

EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES B ÉTUDE D'UN SYSTEME DE TRANCANNAGE

Durée : 6 heures

PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet porte sur l'étude d'un système de trancannage, permettant d'enrouler régulièrement un fil de section rectangulaire en sortie de laminoir sur une bobine. Ce système est conçu et commercialisé par la société REDEX Strip and Wire Industry.

Le produit comporte trois chaînes fonctionnelles dont deux sont dépendantes. La première permet de charger/décharger les bobines afin de permettre leur manutention et n'était pas étudiée dans l'épreuve. La deuxième permet la mise en rotation de la bobine destinée à enrouler le fil sur la bobine sachant que la vitesse d'enroulement du fil sur la bobine est imposée par la vitesse en sortie de laminoir. La troisième chaîne permet d'obtenir le déplacement en translation de l'ensemble d'enroulement le long de l'axe de la bobine de telle sorte que le pas d'enroulement du fil soit égal à sa largeur. Le sujet propose d'étudier ces deux dernières chaînes, en particulier les lois de mouvement lors des allers-retours permettant d'obtenir un enroulement correct. La translation de l'ensemble d'enroulement résulte de la rotation d'un arbre motorisé qui entraîne, par l'intermédiaire d'un système poulies courroie, un système vis-écrou à billes. Par ailleurs, compte tenu des efforts et de la précision requise, la liaison entre l'ensemble d'enroulement et le bâti est réalisée par 6 patins à billes. Ce sont les critères de dimensionnement permettant le choix de ces différents composants de transmission et de guidage qui sont étudiés dans la première partie de cette épreuve. Une fois les choix validés, la seconde partie de l'épreuve consiste à proposer une solution constructive pour cette chaîne de transmission.

Les poids relatifs des différentes parties du sujet sont :

- Notice justificative 52,5 %
- Dessin d'étude de construction mécanique 47,5 %

Thématiquement, sur la notice justificative, la répartition de la notation a été faite de la manière suivante :

- Etude de l'entraînement en translation Q1 à Q12 15,8 %
- Etude du guidage en translation Q13 à Q25 18,6 %
- Etude de la transformation de mouvement Q26 à Q37 18,1 %

COMMENTAIRE GÉNÉRAL DE L'ÉPREUVE

Le sujet est structurellement long, les candidats peuvent ainsi s'exprimer sur l'ensemble de leurs compétences et montrer leur capacité à aborder un problème dans sa globalité. Une lecture complète du sujet est conseillée en début d'épreuve afin de s'imprégner du sujet.

Les calculatrices sont interdites. Certaines applications numériques étaient délicates et demandaient donc une aptitude à effectuer des approximations pour pouvoir atteindre le résultat. Lors de l'évaluation des copies, une tolérance a été appliquée sur la précision des résultats numériques obtenus.

Le sujet ne posait pas de difficulté particulière de compréhension.

Toutes les questions posées sont au niveau des candidats (à chaque question, plusieurs candidats obtiennent le maximum des points, et, pour 65 % des questions, au moins 10 % des candidats obtiennent le maximum des points).

Dans toutes les parties du sujet, des connaissances de base sont évaluées. Bon nombre de candidats ne les maîtrisent pas.

Une grande majorité des candidats a traité ou entamé chaque partie, avec une préférence pour les parties calculatoires (résistance des matériaux).

Les candidats ont fréquemment abandonné la notice justificative pour se consacrer au dessin : ils obtiennent en moyenne 42 % de leurs points sur la notice et 58 % sur le dessin d'étude de construction mécanique.

ANALYSE PAR PARTIE

Remarques sur la partie notice justificative

Remarques générales :

Les candidats ont su profiter des parties indépendantes et des questions indépendantes à l'intérieur de chaque partie. Certaines parties sont intégralement non traitées par certains candidats.

Le jury déplore que les candidats ne soient pas plus familiers de ce format d'épreuve avec cahier réponse : beaucoup trop d'entre eux ont eu visiblement un raisonnement juste mais ne répondent pas précisément à la question posée (donnent l'expression littérale au lieu de l'application numérique – et inversement - ou n'expriment pas leurs applications numériques dans l'unité demandée) ce qui les pénalise fortement. Par ailleurs, quelques candidats passent beaucoup de temps à justifier leurs résultats alors même que ce n'est pas explicitement requis.

