Banque PT, France

Session 2014, filière PT

Sciences industrielles B

Durée : 6 heures

Ce que traite le sujet

- Parties A et B : cahier des charges et principe
- C.2.1 : entraînement en translation
- C.2.2 : guidage par patins à billes
- C.2.3 : vis à billes
- C.3 : dessin d'étude de construction mécanique

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/banque-pt/pt/2014/si-b

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

Epreuve de Sciences Industrielles B

Durée 6 h

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, d'une part il le signale au chef de salle, d'autre part il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

L'usage de calculatrices est interdit.

Aucun document n'est autorisé

Composition du sujet :

- 1 cahier de 18 pages de texte numérotées de 1 à 18.
- 11 pages de documents annexes, numérotées de D1 à D11.
- 1 calque format A3 **à rendre à la fin de l'épreuve.**
- 1 cahier réponse numéroté « **R1/9 à R9/9 » à rendre à la fin de l'épreuve.**

Gestion du temps :

En admettant une durée de 30 min pour la lecture et l'assimilation du sujet, il est vivement conseillé de consacrer entre 2 h 30 et 3 h 00 au maximum à la réponse aux questions de la notice et 2 h 30 à 3 h au tracé des dessins.

Il est demandé au candidat de formuler toutes les hypothèses qu'il jugera nécessaires pour répondre aux questions posées.

La présentation, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs

A

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

Tournez la page S.V.P.

ETUDE D'UN SYSTEME DE TRANCANNAGE

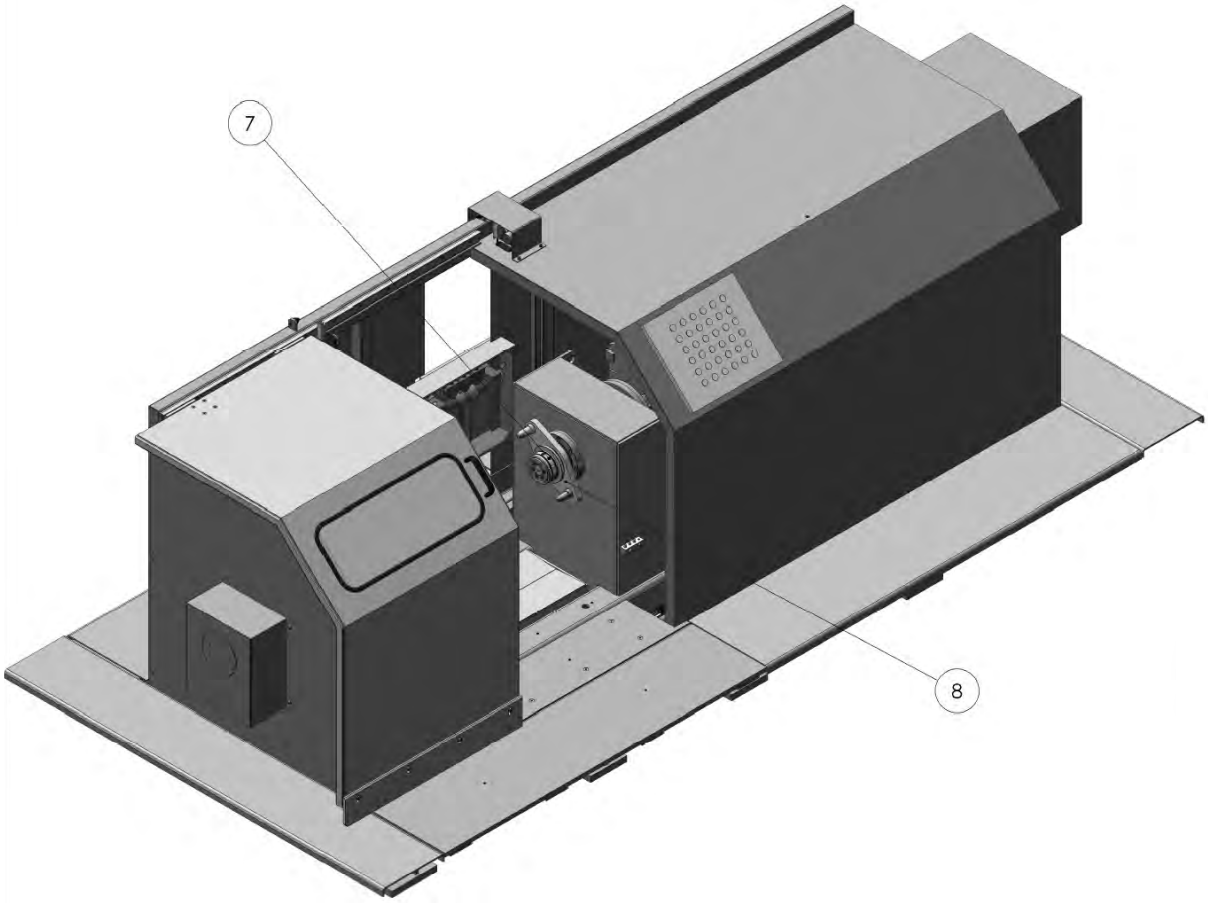


Figure 1 *: Vue du système de trancannage REDEX*

A - Cahier des Charges Fonctionnel (Extraits)

A.1 - Présentation du problème

A.1.1 - Le contexte

La société REDEX, leader européen en ingénierie et fabrication mécanique de haute précision, est un fournisseur reconnu de solutions destinées à des industries spécialisées telles que la sidérurgie, la métallurgie, la machine-outil...

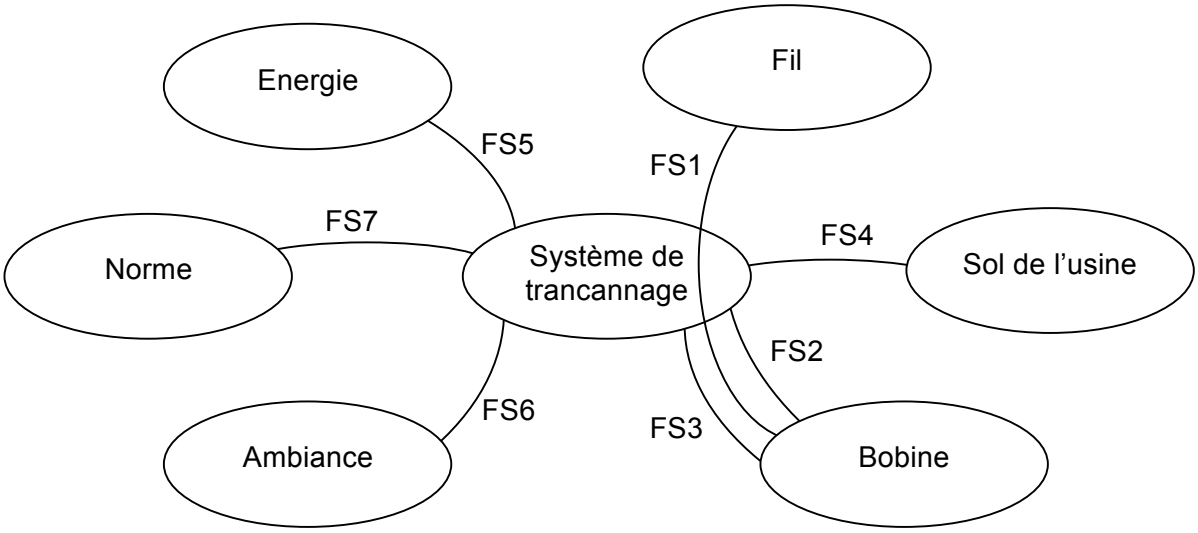
Depuis plus de 40 ans, sa filiale « REDEX Strip and Wire Industry » conçoit et fabrique des équipements de haute technicité notamment dans le secteur du fil : laminoirs à froid pour méplats et profilés, postes de déroulement et d'enroulement automatique.

A.1.2 - Le produit à concevoir

A partir d'un fil rond, un laminoir permet d'obtenir un fil de section rectangulaire. Celui-ci doit alors être enroulé de façon régulière sur une bobine. C'est la fonction qu'assure le système de trancannage présenté sur la **figure 1, page T2/18**.

A.2 - Analyse fonctionnelle du besoin (extraits)

Le produit considéré est le système de trancannage.



Enoncés des fonctions de service

Fonction principale :

FS1 Enrouler régulièrement le fil à spires jointives sur toute la largeur de la bobine

Fonctions contraintes :

FS2 S'adapter aux différentes bobines
FS3 Charger/décharger une bobine
FS4 S'adapter au sol de l'usine
FS5 S'adapter à l'énergie disponible
FS6 Supporter l'ambiance
FS7 Respecter les normes en vigueur

Caractérisation partielle des fonctions

	Critères	**Niveaux**
FS1	• Pas • Diamètre d'enroulement • Vitesse de laminage	• [2,16] mm • [355,1000] mm • [0, 400] $m.min^{-1}$
FS2	• Dimensions bobines • Inertie bobine autour de son axe	• Diamètre intérieur 45 mm • Largeur [400, 900] mm • non communiqué
FS3	• Masse maxi de la bobine • Temps de chargement • Course	• 1200 kg • non communiqué • 217 mm
FS4	• Mouvements relatifs	• Aucun
FS5	• Tension électrique. • Fréquence du secteur. • Puissance disponible.	• 230V/400 V triphasé • 50 Hz • non communiqué

Tournez la page S.V.P.

B - Etude et éléments de solutions proposés

B.1 - Principe de fonctionnement du système de trancannage

Le système est constitué de trois chaînes fonctionnelles dont deux sont dépendantes.

La première chaîne correspond à l'ascenseur permettant de charger/décharger les bobines afin de permettre leur manutention.

La deuxième chaîne permet la mise en rotation de la bobine. Un moteur Siemens, asservi en vitesse permet d'enrouler le fil sur la bobine. La vitesse linéaire d'enroulement du fil sur la bobine doit être identique à la vitesse en sortie de laminoir. La mise en position et le maintien en position de la bobine sur la broche de l'enrouleur sont obtenus grâce à un mandrin expansible.

La troisième chaîne permet d'obtenir le déplacement de tout l'ensemble d'enroulement le long de l'axe de la bobine. Ce déplacement doit être effectué de telle sorte que le pas d'enroulement du fil sur la bobine soit égal à la largeur du fil. Il est obtenu à l'aide d'un moteur Parker de type MH145 dont les caractéristiques techniques sont données **figure 10, document 5, page D5/11**, associé à un variateur. Il permet d'obtenir une vitesse de translation de l'ensemble permettant un enroulement correct, notamment lors des phases d'inversion du mouvement (fil arrivant sur les flancs de la bobine).

Le diagramme FAST de la **figure 3, document 1, page D1/11**, reprend l'ensemble de ces éléments.

B.2 - Objet de l'étude

La **figure 4, document 2, page D2/11**, fournit le schéma cinématique de la chaîne fonctionnelle permettant à la bobine d'effectuer des allers-retours.

Un moteur d'entraînement dont le rotor est lié à l'arbre 1 convertit l'énergie électrique en énergie mécanique. Celle-ci est transmise par l'intermédiaire d'un système poulies-courroie à une vis 3. De par son association avec un écrou à billes, l'énergie mécanique de rotation est transformée en énergie mécanique de translation.

