

DOSSIER TRAVAIL DEMANDE

Ce dossier comporte 6 documents numérotés de DTD1 à DTD6.

Attention : toutes les réponses devront être portées sur les documents réponses (dossier réponse).

Le but de l'étude proposée est la justification de la solution retenue pour couper les fils d'acier dans la cadreuse. Nous vérifierons uniquement si le module de coupe de cette machine répond aux attentes du cahier des charges données dans le dossier technique.

La rédaction des questions est structurée en 4 parties :

- analyse du fonctionnement ;
- validation des performances de la machine;
- vérification de la cadence de coupe;
- amélioration de la solution adoptée.

Remarque : chaque partie peut être traitée de manière indépendante.

I- Analyse du fonctionnement

Objectif de cette partie : comprendre le fonctionnement du mécanisme proposé afin de le modéliser par la suite.

Afin de décrire le mécanisme on s'appuie sur le diagramme FAST proposé dans le dossier technique (document DT3). On désire ici établir une extension de ce FAST aux solutions techniques, c'est à dire qu'à une fonction technique on associe la solution technique retenue sur le plan d'ensemble. Nous nous intéresserons uniquement à quelques fonctions techniques.

Q.I.1. Compléter l'extrait du FAST du document DR1.

On s'intéresse maintenant aux différentes solutions retenues pour assurer la fonction technique «FT622 : guider en rotation les parties mobiles»

a- « guidage en rotation de l'arbre à excentrique n°10 par rapport au fourreau 34 ».

Ce guidage est assuré à l'aide des roulements à bille 12 et 15.

Q.I.2. Justifier qualitativement l'utilisation de ce type de roulements.

Q.I.3. Mettre en place les ajustements qualitatifs des portées des roulements 12 et 15.

Q.I.4. Quel est le composant qui permet de protéger ce guidage des pollutions extérieures?

b- « guidage en rotation de l'arbre à excentrique n°10 par rapport à la bielle 24 ».

Q.I.5. Quel est le composant qui réalise ce guidage ?

Q.I.6. Donner les ajustements qualitatifs des surfaces fonctionnelles de l'arbre 10 et de la bielle 24 qui contribuent à ce guidage.

Q.I.7. Quel est le composant qui permet de protéger ce guidage des pollutions extérieures?

c- « guidage en rotation de la bielle 24 par rapport au levier porte couteau mobile 37 ».

Q.I.8. Quels sont les composants qui assurent ce guidage ?

II- Vérification des performances de la machine

Objectif de cette partie : vérification du diamètre de barre admissible.

Le cahier des charges fourni dans le dossier technique au document DT2 annonce que le module de coupe doit être capable de couper une barre de 14mm de diamètre. Afin de vérifier ce critère nous allons effectuer 2 études :

- une géométrie pour voir le diamètre maximal de la barre géométriquement admissible entre le couteau fixe et le couteau mobile ;
- une en terme de puissance pour vérifier si la machine est capable de cisailer une barre de 14mm.

A- Etude géométrique

Pour réaliser cette étude géométrique nous allons mettre en place le schéma cinématique du mécanisme pour connaître les mobilités des pièces les unes par rapport aux autres.

Afin de modéliser les assemblages il est nécessaire d'émettre quelques hypothèses :

- h1 : toutes les liaisons sont sans jeu ni frottement ;
- h2 : toutes les pièces sont indéformables, on ne tient pas compte des joints d'étanchéité.

Q.II.1. Compléter les classes d'équivalence du point de vue de la cinématique.

Q.II.2. Compléter le graphe des liaisons renseigné.

Q.II.3. Compléter le schéma cinématique spatial.

Le plan d'ensemble fourni dans le dossier technique représente le système de coupe dans la position « couteau bas » : le couteau mobile est contre le couteau fixe. Cette dernière correspond au moment précis où la bielle 24 est dans la position n°3, c'est à dire que les centres A et B de la bielle sont confondus avec les points A3 et B3.

Q.II.4. Tracer les positions successives du point B 1,2 & 4 en fonction des points A1, A2 & A4 sur le document réponse DRa.

Q.II.5. Quelle est des positions 1, 2 ou 4 la deuxième position extrême de la bielle (couteau haut)?

Q.II.6. Tracer, si elle est modifiée, la position haute des points C & D sur le document réponse DRa.

Q.II.7. En déduire le diamètre maximal de la barre admissible en position haute entre le couteau mobile et le couteau fixe. Conclure vis à vis de la valeur du diamètre annoncée dans le cahier des charges.

B- Validation de la puissance moteur

Le but de cette étude est de vérifier si le moteur choisi développe suffisamment de puissance pour couper une barre de diamètre 14mm.