Étude de l'entraînement en translation :

Cette partie, portant sur l'entraînement en translation du système de bobinage, a été abordée par la quasi totalité des candidats. Le choix des unités pour les vitesses de rotation (en tours par minutes) a perturbé de nombreux candidats : seuls un tiers d'entre eux obtient le maximum de points à la première question où il s'agissait de relier la vitesse en sortie de laminoir à la vitesse de rotation de la bobine, et par conséquent seuls 10 % parviennent à conclure sur le choix du moteur à la troisième question. Dans la suite, la question 5 est la mieux traitée avec un tiers de bonnes réponses. Les autres questions conduisant les candidats à cumuler leurs erreurs, notamment car la relation cinématique pour une vis à filet à droite est mal connue. Les questions 10, 11 et 12 pourtant indépendantes, mais qui demandaient un recul important pour déterminer les points de fonctionnement du moteur, ont été très peu traitées par les candidats.

Étude du guidage en translation :

La première question portait sur l'hyperstatisme du système de guidage et a été correctement traitée par un tiers des candidats. La deuxième question de cotation n'a rapporté le maximum de points qu'à un peu plus de 10% des candidats par manque de rigueur dans l'écriture des spécifications. A la troisième question, seuls 15% des candidats connaissent la relation entre couple et effort pour une vis. Le principe fondamental demandé à la question 16 est bien appliqué, près de 30% des candidats obtiennent la note maximale alors que trop de candidats n'expriment pas leurs résultats en fonction des variables géométriques spécifiées. La question 17 portant sur le torseur des petits déplacements a été correctement traitée par plus de 20% des candidats. Les questions suivantes (18, 19 et 20) qui en découlaient ont été très peu abordées. 10% des candidats ont remarqué que la question 21 était indépendante et obtiennent ainsi des points. Les questions suivantes portant sur la durée de vie des patins sont globalement mal traitées, souvent parce que les applications numériques ne sont pas effectuées ou fausses (beaucoup de problèmes d'unités encore une fois).

Étude de la transformation de mouvement :

La partie démarrait avec deux questions de matériau et de traitement thermique complètement indépendantes et bien identifiées comme telles par les candidats puisque presque tous les ont abordées. Les réponses ont été assez hétérogènes, puisque l'on a à la fois plus d'un quart de bonnes réponses mais aussi beaucoup de réponses farfelues (en termes de composition ou de nom des composés) à la question 26. Les questions de résistance des matériaux (28 à 32) qui suivent ont été plutôt très bien traitées par les candidats également puisque 55% d'entre eux obtiennent le maximum des points à la question 28 et près d'un tiers d'entre eux à tout ce groupe de questions. La question 33 qui demandait des développements calculatoires importants n'a presque pas été traitée, mais n'a pas été pénalisante pour la suite car des résultats intermédiaires étaient fournis. Ainsi presque 20% des candidats répondent **correctement** à la question 34 et plus de 10% à la question 36. Les conclusions demandées en question 37 ont, par contre, été très souvent partielles, les candidats ayant oublié une partie des critères de dimensionnement de la vis.

Remarques sur la partie « dessin d'étude de construction mécanique »

Remarques générales :

Le dessin était constitué de deux zones, dans lesquelles devaient être représentées :

- Des éléments du système de transformation de mouvement de la rotation du moteur vers la translation du système de bobinage : liaisons encastrement poulies/arbres, guidage en rotation par éléments roulants de la vis, montage de l'écrou à billes sur le châssis mobile, montage des spirales de protection, fixation du codeur absolu sur la vis ;
- Une représentation en perspective de la pièce permettant de réaliser une liaison complète entre le corps du codeur absolu et le châssis fixe.

Les candidats semblent ne pas avoir eu de difficulté à appréhender l'environnement.

Les dessins sont globalement d'une qualité satisfaisante, laissant peu d'ambiguïté sur les solutions techniques proposées par les candidats.