Pour effectuer l'inversion du sens de translation, l'arbre d'entraînement 1 doit changer de sens de rotation, tout en suivant une loi de mouvement permettant d'obtenir un enroulement correct.

Compte tenu du poids élevé des différents éléments et des besoins de précision, la liaison entre le châssis mobile 2 et le bâti 0 est réalisée par 6 patins à billes.

On voit donc apparaître de nombreux composants de transmission et de guidage dans cette chaîne fonctionnelle. L'objet de cette étude est de faire apparaître les critères de dimensionnement qui ont guidé le choix des composants, et de valider ces choix.

Une fois ces choix validés, il faudra représenter la solution constructive partielle de la chaîne étudiée.

C - Etude de conception en construction mécanique

C.1 - Présentation du travail à rendre

Comme indiqué plus haut en **page T1/18**, en admettant une durée d'une demi-heure pour la lecture et l'assimilation du sujet, il est vivement conseillé de consacrer entre 2 h 30 et 3 h au maximum à la réponse aux questions de la notice et 2 h 30 à 3 h au tracé des dessins.

Les réponses seront fournies uniquement sur les deux documents présentés ci-dessous.

1 – Notice justificative (50 % de la note globale)

Fournir les réponses sur **le cahier réponse**, de format A3 horizontal, plié, pré imprimé recto verso.

Les réponses sur feuilles de copies additionnelles ou sur papier de brouillon ne seront pas acceptées.

2 – Dessin d'étude de construction mécanique (50 % de la note globale)

Il est à tracer sur **le calque pré imprimé de format A3 horizontal**, joint au sujet, **et qui sera à rendre non plié**.

C.2 - Notice justificative

Consignes spécifiques

Sur le cahier réponse, les réponses seront fournies dans les limites des cadres prévus pour chaque question.

Compte tenu de l'interdiction d'utiliser toute calculette, les calculs seront réalisés de manière approchée.

Il sera tenu compte, dans la notation, de la clarté et de la concision des réponses. Les schémas doivent être lisibles, précis, et respecter la normalisation en vigueur.

Les écritures au crayon ne seront pas acceptées. La qualité de l'écriture, de l'orthographe et de la syntaxe sera prise en compte dans l'évaluation.

C.2.1 - Etude de la fonction FT4 « Entraîner l'ensemble de bobinage en translation »

Objectif de l'étude :

- Déterminer la loi de mouvement à imposer à l'ensemble de bobinage pour obtenir un enroulement correct, notamment en bordure de flancs, lorsque le mouvement doit s'inverser ;
- Valider le choix du moteur.

Données :

On note (se reporter aux croquis de la **figure 4, document 2, page D2/11**) :

- $R_0\left(O_0,\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0\right)$ le repère associé au sol 0.
- $R_1\left(O_0,\vec{x}_0,\vec{y}_1,\vec{z}_1\right)$ le repère associé au rotor 1 du moteur d'entraînement en translation. On note θ_m le paramètre de position angulaire du rotor 1 : $\theta_m=\left(\vec{y}_0,\vec{y}_1\right)=\left(\vec{z}_0,\vec{z}_1\right)$. On note $\omega_m=\dot{\theta}_m$ la vitesse de rotation du rotor 1 par rapport au sol 0.
- $R_2\left(O_c,\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0\right)$ le repère associé au châssis mobile 2. Le point O_c est choisi sur l'axe de la vis 3.
- $R_3\left(O_0,\vec{x}_0,\vec{y}_3,\vec{z}_3\right)$ le repère associé à la vis 3. On note θ_v le paramètre de position angulaire de la vis 3 : $\theta_v=\left(\vec{y}_0,\vec{y}_3\right)=\left(\vec{z}_0,\vec{z}_3\right)$. On note $\omega_v=\dot{\theta}_v$ la vitesse de rotation de la vis 3 par rapport au sol 0.
- $R_4\left(O_b,\vec{x}_0,\vec{y}_4,\vec{z}_4\right)$ le repère associé à la bobine 4. Le point O_b est choisi sur l'axe de la bobine 4. On note θ_b le paramètre de position angulaire de la bobine 4 : $\theta_b=\left(\vec{y}_0,\vec{y}_4\right)=\left(\vec{z}_0,\vec{z}_4\right)$. On note $\omega_b=\dot{\theta}_b$ la vitesse de rotation de la bobine 4 par rapport au sol 0. On note x le paramètre de position linéaire tel que $\overrightarrow{O_0O_c}.\vec{x}_0=x$.
- Le pas de la vis 3 est noté $p_v=10mm.tr^{-1}$. Le filet est à droite.
- Le rayon de la bobine 4 est noté $R_b=200mm$. On supposera que l'épaisseur du fil est suffisamment faible pour que le rayon d'enroulement se confonde toujours avec le rayon de la bobine.
- Le pas de bobinage (correspondant à la largeur du fil) est noté $p_b=16mm.tr^{-1}$.
- Le rayon de la poulie motrice associée au rotor 1 est noté $R_1=30mm$ et le rayon de la poulie réceptrice associée à la vis 3 est noté $R_3=75mm$.
- La vitesse à laquelle arrive le fil, correspondant à la vitesse de laminage, est notée V_{lam} ; pour les applications numériques, on prendra $V_{lam}=400m.min^{-1}$.

Notations :

Le vecteur vitesse de rotation du solide i par rapport au solide j est noté $\vec{\Omega}_{i/j}$, et le vecteur vitesse du point M appartenant au solide i par rapport au solide j est noté $\vec{V}_{M,i/j}$.

Description des différentes phases :

La **figure 6, document 3, page D3/11** illustre la loi de mouvement que doit suivre le châssis mobile 2 durant ces différentes phases. Sur l'axe des abscisses, on voit apparaître la position angulaire de la bobine 4, et sur l'axe des ordonnées la position linéaire du châssis mobile 2. L'origine de ces paramètres est prise de telle sorte que la position $\theta_b=0$ et $x=0$ correspond à la position pour laquelle le fil accoste le flanc gauche (fil au point de passage 3 sur la **figure 5, document 2, page D2/11**).

On peut distinguer quatre phases lorsque le fil accoste un flanc de bobine (voir la **figure 6, document 3 page D3/11** pour visualiser les différents points de passage particuliers) :

- Phase 1 : Avant d'arriver en bout de course, le châssis mobile 2 a une vitesse constante V_b, liée au pas de bobinage p_b et à la vitesse de rotation de la bobine ω_b. Cette phase se termine avec le fil au point de passage 1.
- Phase 2 : le châssis mobile 2 est progressivement décéléré pour atteindre une vitesse nulle lorsque le fil accoste le flanc de bobine. Le fil est alors au point de passage 3.
- Phase 3 : le châssis mobile 2 est progressivement accéléré dans un mouvement de sens opposé.
- Phase 4 : le châssis mobile 2 a atteint la vitesse V_b et se déplace à vitesse constante vers le flanc opposé. Cette phase commence avec le fil au point de passage 5.

Q1 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R1 de la notice R1/9.***

Donner l'expression de la vitesse de rotation de la bobine ω_b en fonction de la vitesse de laminage V_{lam} et des différentes données géométriques. Faire l'application numérique (exprimée en tr.min^{-1}) dans le cas où la vitesse de laminage est maximale.

Q2 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R2 de la notice R1/9.***

Lors de la phase 1, donner l'expression de la vitesse V_b du châssis mobile 2 en fonction de la vitesse de laminage V_{lam} et des différentes données géométriques. Faire l'application numérique (exprimée en mm.min^{-1}).

Q3 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R3 de la notice R1/9.***

Lors de la phase 1, donner l'expression de la vitesse de rotation du rotor 1 ω_m en fonction de la vitesse de laminage V_{lam} et des différentes données géométriques. Faire l'application numérique (exprimée en tr.min^{-1}) et commenter par rapport aux caractéristiques du moteur retenu.

Dans la suite, on s'intéresse à la **phase 3**, pendant laquelle le châssis mobile 2 est progressivement accéléré. On fait l'hypothèse que pendant cette phase, le châssis mobile 2 suit une loi de mouvement polynomiale de la forme :

$$x = A.\theta_b^3 + B.\theta_b^2 + C.\theta_b + D$$

Cette loi de mouvement doit permettre de faire en sorte qu'il y ait continuité de vitesse entre les différentes phases.

Q4 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R4 de la notice R1/9.***

Donner l'expression des constantes A, B, C et D pendant la phase 3, en fonction du pas de bobinage p_b.

Q5 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R5 de la notice R2/9.***

Donner alors l'expression de la vitesse de translation du châssis mobile 2 $V_b = \frac{dx}{dt}$ ***en fonction de*** θ_b, A, B, V_{lam} ***et des différentes données géométriques.***

Q6 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R6 de la notice R2/9.***

En déduire la loi de vitesse ω_m ***que doit suivre le rotor 1 au cours de la phase 3 en fonction de*** θ_b, A, B, V_{lam} ***et des différentes données géométriques.***

Pour la suite, on fournit les données suivantes :

- M : masse du châssis mobile 2 ;
- J_m : inertie du rotor 1 autour de l'axe $\left(O_0, \vec{x}_0\right)$;
- J_v : inertie de la vis 3 autour de l'axe $\left(O_c, \vec{x}_0\right)$.

Q7 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R7 de la notice R2/9.***

Donner l'expression de l'inertie équivalente $J_{éq}$ ***de l'ensemble {rotor 1 ; châssis mobile 2 ; vis 3} ramené au rotor 1 en fonction de*** J_m, J_v, M, ***et des différentes données géométriques.***

On note C_m le couple moteur exercé sur le rotor 1. On fait l'hypothèse que toutes les liaisons sont parfaites.

Q8 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R8 de la notice R2/9.***

Pour la phase 3, donner l'expression de C_m ***en fonction de*** θ_b, $J_{éq}$, A, B ***et des différentes constantes. Préciser l'ensemble isolé et le théorème utilisé.***

Q9 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R9 de la notice R2/9.***

En observant les expressions de ω_m ***et*** C_m ***pendant la phase 3, indiquer la nature de la fonction*** $\omega_m = f\left(C_m\right)$ ***(on ne cherchera pas ici à développer le calcul).***

On donne les valeurs numériques approchées suivantes :

$J_{éq} \approx 3{,}5.10^{-3} kg.m^2$ $\quad A \approx 0{,}038mm$ $\quad B \approx -0{,}54mm$ $\quad p_v = 10mm$

Q10 *Inscrire votre réponse dans les* ***cadres R10 et R10 à R12 de la notice R2/9 à R3/9.***

A partir de la courbe fournie sur la* figure 6, document 3, page D3/11*, donner (sans calcul) les valeurs de ω_m ***pour*** $\theta_b = 0$ ***et*** $\theta_b = \frac{3.\pi}{2}$ ***et la valeur de*** C_m ***pour*** $\theta_b = \frac{3.\pi}{2}$***. Calculer la valeur de*** C_m ***pour*** $\theta_b = 0$***. Représenter ces deux points particuliers dans le plan de charge du moteur*** $C_m = f(\omega_m)$**.**

Q11 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R10 à R12 de la notice R3/9.***

Tracer en rouge l'allure de la fonction $\omega_m = f(C_m)$ ***entre ces deux valeurs.***

Conclure sur le choix du moteur.

