

ÉPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES B
ÉTUDE DU SYSTÈME DE VERROUILLAGE DE LA POUPEE MOTRICE D'UN ROBOT DE SOUDAGE

Durée : 6 heures

PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet porte sur l'étude du système de verrouillage de la poupée motrice d'un robot de soudage.

Le « poste de soudage robotisé » est une machine comprenant :

- un robot industriel de type bras articulé et équipé à son extrémité du « dispositif de soudage » selon le procédé de soudage utilisé ;
- un poste de chargement/déchargement.

Le poste de chargement/déchargement est constitué d'une broche horizontale comprenant deux « outillages de soudage » identiques séparés par une plaque de protection verticale. Chaque « outillage de soudage » permet de maintenir en position la pièce à souder. Ces outillages sont également pilotables en rotation autour d'un axe horizontal.

Le guidage autour de cet axe horizontal est assuré par deux poupées dont l'une est motorisée. Cette poupée motrice doit permettre la rotation par demi-tour de la broche et doit être verrouillée dans les deux positions de travail. Ce dispositif de verrouillage est constitué mécaniquement par un vérin lié au bâti qui fait pivoter un culbuteur dont l'extrémité vient s'engager dans deux encoches diamétralement opposées d'un disque solidaire de la broche.

Les poids relatifs des différentes parties du sujet sont :

II. Notice justificative	50 %
III. Dessin d'étude de construction mécanique	50 %

La répartition de la notation des différentes parties de la notice a été faite de la manière suivante :

- Détermination de la course du vérin (Q1 à Q2) : 3 %
- Détermination des efforts dans le système de verrouillage (Q3 à Q13) : 20 %
- Choix du vérin (Q14 à Q17) : 9 %
- Etude du culbuteur (Q18 à Q19) : 3 %
- Etude des liaisons en chape (Q20 à Q24) : 13 %

Le dessin d'étude de construction mécanique, outil indispensable à maîtriser pour une bonne communication technique, proposait de concevoir :

- Le montage des galets (Q25) 3 %
- La liaison Tige de vérin 4 – Culbuteur 5 (Q26) 20 %
- La Liaison Corps de vérin 3 – Socle (Q27) 27 %

COMMENTAIRE GÉNÉRAL DE L'ÉPREUVE

Le sujet est structurellement long et varié, 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 candidats sont invités à consacrer à peu près le même temps à la notice justificative et au dessin de construction mécanique.

Les calculatrices sont interdites. Les valeurs numériques données dans le sujet sont choisies afin de simplifier grandement les applications numériques à effectuer. La courbe $y=\sqrt{x}$ est donnée en annexe afin de pouvoir trouver graphiquement la racine carrée d'une valeur numérique en partie V.

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 80% des questions, au moins 10% des candidats obtiennent le maximum des points).

Le temps imparti pour répondre au sujet était correctement dimensionné. Ainsi, une grande majorité des candidats a traité ou entamé chaque partie (56% des candidats a traité au moins 80% des questions).

Le barème et le temps imparti étaient répartis équitablement entre notice et dessin. Les moyennes des candidats sont similaires sur ces deux parties. Par contre la répartition des notes est bien plus large pour la partie dessin (l'écart type est deux fois plus important que sur la partie notice). Les candidats qui ont le mieux réussi l'épreuve ont donc globalement bien répondu à la partie notice et ont fait la différence sur la partie dessin technique, outil indispensable à maîtriser pour une bonne communication technique.

ANALYSE PAR PARTIE

Remarques sur la partie notice justificative

Remarques générales :

Les candidats semblent familiers avec le format de cahier réponse déjà utilisé les années précédentes.

Les candidats ont su profiter des sous-parties indépendantes et des questions indépendantes à l'intérieur de chaque partie.

PARTIE I - Détermination de la course du vérin (Q1 à Q2)

Cette partie portait sur l'analyse de la cinématique simple du mécanisme et avait pour objectif de mettre le candidat en confiance. Seuls 12% des candidats obtiennent le maximum des points à cette partie. 79% des candidats n'obtiennent pas la moitié des points à cette partie. Ces candidats ont souvent occulté la rotation du corps du vérin, ce qui géométriquement ne permet pas le fonctionnement du système.

PARTIE II - Détermination des efforts dans le système de verrouillage (Q3 à Q13)

Cette partie proposait une étude des efforts dans le système de verrouillage. Il s'agissait d'identifier le cas d'usage sollicitant le plus le dispositif de verrouillage. De calculer ce couple et d'en déduire les efforts exercés par le vérin. Il s'agissait de faire appel à des compétences de résolution de problème de statique simple (3 forces) par des méthodes analytiques et graphique.

Les candidats réussissent plutôt bien cette partie : 27% des candidats obtiennent plus de 80% des points, et 71% des candidats obtiennent plus de la moitié des points.

Seuls 40% des candidats obtiennent le maximum des points à la question 12 (résolution graphique de l'équilibre d'un solide soumis à trois forces concourantes).

PARTIE III - Choix du vérin (Q14 à Q17)

Cette partie concernait le choix du vérin en respectant les critères de charge maximale, de course, et de durée maximale du déplacement. Les calculs faisaient suite aux deux études conduites dans les parties I et II. Afin de rendre les parties indépendantes, les résultats approchés étaient fournis aux candidats.

