graisse thermique ont parfois fait sourire les correcteurs.

### **B. Obtention de la référence de tension et sélection de la mesure à traiter**

Les montages de base à Amplificateur Linéaire Intégré et en particulier le montage inverseur sont connus. En revanche, la production d'un schéma simplifié a été plus rarement traitée avec rigueur. Il faut encourager les étudiants à se préparer à ce genre de questions car il est fréquent qu'un montage électronique puisse être fortement simplifié après exploitation des hypothèses d'étude.

### **C. Equation de VBOFS**

L'utilisation du théorème de Millmann ou du théorème de superposition pour l'obtention de l'équation de sortie du montage est très inégalement maîtrisée. Il semble qu'elle soit totalement acquise pour certains alors que d'autres écrivent dès la première ligne de calcul, une équation erronée.

Dans tous les cas, il faut rapidement simplifier les expressions afin de ne pas manipuler d'expressions trop lourdes. Une erreur entraîne alors, outre la non résolution de la question, une perte de temps qui peut se révéler conséquente. Sur quelques copies, on peut assister à des "tours de passe-passe" pour retrouver absolument l'équation proposée dans le sujet. Le candidat doit être conscient que le jury n'apprécie pas la malhonnêteté scientifique.

### **D. Choix de la C.T.N**

On note quelques erreurs de raisonnement dans le choix technologique de la CTN mais de façon générale ces questions sont correctement traitées. On peut cependant regretter que les critères de choix ne soient pas suffisamment exprimés.

Pour la justification du convertisseur, on peut remarquer que celle-ci ne s'appuie que rarement sur le calcul des valeurs extrêmes.

## III. CHOIX D'UN TYPE DE MOTORISATION

### **A. Contexte**

### **B. Problématique**

Pour la détermination de la précision de positionnement, il ne fallait pas confondre la précision de positionnement de la vis à bille (0,25mm) et la précision de positionnement  $t$  de l'aiguille.

Le graphe des liaisons n'est pas plus maîtrisé que la lecture du sujet qui spécifiait de ne traiter que la direction des x (problématique du positionnement en vue de son introduction dans un réceptacle).

La description d'une liaison ne se limite pas à son nom, mais nécessite aussi sa direction et son point d'application. Même s'il n'était pas nécessaire ici et non représenté sur le schéma, on pouvait utiliser un tiret à la place du nom du point.

L'identification préalable des classes d'équivalence cinématique n'est pas faite (agrégation des éléments encastrés en un seul).

Quelques rares candidats ne savent pas ce qu'est un graphe des liaisons et ont tracé un schéma cinématique faux.

Le calcul de l'hyperstatisme est hasardeux.

La comparaison entre les solutions constructives et le schéma cinématique défini par le concepteur est trop souvent sans relation. Les candidats ont dans l'ensemble trouvé au moins une solution constructive (noix ou accouplement). Certains n'ont pas compris le sens de la question et ont juste indiqué « qu'il existait des solutions pour réduire le degré d'hyperstatisme ».

### **C. Cas du moteur à courant continu**

Pour la plupart des étudiants, le choix technologique du capteur a été correctement traité. Le gain a souvent été mentionné en  $V \cdot mm^{-1}$  et non dans le système international ; en  $V \cdot m^{-1}$ . Si, sur les aspects technologiques, le mm est de mise, dès que l'on travaille avec des équations décrivant la physique des phénomènes, les unités SI sont requises.

Le maniement des schémas blocs semble bien acquis. Les règles de base sur l'aspect calculatoire dans les asservissements sont correctement maîtrisées et l'identification des paramètres ne pose pas de problème.

Toutefois, peu d'étudiants concluent sur l'intérêt d'un retour unitaire et peu d'entre eux traitent correctement la question portant sur la présence d'un intégrateur dans la chaîne directe.

Enfin, force est de constater que la dernière question de cette partie portant sur la commande du système en boucle fermée et sur les tensions à placer en entrée de l'asservissement a été mal, voire, pas traitée. Cette question se voulait pourtant sans difficulté spécifique et n'aurait pas dû rencontrer d'obstacle à sa résolution.

### **D. Cas du moteur pas à pas**

Les calculs préliminaires au choix du moteur pas à pas ont souvent été faits correctement. La majorité des erreurs provient des unités (radian et mm).

### **E. Conclusion**

Pour faire un bon choix, il faut connaître les critères d'évaluation et leur niveau d'acceptation. Ainsi pour un moteur, le minimum à connaître (sans parler des problèmes d'encombrement) est le couple que le moteur doit fournir et la tension d'alimentation nécessaire à son fonctionnement dans des conditions optimales.

### **F. Conception**

Le dessin demandé dans cette question a été trop peu traité par les candidats malgré sa simplicité. Il est gênant de ne pas savoir faire un assemblage élémentaire ne nécessitant que deux ou quatre vis, un ajustement et un épaulement sur un moteur.

La mise en position d'un moteur n'est pas acquise (centrage court, appui plan). Trop souvent, des vis servent à la mise en position !

La qualité graphique des dessins reste très médiocre. Même si l'étude était demandée à main levée, l'utilisation d'une simple règle aurait permis à certains candidats de rendre un dessin plus lisible.

Une plus grande difficulté existait dans l'écriture des spécifications géométriques. Pour en faire apparaître, il suffit d'imaginer l'effet d'un déplacement (localisation) ou d'un changement

d'orientation (spécification géométrique d'orientation) du moteur que l'on vient assembler sur cette structure. Quelles sont les fonctions remplies par cet assemblage dans le système complet ?

## IV. ALIMENTATION

### A. Préliminaires

Pour la partie électronique de puissance, les règles de base d'interconnexion des sources sont connues de façon trop approximative. Le parallèle entre l'énoncé de ces règles et l'identification des éléments sur le montage étudié est souvent hasardeux, voire faux.

### B. Obtention de la tension négative

Peu de candidats ont réussi à mettre en évidence la relation liant la tension d'entrée et la tension de sortie du montage. Un trop grand nombre a essayé de retrouver un résultat sans doute vu en cours. La connaissance des méthodes de résolution ne semble pas acquise et l'aspect « je dois arriver à tel résultat » reste important. Plusieurs candidats ont finalement écrit « On sait que » avant d'annoncer un résultat bien évidemment erroné.

Peu de candidats ont pu justifier l'absence de signe – dans le résultat final. La lecture précise du sujet semble là aussi poser problème.

### C. Détermination de la valeur de la bobine

Bien que cette partie soit la dernière du sujet, de nombreux candidats ont traité ces questions.

De manière générale, les formes d'ondes des courants sont satisfaisantes. Le calcul de l'ondulation ne pose pas de problème majeur et la valeur de la bobine découle directement du résultat précédent.