Q12 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R10 à R12 de la notice R3/9.***

Tracer en vert l'allure de la fonction $\omega_m = f(C_m)$ ***dans la phase 2 : phase de décélération.***

C.2.2 - Etude de la fonction FT3 « Guider l'ensemble de bobinage en translation »

Objectifs de l'étude :

- Déterminer les actions mécaniques s'exerçant sur les patins à billes ;
- Valider le choix des patins à billes.

On a déjà remarqué qu'il existait différentes phases dans le fonctionnement :

- Phase 1 et phase 4 : le châssis mobile 2 a une vitesse constante ;
- Phase 2 et phase 3 : le châssis mobile 2 décélère ou accélère.

Le dimensionnement des patins à billes réalisant la liaison glissière doit donc tenir compte de ces différentes phases. Lors des phases 1 et 4, les effets dynamiques étant nuls, les patins à billes ne sont sollicités que par une charge verticale constante. Ces phases ont une durée beaucoup plus importante que les phases 2 et 3. De ce fait, la durée de vie des patins à billes sera estimée en ne considérant que les phases 1 et 4.

Pendant les phases 2 et 3, le moteur réalisant l'entraînement en translation délivre un couple. Ce couple est transmis par la vis à billes 3 au châssis mobile 2. Cela a pour conséquence la surcharge par rapport aux phases 1 et 4 de certains patins à billes. Il est alors nécessaire de vérifier que la charge maximale admissible par les patins n'est pas dépassée.

Ces deux dimensionnements sont l'objet des deux études proposées dans cette partie.

C.2.2.1 - Validation de la résistance des patins

On s'intéresse dans cette partie aux phases 2 et 3 pendant lesquelles la vitesse du châssis mobile 2 par rapport au bâti 0 n'est pas constante.

La **figure 7, document 3, page D3/11** présente le modèle utilisé dans cette partie.

Hypothèses :

- L'ensemble {châssis mobile 2 + broche 4 + bobine} n'est animé que d'un mouvement de translation (effet de la rotation de la broche et de la bobine non pris en compte) ;
- Les liaisons réalisées par les patins à billes sont sans frottement. Compte tenu de la faible longueur de guidage de chaque patin, elles sont modélisées par des liaisons sphère-cylindre de direction $\vec{x}_0$ et de centre $P_i \quad i \in \{1;...;6\}$.
- Le châssis mobile 2 présente une distribution de masse symétrique relativement aux plans $(O_c,\vec{x}_0,\vec{y}_0)$ et $(P_2,\vec{y}_0,\vec{z}_0)$. Par conséquent, le centre d'inertie G du châssis mobile 2 se situe dans l'intersection de ces plans.

Notations :

- Position des centres des liaisons sphère-cylindre :

$\overrightarrow{GP_i} = x_i.\vec{x}_0 + y_i.\vec{y}_0 + z_i.\vec{z}_0$ avec : $x_3 = x_6 = -x_1 = -x_4 == \Delta x = 800mm$

$x_2 = x_5 = 0$

$z_1 = z_2 = z_3 = -z_4 = -z_5 = -z_6 = \Delta z = 250mm$

- Position du centre d'inertie G du châssis mobile 2 :

$\overrightarrow{GO_c} = x_{Oc}.\vec{x}_0 + y_{Oc}.\vec{y}_0$

- Les centres des liaisons sphère-cylindre sont positionnés dans un plan contenant l'axe de la liaison hélicoïdale :

$y_i = y_{Oc} = -500mm$

- Actions mécaniques transmises dans les liaisons sphère-cylindre par le bâti 0 sur le châssis mobile 2 :

$$\left[T_{0\to 2}\right] = \left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ F_i & 0 \\ A_i & \end{array} \right\}_{P_i(\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0)}$$

- L'accélération du châssis mobile 2 par rapport au bâti 0 est notée :

$\vec{a}_{G,2/0} = a.\vec{x}_0$ avec $a = 1,2m.s^{-2}$

Données :

On note :

- La masse de l'ensemble mobile {châssis mobile 2 + broche 4 + bobine} est notée $M = 2900kg$;
- L'accélération de la pesanteur est notée $\vec{g} = -g.\vec{y}_0$ avec $g \approx 10m.s^{-2}$.

Q13 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R13 de la notice R3/9.***

Déterminer le degré d'hyperstatisme associé au modèle de la figure 7, document 3, page D3/11. Pour ce calcul, on précisera le nombre de mobilités utiles m_u ***et le nombre de mobilités internes*** m_i ***.***

Pour permettre le montage du dispositif, il est nécessaire entre autres d'assurer la coaxialité de la liaison pivot et de la liaison hélicoïdale. On se limite ici à la définition de la vis.

Q14 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R14 de la notice R4/9.***

Compléter le dessin de définition de la vis en faisant apparaître une tolérance géométrique de coaxialité entre la surface participant à la liaison hélicoïdale et les portées de roulements. Ajouter également une tolérance de forme sur les portées de roulements.

Pour la suite, on suppose que le torseur d'actions mécaniques transmises dans la liaison hélicoïdale par la vis 3 sur l'écrou lié au châssis mobile 2 a pour forme :

$$\left[T_{3\to 2}\right]=\left\{\begin{array}{cc} F_v & C_v \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_{O_c,(\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0)}$$

Les composantes de moment nulles dans ce torseur se justifient par les faibles dimensions de l'écrou en comparaison des autres dimensions : le guidage est court. Les composantes de résultante nulles se justifient par la faible raideur de la vis en comparaison de la raideur des patins à billes. La validité de cette seconde hypothèse sera étudiée dans la partie suivante.

Q15 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R15 de la notice R4/9.***

Donner la relation entre C_v ***et*** F_v ***.***

Q16 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R16 de la notice R4/9.***

Ecrire le principe fondamental de la dynamique appliqué à l'ensemble mobile. On précisera les équations de résultante dynamique en projection sur $\vec{x}_0$ ***,*** $\vec{y}_0$ ***et*** $\vec{z}_0$ ***, ainsi que les équations de moment dynamique en*** G ***en projection sur*** $\vec{x}_0$ ***et*** $\vec{z}_0$ ***. On prendra soin de conserver les expressions en fonction des quantités géométriques*** x_i **,** y_i **et** z_i **.**

Pour lever les indéterminations liées à l'hyperstatisme du modèle, il est nécessaire d'introduire des éléments déformables. Pour cela, le châssis mobile 2 est toujours considéré comme rigide, et les patins sont eux considérés comme déformables.

Le châssis mobile 2 a un mouvement de translation. A ce mouvement d'ensemble se superpose un mouvement consécutif à la déformation des appuis (les patins à billes).

Comme le châssis mobile 2 est supposé rigide, ce deuxième mouvement peut être caractérisé par le torseur de petits déplacements :

$$\left[D_{2/0}\right]=\left\{\begin{array}{cc}\alpha & 0\\ 0 & v\\ \theta & 0\end{array}\right\}_{G,\left(\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0\right)}$$

Les liaisons sphère-cylindre sont déformables et ont un comportement linéaire (raideur $k=1,42.10^6 N.mm^{-1}$) :

$F_i=-k.\vec{\delta}_{P_i,2/0}.\vec{y}_0$ où $\vec{\delta}_{P_i,2/0}$ représente le déplacement du point P_i dans le déplacement du châssis mobile 2 par rapport à 0, dû à la déformation des patins à billes.

Q17 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R17 de la notice R4/9.***

Pour un point P_i, exprimer le déplacement $\vec{\delta}_{P_i,2/0}$ en fonction des composantes du torseur de petits déplacements et des coordonnées du point.

Q18 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R18 de la notice R5/9.***

Déduire des équations précédentes les expressions des composantes du torseur de petits déplacements en fonction de p_v, Δx, Δz, a, g, M, y_{Oc} et k.

Q19 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R19 de la notice R5/9.***

Déterminer alors les expressions des efforts F_i. On les mettra sous la forme $F_i=\beta_i.M.g+\chi_i.M.a$.

Q20 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R20 de la notice R5/9.***

Effectuer l'application numérique pour l'effort F_4.

Pour le patin le plus chargé, on retient, quelle que soit la valeur trouvée à la question précédente, $F_{\max}=6000N$. Dans le cas où les patins ne sont pas préchargés transversalement, on peut montrer, à partir du torseur des petits déplacements que : $\forall i, A_i=0N$. On se place dans ce cadre pour la question suivante.

Q21 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R21 de la notice R5/9.***

Valider le choix des patins au sens de l'effort maximum à partir de la documentation constructeur.

C.2.2.2 - Validation de la durée de vie des patins

Le calcul de durée de vie est effectué au cours des phases à vitesse constante. On prendra alors en compte une vitesse moyenne de translation du châssis mobile 2 $V_{moy}=90mm.s^{-1}$.

Q22 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R22 de la notice R6/9.***

Donner la valeur des efforts F_i ***lorsque le châssis mobile 2 se déplace à vitesse constante.***

Q23 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R23 de la notice R6/9.***

Déduire des calculs précédents la charge équivalente P_i ***pour un patin.***

Q24 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R24 de la notice R6/9.***

Donner l'expression de la durée de vie en heures L_h ***des patins en fonction de*** F_i***, des caractéristiques du patin et de la vitesse*** V_{moy} ***exprimée en mm.s^{-1}.***

Q25 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R25 de la notice R6/9.***

Effectuer l'application numérique de la durée de vie ; conclure.

C.2.3 - Etude de la fonction FT44 « Transformer le mouvement de rotation en mouvement de translation »

Objectifs de l'étude :

- Déterminer les actions mécaniques s'exerçant dans la liaison entre la vis 3 et l'écrou à billes 2 ;
- Valider l'hypothèse formulée sur le torseur d'actions mécaniques de cette liaison dans la section C.2.2.1 ;
- Valider le choix de la vis 3 et de l'écrou à billes 2.

Hypothèses :

- La vis à billes 3 est modélisée par une poutre de diamètre D_v et de longueur L_v ;
- La **figure 8, document 4, page D4/11** précise les liaisons retenues. A l'extrémité gauche, la poutre est guidée par un roulement à billes à contact radial, modélisé par une liaison sphère-cylindre. A l'extrémité droite, elle est guidée par deux roulements à rouleaux coniques, modélisés par une liaison pivot.
- Les liaisons sont supposées sans frottement.

Le matériau employé pour la vis 3 a pour désignation normalisée : 42CrMo4. Après traitement thermique, on obtient la spécification 56-60 HRc.

Q26 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R26 de la notice R6/9.***

Donner la signification de cette désignation normalisée. Proposer une valeur pour le module d'Young E_v ***de la vis 3.***

Q27 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R27 de la notice R6/9.***

Indiquer un traitement thermique adapté. Préciser la signification de la spécification 56-60 HRc.

Notations :

– On note $\left[T_{coh}\right]=\left\{\begin{array}{c|c} N & M_t \\ T_y & M_{fy} \\ T_z & M_{fz} \end{array}\right\}_{M,\left(\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0\right)}$ le torseur de cohésion exprimé au centre de surface de la section, avec $\overrightarrow{AM}=\mu.\vec{x}_0$.

– On note $\left[T_{Ext\to 3}\right]=\left\{\begin{array}{c|c} X_P & L_P \\ Y_P & M_P \\ Z_P & N_P \end{array}\right\}_{P,\left(\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0\right)}$ la forme générale du torseur d'actions mécaniques transmises à la vis 3 au travers d'une liaison en P .