Zone 1 : liaisons encastrement entre arbres et poulie

La liaison complète entre un bout d'arbre moteur ISO (épaulé, claveté et percé taraudé en bout) et la première poulie est maîtrisée par seulement 20% des candidats. Plus de 75% d'entre eux ont une solution montable mais beaucoup oublient les arrêts axiaux ou arrêtent axialement la poulie sur le carter du moteur. La liaison complète entre l'axe de la vis et la seconde poulie devait être dessinée en utilisant une frette Tollok qu'il fallait décalquer **à partir de** des documents ressources. Beaucoup de candidats la décalquent dans le sens de la documentation ce qui rend le serrage des vis inaccessible.

Zone 1 : montage de roulements

Presque tous les candidats donnent des éléments de solution pour ce montage de roulement. Près de la moitié des candidats ne réalisent pas un montage en « O » mais un montage en « X », ou encore un montage avec un seul roulement ou deux roulements montés dans le même sens. Beaucoup n'utilisent pas les géométries des roulements fournies, qu'il suffit pourtant de décalquer puisqu'elles sont dessinées à l'échelle du calque dans les documents ressources ! Le jury met en garde les candidats à propos de la représentation symbolique des roulements : les candidats qui représentent les roulements uniquement de cette manière se trompent presque systématiquement dans le type de montage (« O » ou « X ») ou dans les arrêts axiaux. Nous incitons donc les candidats à éviter cette technique ou à la limiter à une demi vue. Les arrêts axiaux ainsi que les ajustements doivent être compatibles avec le type de montage et permettre de régler la précharge du montage : **dans les cas où** les arrêts axiaux sont justes, les ajustements sont **souvent** fantaisistes et ne sont pas compatibles avec le réglage du jeu envisagé. Par ailleurs, seul un candidat sur deux propose des solutions valides pour l'étanchéité dynamique. Le lien entre liaison linéaire annulaire

et une bague du roulement rigide à billes non arrêtée axialement n'est pas maîtrisée par de nombreux candidats, moins de 10% obtiennent le maximum de points à cette question.

Zone 12 : montage de l'écrou à bille et des spirales de protection

Cette partie a été globalement moins traitée que la précédente mais mieux réussie. L'écrou est bien lié au châssis mobile dans plus de 40% des copies. Le montage des soufflets, dont les spécificités étaient décrites dans la documentation technique, permet près d'un tiers de candidats d'obtenir la note maximale sur ces questions.

Zones 1 et 2 : montage du codeur absolu

Il s'agissait ici de dessiner dans la zone 1 le centrage du capteur, dont l'axe (défini dans les documents ressources) est creux et fendu, sur la vis. L'entraînement par adhérence nécessitait d'utiliser le collier de serrage également décrit dans les documents ressources. Si près de 60% des candidats représentent le centrage, seuls 20% obtiennent le maximum de points à cette question en représentant le collier. Dans la zone 2, il était demandé de représenter en perspective une pièce d'adaptation destinée à réaliser la liaison complète entre le corps du codeur et le châssis fixe. Les candidats ayant traité cette question proposent généralement des solutions pertinentes, bien que pas toujours représentées en perspective comme demandé, ce qui a été sanctionné.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Regarder l'ensemble du sujet afin d'aller chercher les parties dans lesquelles ils se sentent le plus à l'aise.

Répondre précisément aux questions posées en différenciant bien expression littérale et application numérique. Exprimer les applications numériques dans l'unité requise et les expressions littérales en fonction des variables spécifiées dans la question.

Dans la partie « dessin d'étude de construction mécanique », privilégier les solutions qui soient les plus simples possibles. Penser à indiquer les jeux fonctionnels ainsi que les ajustements.

Ne pas appliquer systématiquement des solutions types (par exemple lorsqu'un encastrement par frette est demandé, ne pas réaliser une solution par clavette+vis) mais prendre le temps d'analyser les spécificités du système étudié.

Connaître et maîtriser les connaissances de base : torseur de cohésion, formules de résistance de matériaux, application du PFS, du PFD, du théorème de l'énergie cinétique, écriture de tolérances au sens de la norme, désignation des matériaux, réalisation des liaisons élémentaires (encastrement, pivot, méthode pour la réalisation d'un montage de roulements)...

Effectuer les applications numériques en dépit de l'interdiction des calculatrices et prendre du recul sur les résultats numériques obtenus en se posant la question élémentaire : le résultat est-il plausible vis-à-vis du produit étudié ?

Développer leur culture technologique afin de proposer des solutions réalistes, par exemple en multipliant les activités d'analyse sur des systèmes réels.