Il s'agissait pour les candidats de mettre en œuvre des compétences de résolution de problèmes de cinématique du point avec des mouvements à accélération constante ou nulle. Il s'agissait en particulier de déterminer les valeurs caractéristiques des lois du mouvement des tiges des vérins et de tracer l'évolution du déplacement de la tige en fonction du temps.

Les candidats réussissent plutôt bien cette partie : 40% des candidats obtiennent plus de 80% des points, 66% des candidats obtiennent plus de la moitié des points.

PARTIE IV- Etude du culbuteur (Q18 et Q19)

Cette partie proposait une analyse de résultats d'une simulation de l'état de contrainte du culbuteur et un choix argumenté d'une nuance de matériaux pour ce même culbuteur.

Les candidats réussissent moyennement cette partie : 15% des candidats obtiennent plus de 80% des points, et 50 % des candidats obtiennent plus de la moitié des points.

Seuls 10% des candidats savent identifier 3 aciers et un alliage d'aluminium à partir des quatre désignations proposées.

PARTIE V- Etude des liaisons en chape (Q20 à Q24)

Cette partie proposait un pré-dimensionnement d'une liaison en chape en étudiant successivement différentes pièces subissant des sollicitations différentes, puis une synthèse était demandée permettant de définir des dimensions minimales pour des matériaux imposés.

Dernière partie de la notice, elle a néanmoins été traitée par 83 % des candidats. C'est la partie la moins bien traitée. Seul 1% des candidats obtiennent 80% des points et seuls 20% des candidats obtiennent la moitié des points.

De très nombreux candidats n'arrivent pas à identifier les surfaces cisailées, ou celles soumises à la traction ou au matage. De ce fait, l'écriture de la condition de résistance relève plus d'une 'formule apprise par cœur » que d'un raisonnement scientifique et technologique.

Remarques sur la partie dessin d'étude de construction mécanique

Remarques générales :

Le dessin était constitué de deux zones précisées dans l'énoncé, dans lesquelles devaient être représentées :

- La liaison Tige de vérin 4 – Culbuteur 5 ;
- La liaison Corps de vérin 3 – Socle.

Les candidats ont repéré sans ambiguïté les différentes zones concernées et n'ont pas eu de difficulté à cerner l'environnement déjà représenté sur le calque.

Des solutions pour les deux liaisons ont été proposées par plus de 90% des candidats.

Les dessins produits sont dans l'ensemble d'une qualité satisfaisante, permettant une évaluation sans ambiguïté des solutions techniques proposées par les candidats.

Les évaluateurs ont constaté que certains candidats fournissent des solutions techniques qui assurent la fonction principale demandée, mais ne respectent pas les consignes indiquées. Les évaluateurs

supposent que ces candidats cherchent à reproduire une solution étudiée pendant la formation sans l'adapter aux contraintes demandées par le présent sujet comme par exemple pour la liaison pivot glissant entre la rotule et le socle assurée par une vis axe.

La liaison Tige de vérin 4 – Culbuteur 5 :

La liaison chape culbuteur a été relativement bien définie. Les candidats obtiennent en moyenne 50% des points attribués. La liaison chape – Tige de vérin a posé plus de difficulté avec 40% des points attribués. Les formes du culbuteur étaient conformes pour plus de 90% des candidats mais seul 45% des candidats ont traité cette question. La perspective de la chape a posé plus de problèmes avec seulement 30% des points attribués.

La liaison Corps de vérin 3 – Socle :

Pour la liaison noix – corps du vérin, les candidats obtiennent en moyenne 56% des points attribués. Pour la liaison noix – rotule, les candidats obtiennent en moyenne 53% des points attribués. Pour la liaison vis axe - socle, les candidats obtiennent en moyenne 77% des points attribués. Pour la liaison vis axe - socle, les candidats obtiennent en moyenne 43% des points attribués. Les formes définies par les candidats pour la noix et le socle étaient corrects, en moyenne 50% des points attribués.

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. Lire attentivement les questions et y répondre précisément en différenciant bien expression littérale et application numérique lorsque cela est spécifié. Exprimer les applications numériques dans l'unité requise, spécifier l'unité si cette dernière n'est pas imposée et exprimer les expressions littérales en fonction des variables spécifiées dans la question ou à défaut dans le sujet. Vérifier l'homogénéité des expressions littérales et des unités lors des applications numériques.

Connaître et maîtriser les connaissances de base de mécanique.

En dépit de l'interdiction des calculatrices, effectuer les applications numériques (souvent simples) et prendre du recul sur les résultats numériques obtenus en se posant la question élémentaire : l'ordre de grandeur du résultat est-il cohérent vis-à-vis du produit étudié ?

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

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. Vérifier (au moins a posteriori) que la solution proposée est « montable », et que les pièces supposées en mouvement relatif n'ont pas d'interférences entre elles.

Ne pas appliquer systématiquement des solutions types mais bien prendre en compte les consignes données dans l'énoncé : par exemple lorsqu'une transmission de puissance est demandé par obstacle, ne pas proposer une solution par adhérence. Trop de candidats restituent sans réfléchir des solutions valables pour d'autres conceptions (issue d'autres sujets de concours par exemple), mais qui ne respectent pas les exigences de l'énoncé proposé.