– Les actions mécaniques exercées par l'écrou 2 sur la vis 3 sont modélisées par le torseur : $\left[T_{2\to 3}\right]=\left\{\begin{array}{c|c} -F_v & -C_v \\ F_y & 0 \\ F_z & 0 \end{array}\right\}_{O_c,\left(\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0\right)}$. On rappelle que les moments autour de $\vec{y}_0$ et $\vec{z}_0$ sont considérés nuls compte tenu de la faible longueur de guidage de l'écrou. La position du point O_c est donnée par $\overrightarrow{AO_c}=\lambda.\vec{x}_0$.

Q28 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R28 de la notice R7/9.***

Effectuer le bilan des actions mécaniques s'exerçant sur la poutre. On exprimera ces actions sous forme de torseurs.

Pour la suite, on retiendra comme inconnue hyperstatique l'action introduite dans le torseur d'actions mécaniques de la liaison sphère-cylindre. On notera cette inconnue Y_A.

Q29 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R29 de la notice R7/9.***

En écrivant uniquement le théorème de la résultante statique en projection suivant $\vec{x}_0$ et $\vec{y}_0$, et le théorème du moment statique suivant $\vec{z}_0$, donner les expressions des inconnues X_B, Y_B et N_B du torseur des actions mécaniques de la liaison pivot, en fonction de Y_A et des autres données du sujet.

Q30 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R30 de la notice R7/9.***

Donner les expressions du moment de flexion M_{fz} sur les tronçons $\left[A,O_c\right]$ et $\left[O_c,B\right]$ en fonction de de Y_A, de F_y, μ et λ.

Q31 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R31 de la notice R7/9.***

Donner les expressions des déformées $y_1(\mu)$ et $y_2(\mu)$ sur les tronçons $\left[A,O_c\right]$ et $\left[O_c,B\right]$ respectivement. Dans cette question, on ne cherche pas

encore à déterminer les constantes d'intégration. On notera I_{Mz} ***le moment quadratique par rapport à l'axe*** $(M,\vec{z}_0)$ ***de la section de la poutre. Préciser l'expression de*** I_{Mz} ***.***

Q32 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R32 de la notice R7/9.***

Lister les constantes d'intégration. On rappelle qu'il faut également déterminer l'inconnue hyperstatique Y_A ***. En déduire le nombre de conditions aux limites ou de continuité à écrire pour résoudre le problème.***

Q33 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R33 de la notice R8/9.***

Indiquer les différentes conditions aux limites ou de continuité. Résoudre partiellement le problème en donnant l'expression de Y_A **sous la forme :**

$$Y_A = F_y\left[C_3\frac{\lambda^3}{L_v^3}+C_2\frac{\lambda^2}{L_v^2}+C_1\frac{\lambda}{L_v}+C_0\right]$$

Q34 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R34 de la notice R8/9.***

Indiquer simplement la démarche à suivre pour trouver finalement la raideur de la poutre au point O_c ***.***

La résolution s'avérant complexe, on utilise alors un logiciel de calcul par éléments finis. La **figure 9, document 4, page D4/11**, donne le résultat du calcul de la déformée de la poutre lorsque celle-ci est soumise à un effort $F_y = 1000N$ au point O_c.

Q35 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R35 de la notice R8/9.***

Relever la valeur du déplacement δ ***au point*** O_c ***. En déduire la raideur*** K_y ***suivant*** $\vec{y}_0$ ***au point*** O_c ***de la poutre.***

Q36 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R36 de la notice R9/9.***

Compte tenu du déplacement $\vec{\delta}_{O_c,2/0}.\vec{y}_0 = 3{,}3.10^{-3}mm$ ***obtenu par le calcul issu de la section C.2.2.1, donner l'ordre de grandeur de l'effort*** F_y ***. Conclure sur l'hypothèse formulée dans la section C.2.2.1, sur la forme du torseur d'actions mécaniques transmises dans la liaison hélicoïdale par la vis 3 sur l'écrou lié au châssis mobile 2.***

Q37 *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R37 de la notice R9/9.***

Conclure sur le choix de la vis et de l'écrou à billes à partir de la documentation fournie.

C.3 - Dessin d'étude de construction mécanique

C.3.1 - Présentation des supports de travail

Pour cette partie de l'étude, il vous est demandé de définir plusieurs sous-ensembles du mécanisme sur le calque format A3 fourni avec le sujet. Les éléments pré imprimés sur ce calque sont destinés à faciliter la mise en place des différents composants.

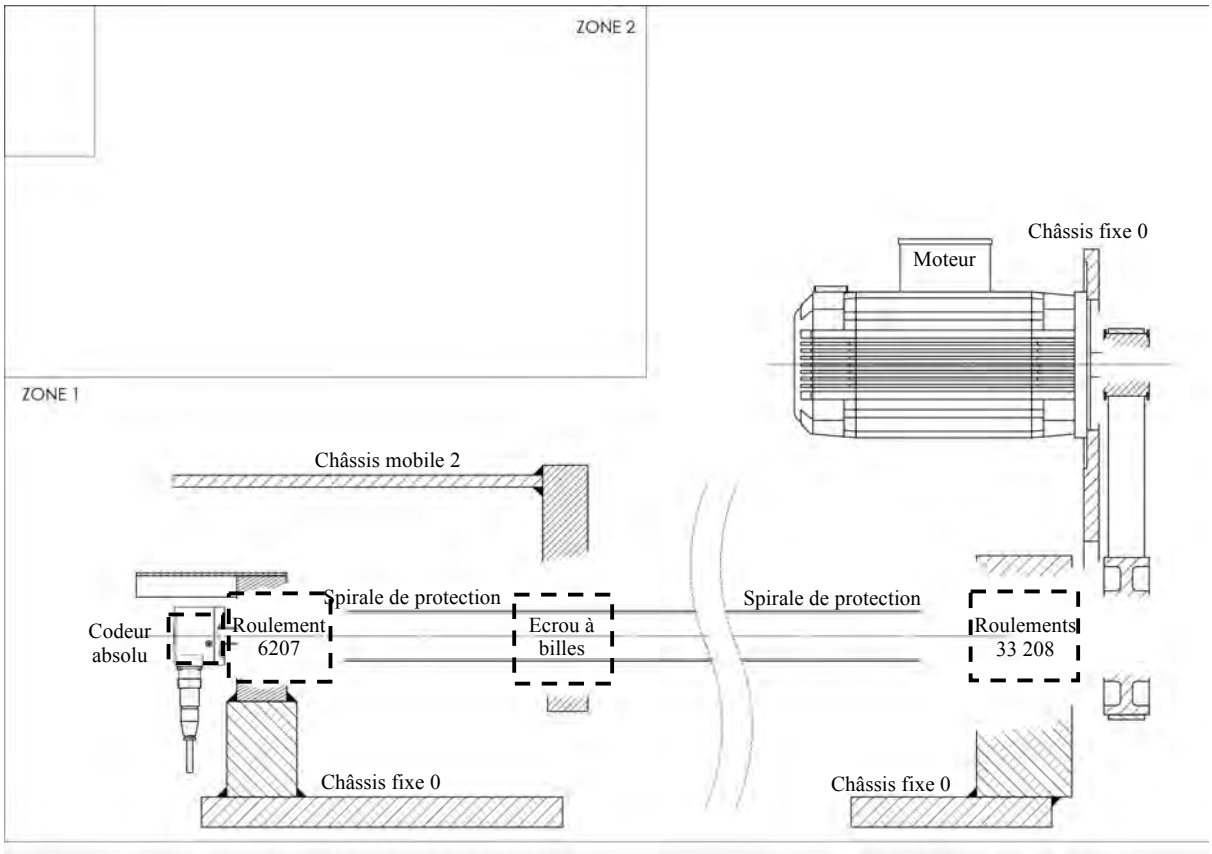


Figure 2 : *Mise en page du calque pré imprimé fourni*

C.3.2 - Consignes spécifiques aux travaux graphiques

Les dessins sont à exécuter à l'échelle 1:3, aux instruments, avec pour l'essentiel mise au net au crayon respectant les épaisseurs de traits normalisées et les exigences d'une bonne lisibilité ; seuls les axes et les écritures seront tracés à l'encre noire. Les tracés de couleur ne sont pas admis. Les normes AFNOR seront respectées.

Les principales conditions fonctionnelles relatives aux liaisons représentées seront clairement indiquées en respectant les règles normalisées AFNOR.

Les éléments normalisés utilisés par le candidat autres que ceux fournis dans le sujet, seront dessinés approximativement en respectant au mieux leurs proportions.

Toute vue complémentaire est laissée à l'initiative du candidat.

C.3.3 - Travail demandé

Afin d'assurer toutes les fonctions de service et de satisfaire toutes les contraintes définies dans le cahier des charges fonctionnel (page **T3/18**), et en utilisant au mieux les éléments fournis sur le **calque**, on demande de définir :

- Le montage de l'écrou à billes assurant la liaison hélicoïdale entre la vis 3 et le châssis mobile 2 ;
- Le montage des ressorts télescopiques assurant la protection de la vis 3 ;
- Le montage de roulements assurant le guidage en rotation de la vis 3 par rapport au châssis fixe 0 ;
- Le montage du système poulies-courroie assurant la transmission du rotor du moteur d'entraînement 1 à la vis 3.

C.3.3.1 - Conception de la liaison hélicoïdale entre la vis 3 et le châssis mobile 2

Données :

Les choix suivants ont été réalisés :

- L'écrou à billes utilisé est décrit **figure 12, document 7, page D7/11**.
- La vis à billes est protégée par deux ressorts télescopiques, appelés également spirales de protection. Les deux ressorts sont disposés de part et d'autre de l'écrou à billes. Chaque ressort doit être guidé à chacune de ses extrémités par une bride de fixation. A une extrémité la bride est fixée au châssis fixe 0, et à son autre extrémité, la seconde bride est fixée au châssis mobile 2. Les différentes dimensions de la spirale de protection utilisée sont fournies **figure 13, document 7, page D7/11**. Les brides de fixation ne sont pas vendues avec les spirales, et doivent donc être définies.

Dessiner aux instruments, dans la zone 1 du calque, vos propositions de solutions.

C.3.3.2 - Conception guidage en rotation de la vis 3

Données :

Les choix suivants ont été réalisés :

- Compte tenu de la précision requise, et des vitesses de rotation importantes, la vis 3 est guidée en rotation à l'aide d'un montage de roulements hyperstatique. A son extrémité gauche, elle est guidée par un roulement à billes à contact radial dont la documentation est fournie **figure 15b, document 9, page D9/11**. A son extrémité droite, elle est guidée par deux roulements à rouleaux coniques, dont la documentation est fournie **figure 15a, document 9, page D9/11**. On cherchera à maximiser la rigidité de ce montage. Les roulements sont représentés à l'échelle 1:3.
- La protection des roulements à rouleaux coniques est réalisée par un dispositif d'étanchéité indirecte. Le roulement à billes à contact radial dispose de flasques d'étanchéité.
- Pour les besoins de l'asservissement en vitesse de la vis 3, un codeur absolu est encastré à la vis 3 à son extrémité gauche. La documentation de ce capteur est fournie **figure 16, document 9, page D9/11**. Le rotor du capteur est encastré à la vis 3. Le corps du capteur est encastré au châssis fixe 0.

Dessiner aux instruments, dans la zone 1 du calque, vos propositions de solutions.