Des essais ont permis de déterminer l'action que doit générer le couteau mobile au niveau du point D afin de cisailer une barre d'acier de 14mm. Il en résulte que cette action est modélisable par un glisseur variable pendant le cycle de coupe.

**L'ETUDE SERA FAITE DANS LA POSITION « ACTION DE COUPE MAXIMALE »
voir document DT7 (ce n'est pas la position du plan d'ensemble).**

L'action maximum de la barre sur le couteau mobile est modélisée par :

$$[T_{\text{barre} \rightarrow \text{couteau mobile}}]_D = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 3500 \text{ daN} & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}}$$

Hypothèses :

- h3 : le rendement de tous les assemblages est de 1 ;
- h4 : le poids des pièces est négligé devant les autres efforts mis en jeu ;
- h5 : étude réalisée dans le plan (\vec{y}, \vec{z}) .

Notations :

- On désigne les sous ensembles $\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3, \Sigma_4$ comme étant constitués des pièces
 - $\Sigma_1 : \{10 ; 11 ; 32 ; 33 ; 14 ; 20\}$.
 - $\Sigma_2 : \{24 ; 25 ; 26 ; 27 ; 19\}$.
 - $\Sigma_3 : \{28 ; 37 ; 38 ; 39\}$.
 - $\Sigma_4 : \{\text{bâti}\}$.

Données (les distances sont exprimées en mm):

$$\begin{matrix} \overrightarrow{OA} \\ \vec{x}, \vec{y}, \vec{z} \end{matrix} \begin{Bmatrix} 86 \\ 0 \\ 25 \end{Bmatrix} \quad \begin{matrix} \overrightarrow{OB} \\ \vec{x}, \vec{y}, \vec{z} \end{matrix} \begin{Bmatrix} 72 \\ -214 \\ 25 \end{Bmatrix} \quad \begin{matrix} \overrightarrow{OC} \\ \vec{x}, \vec{y}, \vec{z} \end{matrix} \begin{Bmatrix} 72 \\ -242 \\ 214 \end{Bmatrix} \quad \begin{matrix} \overrightarrow{OD} \\ \vec{x}, \vec{y}, \vec{z} \end{matrix} \begin{Bmatrix} 72 \\ -240 \\ 280 \end{Bmatrix}$$

1°) Isolement du sous ensemble $\Sigma_2 : \{24 ; 25 ; 26 ; 27 ; 19\}$.

Q.II.8. Compléter le bilan des actions mécaniques sachant que toutes les actions mécaniques sont modélisables par des glisseurs dans le plan d'étude.

Q.II.9. Dans le cas bien précis que nous étudions, comment se traduit le principe fondamental de la statique?

Q.II.10. Tracer sur le document réponse DRb la direction (ou droite support) de l'action de Σ_3 sur Σ_2 , notée $\delta_{\Sigma_3 \rightarrow \Sigma_2}$.

2°) Isolement du sous ensemble Σ_3 : {28 ; 37 ; 38 ; 39}.

Q.II.11. Déterminer analytiquement l'action mécanique au point B de $\Sigma_2 \rightarrow \Sigma_3$.

Pourquoi ne pas avoir choisi une méthode graphique ?

Pour la suite des questions on considérera que l'action mécanique au point B de $\Sigma_2 \rightarrow \Sigma_3$ est modélisable par le glisseur suivant :

$$\left[T_{\Sigma_2 \rightarrow \Sigma_3} \right] = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1250 \text{ daN} & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{B \quad \vec{x}, \vec{y}, \vec{z}}$$

Q.II.12. Revenir sur l'isolement de Σ_2 , à l'aide du résultat précédent déterminer l'ensemble des actions mécaniques appliquées sur Σ_2 .

3°) Isolement du sous ensemble Σ_1 : {10 ; 11 ; 32 ; 33 ; 14 ; 20}

Q.II.13. Déterminer analytiquement le couple nécessaire à fournir en sortie du réducteur pour couper une barre de 14mm.

4°) Conclusion

Q.II.14. Dédire du résultat de la question Q.II.13. et des données de la nomenclature sur le réducteur (repère 9) le couple que doit fournir le moteur pour couper une barre de 14mm.

Q.II.15. Sachant que la fréquence de rotation nominale du moteur 1 est de 1500 tr/mn, déterminer la puissance nécessaire à la coupe d'une barre de 14mm de diamètre.

Q.II.16. A l'aide du document technique DT5, le moteur utilisé est-il adapté en terme de puissance? Comment est utilisé la différence de puissance calculée à la question précédente et celle donnée dans le document technique DT5 ?