L'encastrement du corps du capteur sur le châssis fixe 2 nécessite une pièce d'adaptation. La zone 2 est dédiée à la représentation en perspective de cette pièce.

C.3.3.3 - Conception du système poulies-courroie

Données :

Les choix suivants ont été réalisés :

- La poulie motrice est encastrée avec le rotor du moteur d'entraînement 1 à l'aide d'une solution par obstacle, conformément à la documentation de la **figure 10, document 5, page D5/11**.
- La poulie réceptrice est encastrée avec la vis 3 à l'aide d'une solution par adhérence. Une frette Tollok est utilisée. Sa description est fournie **figure 14, document 8, page D8/11**.

Dessiner aux instruments, dans la zone 1 du calque, vos propositions de solutions.

Document 1

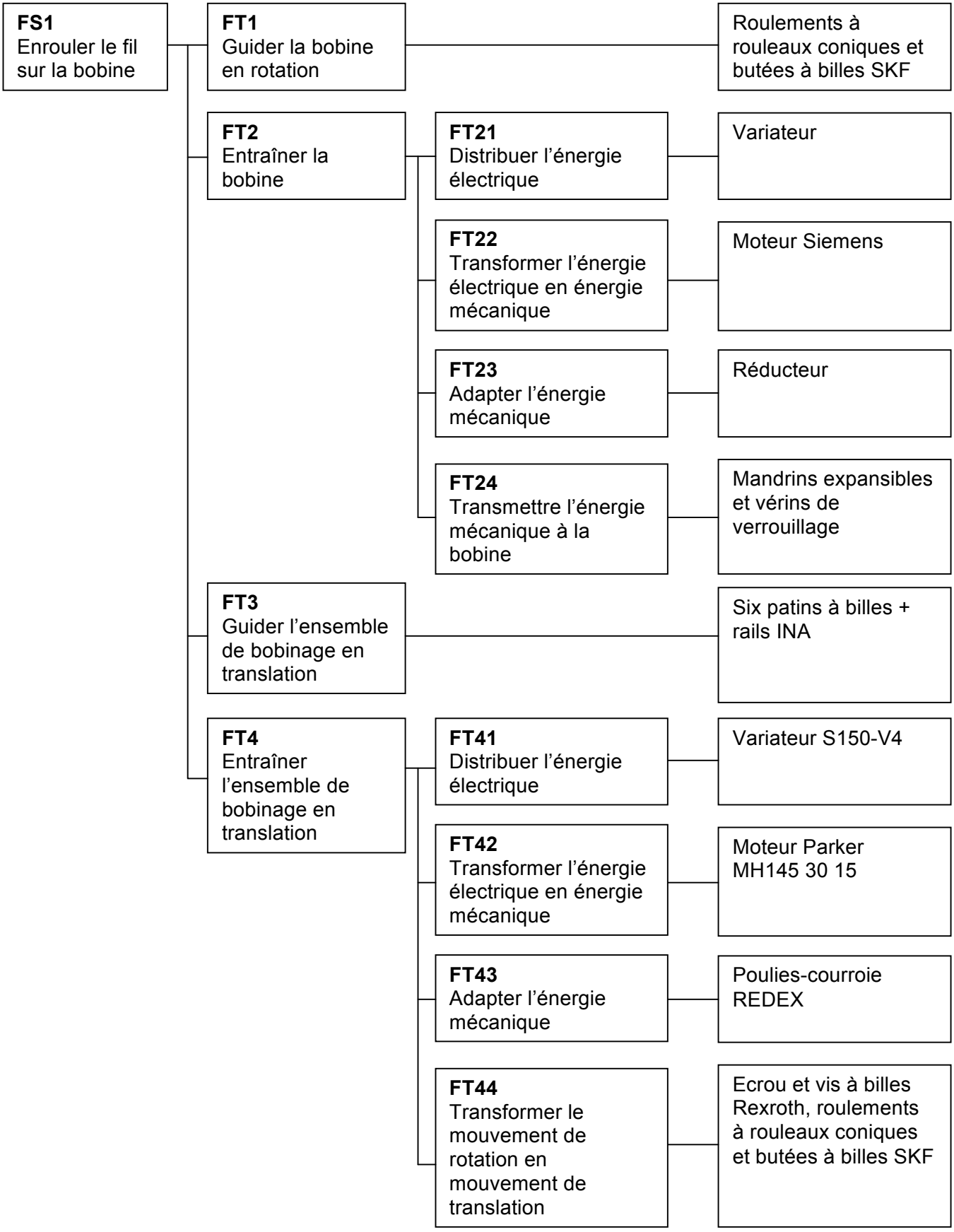


Figure 3 *: Diagramme FAST*

Document 2

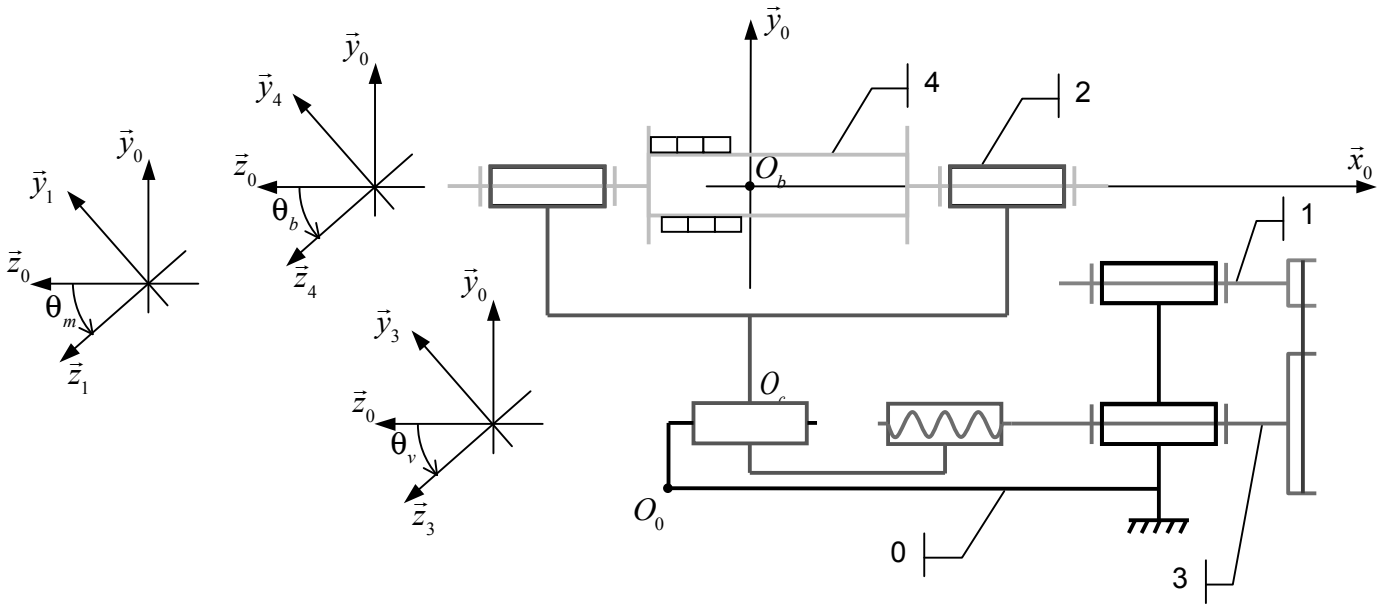


Figure 4 : *Schéma cinématique du système de trancannage et figures de calcul*

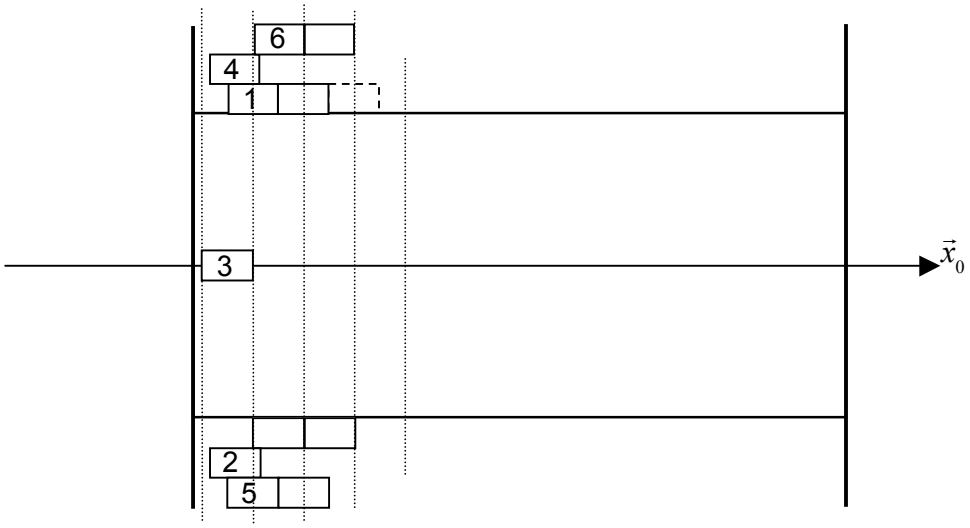


Figure 5 : *Schéma de principe de l'enroulement lors de l'inversion du sens de translation*

Document 3

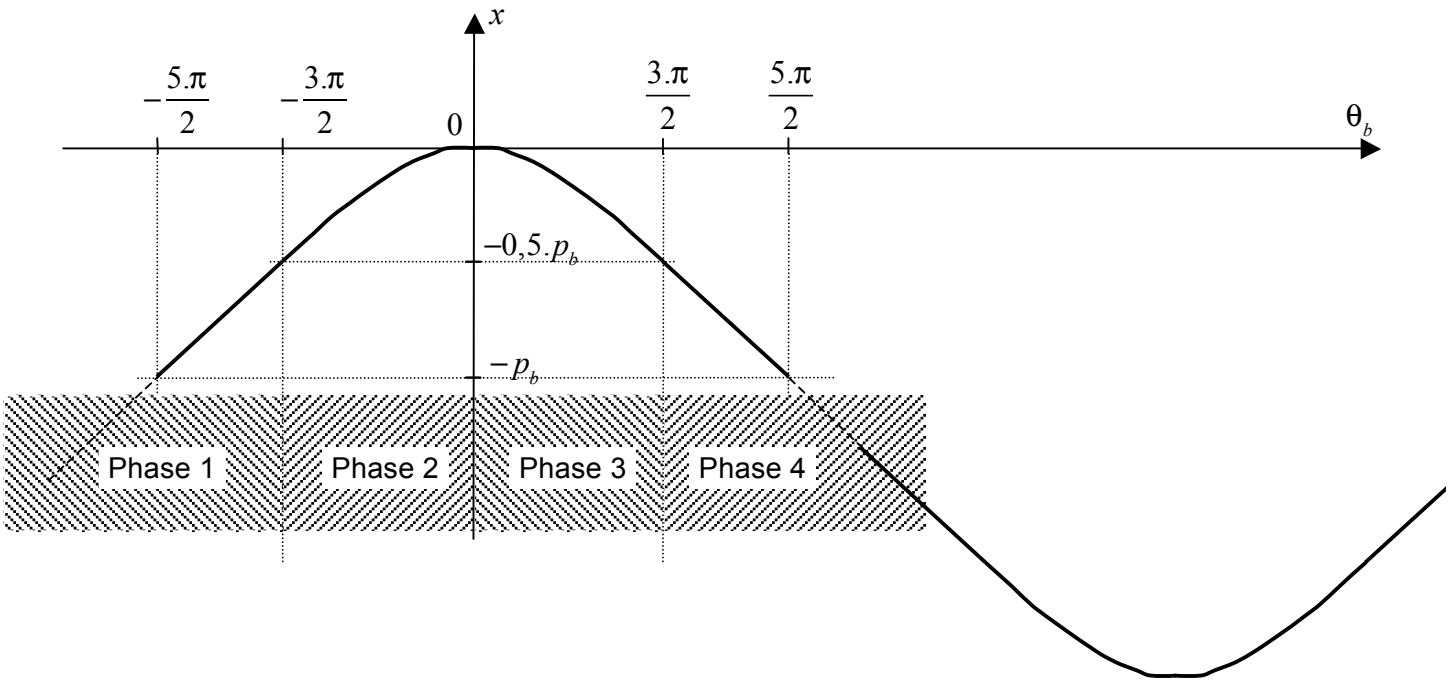


Figure 6 : *Loi de mouvement du châssis mobile 2*

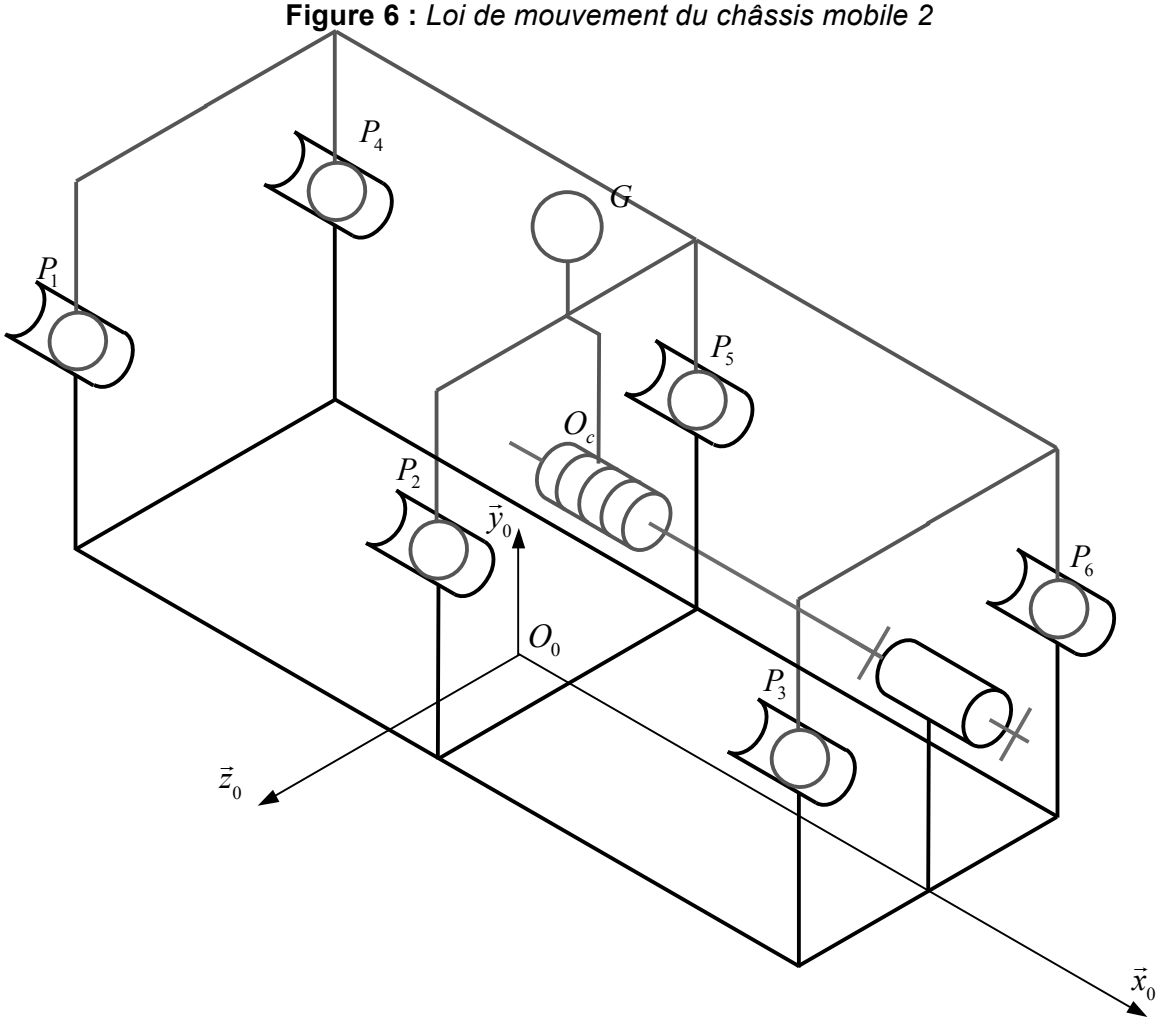


Figure 7 : *Schéma technologique du dispositif de guidage en translation*

Document 4

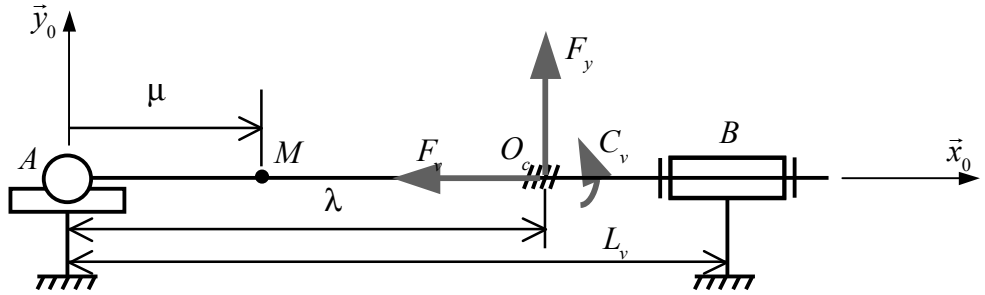


Figure 8 : *Modèle poutre de la vis*

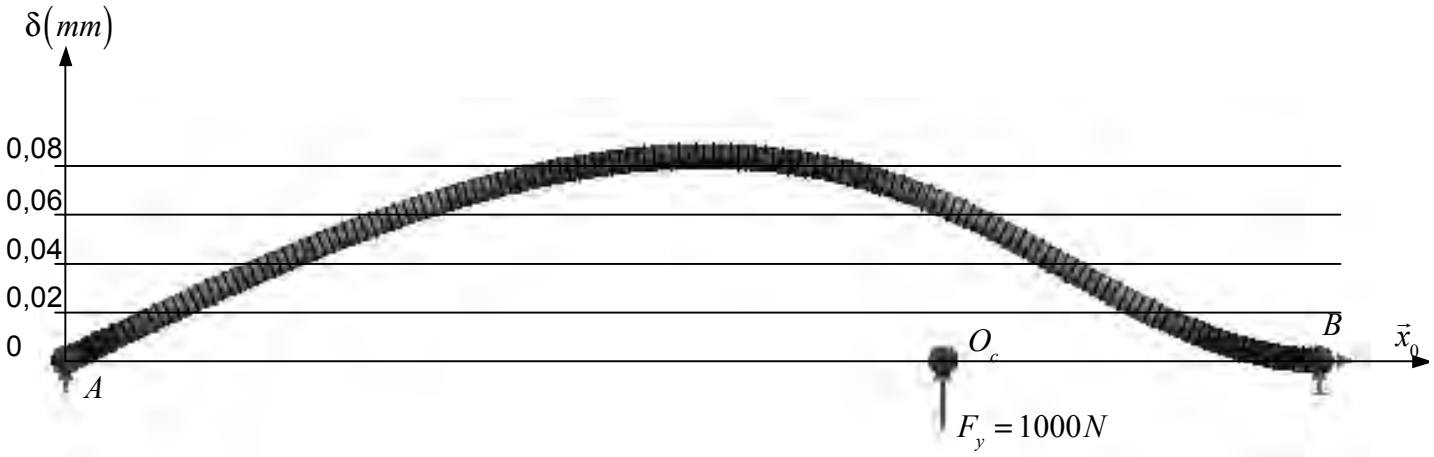


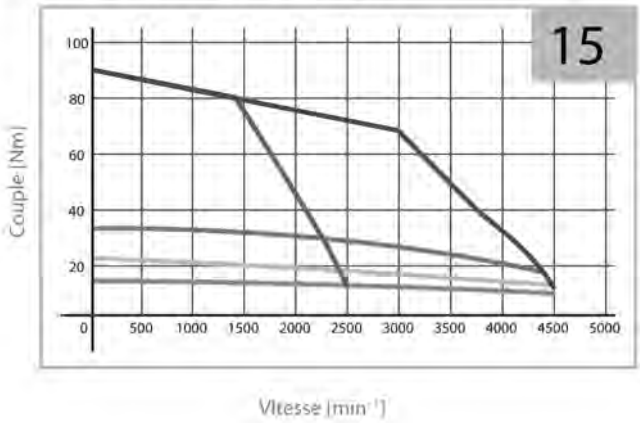
Figure 9 *: Déformée de la poutre sous un effort de 1 000N*

Document 5

MB / MH Motors, Size 145 - 4.5 ... 28 N.m
400 VAC

Modèle	Taille	Rotor bloqué		Nominal			Couple maxi [1]	Inertie		Ke [2][3]	Kt [2][3]
		Couple [1]	Intensité	Couple [1]	Vitesse	Intensité		Sans frein	Avec frein		
		T_{065} (T_{105}) [Nm]	I_{065} [A]	T_{n065} [Nm]	n [min^{-1}]	I_{n065} [A]	T_{max} [Nm]	J [kgmm^2]	J [kgmm^2]	Ke [Vs]	Kt [Nm/A_{rms}]
M_145 10 04	145	4.5 (9)	1.1	4.5	1000	1.1	28	780	975	2.1	3.65
M_145 20 04			2.3	4.5	2000	2.3				1.2	2.03
M_145 30 04			3.4	4.3	3000	3.2				0.8	1.42
M_145 45 04			4.7	3.9	4500	4.0				0.6	1.01
M_145 10 08		8.7 (16)	2.0	8.7	1000	1.9	49	1050	1245	2.7	4.69
M_145 20 08			3.7	8.4	2000	3.5				1.4	2.49
M_145 30 08			5.4	7.9	3000	4.8				1.0	1.70
M_145 45 08			8.2	7.1	4500	6.6				0.7	1.14
M_145 10 15		15.0 (27)	3.3	14.8	1000	3.1	86	1600	1795	2.9	4.94
M_145 20 15			6.2	13.7	2000	5.5				1.5	2.59
M_145 30 15			9.1	12.7	3000	7.5				1.0	1.78
M_145 45 15			14.2	9.8	4500	9.1				0.7	1.14
M_145 10 22		22.0 (37)	4.7	21.4	1000	4.5	117	2150	2345	2.9	5.03
M_145 20 22			8.9	19.4	2000	7.6				1.5	2.65
M_145 30 22			13.1	17.3	3000	10.1				1.0	1.80
M_145 45 22			20.8	11.6	4500	10.8				0.7	1.13
M_145 10 28		28.0 (45)	5.9	27.1	1000	5.6	143	2700	2895	2.9	5.07
M_145 20 28			11.3	23.9	2000	9.4				1.5	2.65
M_145 30 28			17.0	21.1	3000	12.5				1.0	1.78
M_145 45 28			26.5	10.0	4500	9.4				0.7	1.13