III- Vérification de la cadence de coupe

Objectif de cette partie : vérification de la durée d'un cycle.

Dans le cahier des charges de la cadreuse (document DT2) il est annoncé qu'un cycle de coupe doit être effectué en 0.75s.

Pour exécuter un cycle de coupe il faut que le levier porte couteau mobile réalise un va et vient, c'est à dire que la cisaille formée des couteaux mobile et fixe doit se fermer puis s'ouvrir. Cette opération équivaut à une rotation complète de l'arbre à excentrique 10.

Q.III.1. Calculer la fréquence de rotation de l'arbre excentrique nécessaire par rapport au bâti en tours par minute, notée : $N_{10/36}$ pour respecter un temps de cycle de 0.75s.

Q.III.2. A partir de $N_{10/36}$ et de k_9 (coefficient de réduction du réducteur 9) donner l'expression littérale de la fréquence de rotation du moteur par rapport au bâti, notée : $N_{1/36}$.

Q.III.3. Donner la valeur numérique de $N_{1/36}$. Les éléments nécessaires au calcul sont donnés dans le dossier technique.

Q.III.4. En vous aidant du document technique DT5, pensez-vous que le moteur choisi est adapté à la cadence voulue ?

IV- Amélioration de la solution adoptée.

Objectif de cette partie : le but de cette partie est d'améliorer la solution existante sous deux points de vue :

- le montage ;
- la durée de vie du système.

A- Amélioration du montage

On propose ici de faciliter le montage du mécanisme. En effet on a constaté que le montage du guidage en rotation à l'aide des roulements **12** et **15** de l'arbre à excentrique **10** par rapport au fourreau **34** posait des difficultés.

Pour monter ce guidage il faut dans un premier temps équiper l'arbre **10** des roulements **12** et **15** et des anneaux élastiques **11** et **14**. Puis dans un deuxième temps on introduit l'ensemble à l'intérieur du fourreau **34**. Et enfin on fixe le couvercle **23** équipé du joint **22** à l'aide des vis **16** sur le fourreau **34**.

Le contrôle dimensionnel d'une série de pièces **34** a mis en évidence un défaut d'alignement des portées des roulements dans le fourreau **34** entraînant une impossibilité de montage.

On propose donc de revoir la cotation du fourreau **34** pour faciliter le montage du guidage en rotation de l'arbre **10** par rapport au bâti.

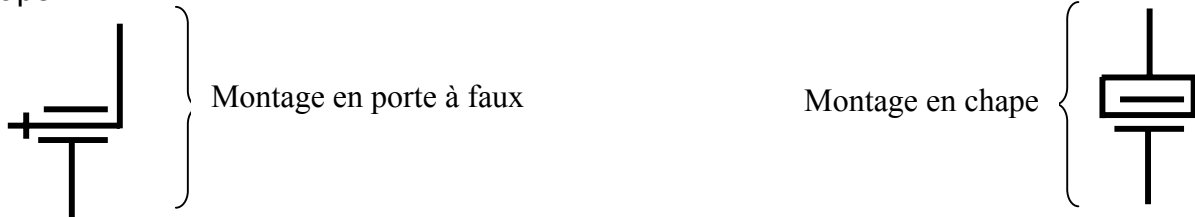
Q.IV.1. Sur le document réponse DRc colorier les surfaces du fourreau 34 qui contribuent à la mise en position des roulements 12 et 15.

Q.IV.2. Sur le document réponse DRc préciser les contraintes géométriques associées aux surfaces définies à la question précédente.

B- Amélioration de la durée de vie du système
--

Des essais de la cadreuse ont montré que la liaison entre la bielle 24 et le porte couteau mobile 37 n'est pas fiable. En effet, cette dernière se détériore prématurément au bout de 50000 cycles en raison du « porte à faux » de l'axe épaulé 25. Une reconception de cette liaison est nécessaire afin d'atteindre la durée de vie du cahier des charges qui est de 10 millions de cycles.

On propose donc de supprimer ce « porte à faux » et d'adopter un « montage en chape ».



On gardera le même type de composants. Une bibliothèque des composants nécessaire est disponible dans le dossier technique.

Q.IV.3. Sur le document réponse DRd dessiner une solution permettant le montage en chape de la liaison {bielle24}/{levier porte couteau37}. Attention cette conception devra uniquement utiliser des composants standards. Une bibliothèque de composants est disponible dans le dossier technique (document DT6a & DT6b).

Sur ce même document réponse on mettra en place, si besoin est, les ajustements qualitatifs ainsi que les conditions fonctionnelles.