2500 min^{-1} 230 V - 4500 min^{-1} 400 V



S1 65 K, ΔT
S3 10 %, 5 min, 400 V
S3 10 %, 5 min, 230 V
S3 50 %, 5 min
S3 20 %, 5 min

S1 : régime d'utilisation continu
S3 : régime d'utilisation intermittent périodique

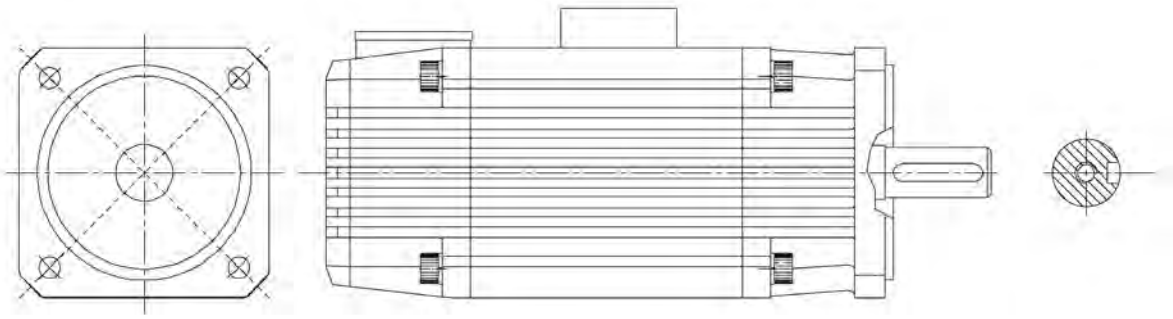
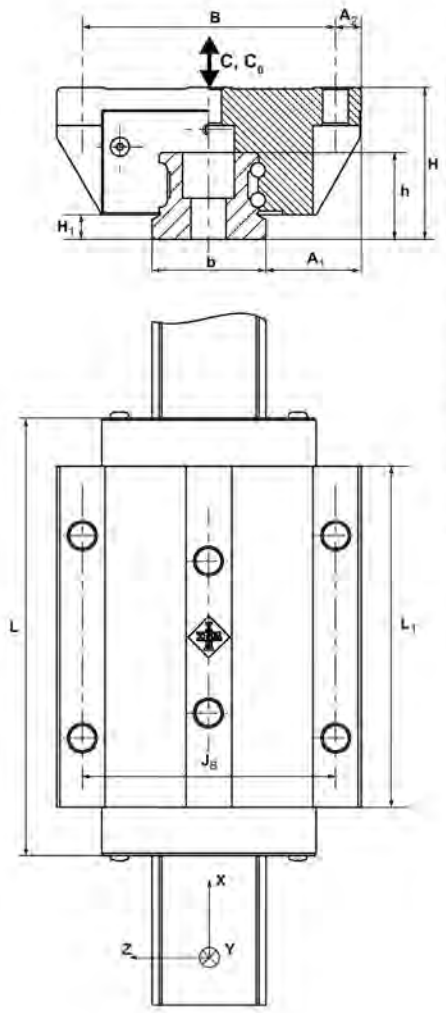


Figure 10 *: Documentation moteur brushless Parker*

Document 6

Patins KWVE45-B-L



H	60 mm	
B	120 mm	
L	172,7 mm	
A_1	37,5 mm	
A_2	10 mm	
b	45 mm	Tolérance: -0,005 / -0,03
H_1	9,7 mm	
h	34,2 mm	
J_8	100 mm	
L_1	134,6 mm	
C	82000 N	Charge dynamique de base
C_0	181000 N	Charge statique de base
M_{0x}	4635 Nm	Moment statique selon l'axe X
M_{0y}	4000 Nm	Moment statique selon l'axe Y
M_{0z}	4000 Nm	Moment statique selon l'axe Z

Calcul de la durée de vie :

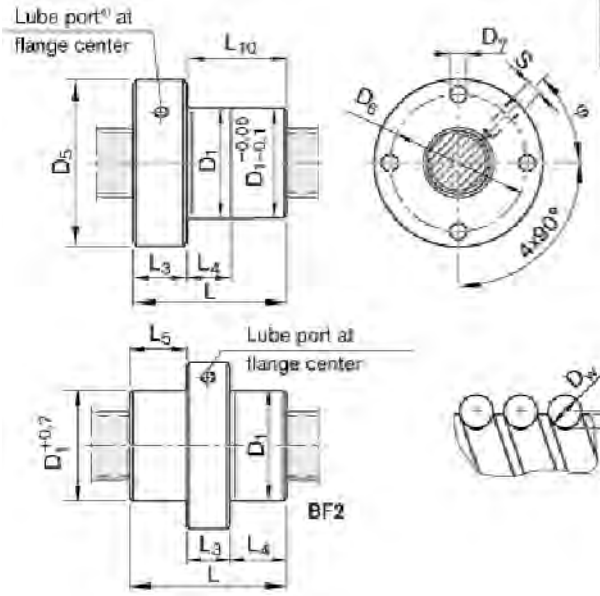
$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^n$$

Avec :

- C : Charge dynamique de base (*N*)
- P : Charge équivalente (*N*)
- L : durée de vie à 90% (10^5 *m*)
- n : 3 pour les billes et 10/3 pour les rouleaux

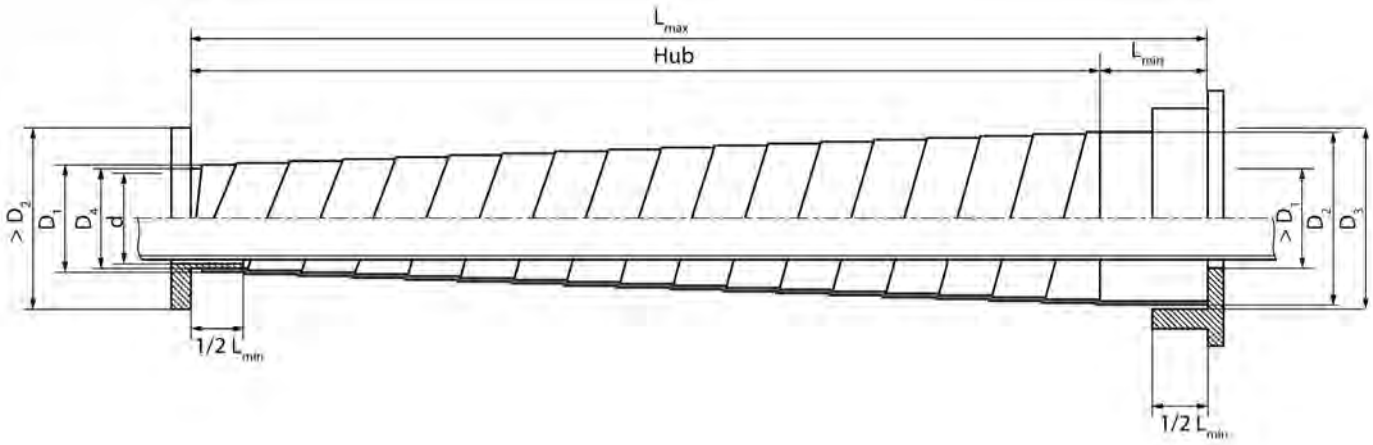
Figure 11 *: Documentation patins à billes INA*

Document 7



Désignation (TNR)		R1512 540 13
Dimensions d_0 x P x D - i		50 x 10R x 6 - 6
C	[N]	79700
C_0 stat	[N]	166500
v_{max}	[m/min]	30
d_1	[mm]	48
d_2	[mm]	43.8
D_1 g6	[mm]	72
D_5	[mm]	110
D_6	[mm]	90
D_7	[mm]	11
L	[mm]	90
L_3	[mm]	18
L_4	[mm]	16
L_{10}	[mm]	72
S	[mm]	M8x1

Figure 12 *: Documentation vis-écrou à billes Bosch-Rexroth*

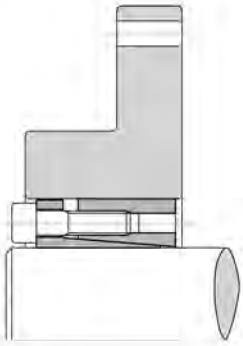


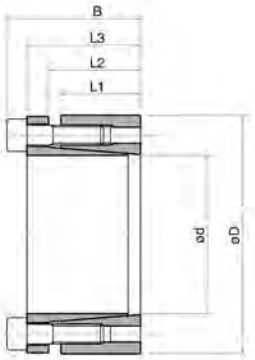
d = diamètre maxi de la pièce de positionnement
D_{1min} = diamètre intérieur
D_{2max} = diamètre extérieur
D_3 = diamètre intérieur de la pièce de positionnement (D_2 + 2mm)
D_4 = diamètre extérieur de la pièce de positionnement (D_1 – 1mm)
L_{max} = Longueur développée maxi
L_{min} = Longueur développée mini
Hub = course

Désignation			Numéro d'article	d	D_2	Position verticale		Position horizontale		Poids par pièce
D_1	L_{max}	L_{min}				L_{max}	Course	L_{max}	Course	
54	400	65	307.0540 10	50	84	400	335	400	335	1,38
54	800	85	307.0540 20	50	94	800	715	800	715	2,53
54	1120	120	307.0540 30	50	93	1120	1000	1120	1000	3,20
54	1400	130	307.0540 40	50	102	1400	1270	1400	1270	4,61
54	1800	140	307.0540 50	50	116	1800	1660	1800	1660	7,58

Figure 13 *: Documentation ressort télescopique Sermeto*

Elément de serrage autocentrant
TLK 130 -





TLK 130

Caractéristiques

Couple transmissible élevé
Temps de montage réduit
Solution économiquement avantageuse
Excellente perpendicularité arbre-moyeu

Montage

Nettoyer soigneusement les surfaces de contact de l'arbre et du moyeu et appliquer une légère pellicule d'huile. Monter l'élément dans le logement du moyeu, insérer l'arbre et ensuite serrer les vis de façon graduelle et uniforme – en croisant le serrage – jusqu'à atteindre le couple de serrage **Ms** indiqué dans le tableau ci-contre. Les données **Mt** et **Fass** mentionnées dans le tableau sont calculées à partir d'un montage avec de l'huile.

Attention: Ne pas utiliser d'huile ni de graisse à base de **bisulfure de molybdène,** cela entraînerait une réduction considérable du coefficient de frottement.

Démontage

Retirer les vis et revisser ces mêmes vis dans les trous d'extraction, en croisant le serrage – de façon graduelle et uniforme – jusqu'au déblocage des cônes. En cas de réutilisation, huiler de nouveau les vis et les filetages.

Tolérance, rugosité

Une bonne finition à la machine-outil est suffisante.
Rugosité maximum admissible:

R_t max 16 μm (R_a 3 μm ÷ R_z 13 μm)

Tolérances maximum admissibles:

arbre h8
moyeu H8

Déplacement axial

TLK 130: en serrant les vis, le moyeu a un léger déplacement axial par rapport à l'arbre.

Calcul du DM

La pression **pn** exercée sur le moyeu peut-être comparée à la pression interne exercée sur un cylindre creux de grosse épaisseur.

						Seulement TLK 13T	Vis de serrage DIN 912 12.9		Couple	Force axiale	Pression de surface Arbre	Moyeu	Poids
dxD mm	L1 mm	L2 mm	L3 mm	B mm	D1 mm	N x type	Ms Nm	Mt Nm	Fass KN	pw N/mm²	pn N/mm²	Kg
20 x 47	26	30	41	47	53	6 x M6	17	540	54	280	120	0,4
22 x 47	26	30	41	47	53	6 x M6	17	600	54	255	120	0,4
24 x 50	26	30	41	47	56	6 x M6	17	650	54	235	115	0,4
25 x 50	26	30	41	47	56	6 x M6	17	680	54	225	115	0,4
28 x 55	26	30	41	47	61	6 x M6	17	760	54	200	105	0,5
30 x 55	26	30	41	47	61	6 x M6	17	820	54	185	105	0,5
32 x 60	26	30	41	47	66	8 x M6	17	1160	73	235	125	0,6
35 x 60	26	30	41	47	66	8 x M6	17	1270	73	215	125	0,5
38 x 65	26	30	41	47	71	8 x M8	17	1380	73	200	115	0,6
40 x 65	26	30	41	47	71	8 x M6	17	1450	73	190	115	0,6
42 x 75	30	35	49	57	81	6 x M8	41	2130	101	215	120	1
45 x 75	30	35	49	57	81	6 x M8	41	2280	101	200	120	1
48 x 80	30	35	49	57	86	6 x M8	41	2430	101	190	115	1,1
50 x 80	30	35	49	57	86	6 x M8	41	2530	101	180	115	1
55 x 85	30	35	49	57	91	8 x M8	41	3700	135	220	140	1,1
60 x 90	30	35	49	57	96	8 x M8	41	4000	135	200	135	1,2
65 x 95	30	35	49	57	102	8 x M8	41	4380	135	185	125	1,3
70 x 110	40	45	59	69	117	8 x M10	83	7500	214	205	130	2,2
75 x 115	40	45	59	69	122	8 x M10	83	8000	214	190	125	2,5
80 x 120	40	45	59	69	127	8 x M10	83	8560	214	180	120	2,6
85 x 125	40	45	59	69	132	10 x M10	83	11370	268	210	145	2,8
90 x 130	40	45	59	69	137	10 x M10	83	12000	268	200	135	2,7
95 x 135	40	45	59	69	142	10 x M10	83	12600	268	190	130	2,9
100 x 145	46	52	68	80	153	8 x M12	145	15580	312	180	125	3,9
110 x 155	46	52	68	80	163	8 x M12	145	17100	312	165	115	4,2
120 x 165	46	52	68	80	173	10 x M12	145	23370	390	190	135	4,8
130 x 180	48	52	68	80	188	12 x M12	145	30380	467	210	150	5
140 x 190	50	57	76	90	199	8 x M14	230	29900	428	185	120	6,5
150 x 200	50	57	76	90	209	10 x M14	230	40000	535	190	145	7
160 x 210	50	57	76	90	219	10 x M14	230	42750	535	180	135	7
170 x 225	50	57	76	90	234	12 x M14	230	54500	641	200	150	8,5
180 x 235	50	57	76	90	244	12 x M14	230	57700	641	190	145	9

Figure 14 *: Documentation Frette Tollok*

Document 9



Figure 15 *: a) Vue du roulement à rouleaux coniques SKF 33208*
b) Vue du roulement à billes à contact radial SKF 6207

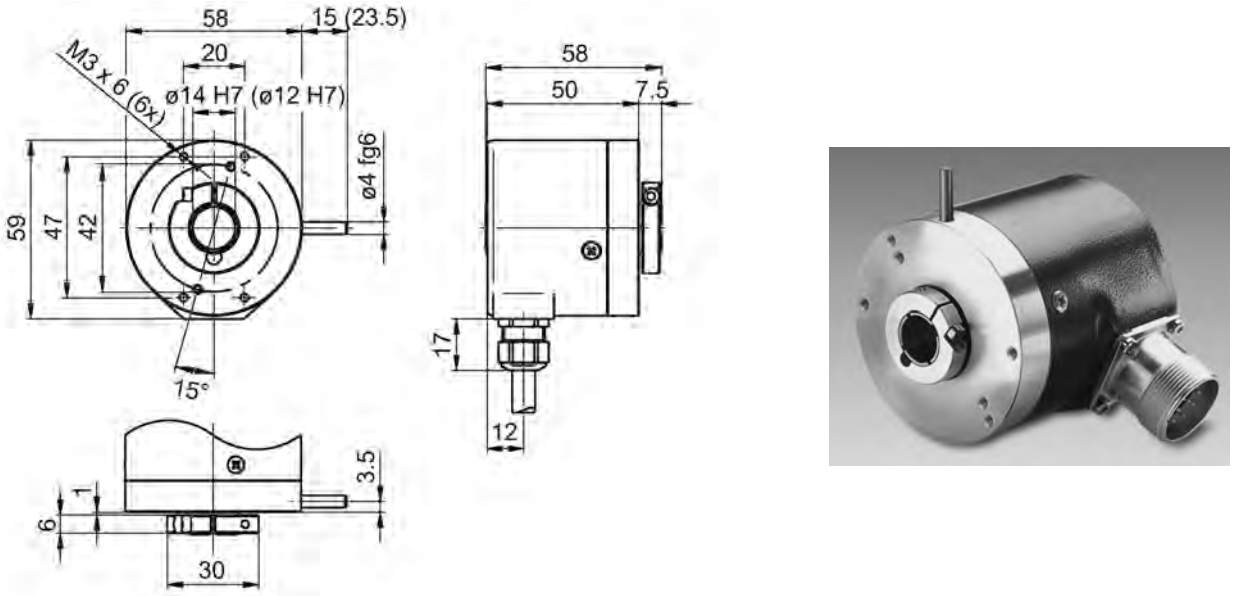


Figure 16 *: Documentation du codeur absolu GOM2H*

Document 10

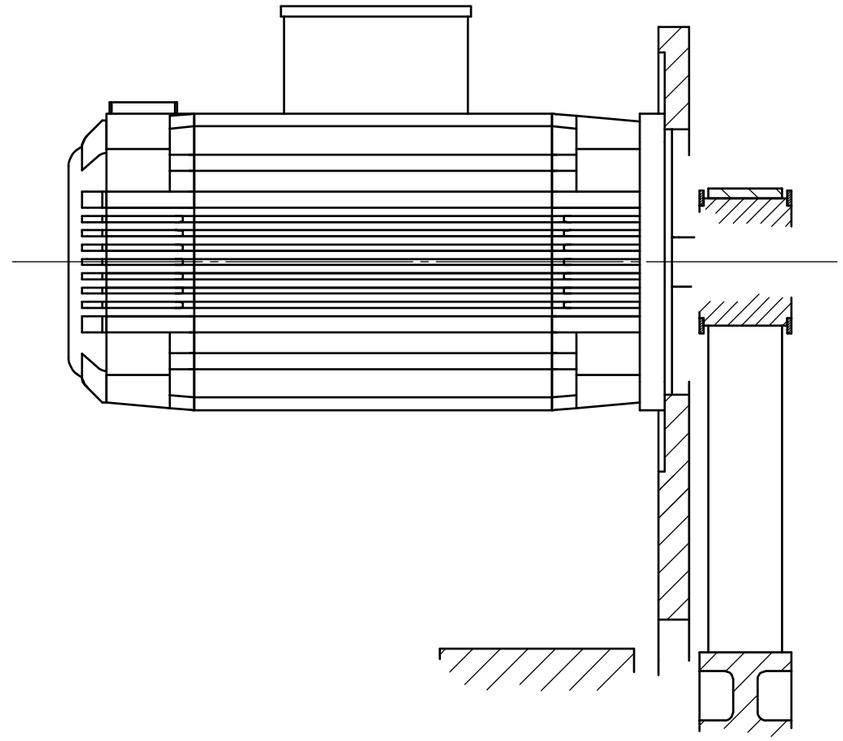
FT4 : Entraîner l'ensemble de bobinage en translation	
Position angulaire du rotor 1	θ_m
Vitesse angulaire du rotor 1	$\omega_m = \dot{\theta}_m$
Position angulaire de la vis 3	θ_v
Vitesse angulaire de la vis 3	$\omega_v = \dot{\theta}_v$
Position angulaire de la bobine 4	θ_b
Vitesse angulaire de la bobine 4	$\omega_b = \dot{\theta}_b$
Position linéaire de la bobine 4	$\overrightarrow{O_v O_c}.\vec{x}_0 = x$
Pas de la vis 3	$p_v = 10mm.tr^{-1}$
Rayon d'enroulement de la bobine 4	$R_b = 200mm$
Pas de bobinage	$p_b = 16mm.tr^{-1}$
Rayon de la poulie motrice associée au rotor 1	$R_1 = 30mm$
Rayon de la poulie réceptrice associée à la vis 3	$R_3 = 75mm$
Vitesse de laminage	$V_{lam} = 400m.min^{-1}$
Masse du châssis mobile 2	$M = 2900kg$
Inertie du rotor 1	J_m
Inertie de la vis 3	J_v
Inertie équivalente de l'ensemble ramenée au rotor 1	$J_{éq} \approx 3{,}5.10^{-3} kg.m^2$
Constantes de la loi de mouvement	$A \approx 0{,}038mm$ $B \approx -0{,}54mm$

FT3 : Guider l'ensemble de bobinage en translation	
Position des centres des liaisons sphère-cylindre	$\overrightarrow{GP_i} = x_i.\vec{x}_0 + y_i.\vec{y}_0 + z_i.\vec{z}_0$ $\Delta x = 800mm$ $y_i = y_{Oc} = -500mm$ $\Delta z = 250mm$
Position du centre d'inertie G du châssis mobile 2	$\overrightarrow{GO_c} = x_{Oc}.\vec{x}_0 + y_{Oc}.\vec{y}_0$
Actions du bâti 0 sur le châssis mobile 2	$\left[T_{0\to2}\right] = \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ F_i & 0 \\ A_i & 0 \end{array}\right\}_{P_i,(\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0)}$
Actions de la vis 3 sur le châssis mobile 2	$\left[T_{3\to2}\right] = \left\{\begin{array}{cc} F_v & C_v \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_{O_c,(\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0)}$
Accélération du châssis mobile 2 par rapport au bâti 0	$\vec{a}_{G,2/0} = a.\vec{x}_0\ ,\ a = 1,2m.s^{-2}$
Accélération de la pesanteur	$\vec{g} = -g.\vec{y}_0\ ,\ g \approx 10m.s^{-2}$
Torseur des petits déplacements du châssis mobile 2 par rapport au bâti 0	$\left[D_{2/0}\right] = \left\{\begin{array}{cc} \alpha & 0 \\ 0 & v \\ \theta & 0 \end{array}\right\}_{G,(\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0)}$
déplacement du point P_i	$\vec{\delta}_{P_i,2/0}$
Raideur des liaisons sphère-cylindre	$k = 1,42.10^6 N.mm^{-1}$
Patin le plus chargé	$F_{\max} = 6000N$
Vitesse moyenne du châssis mobile 2	$V_{moy} = 90mm.s^{-1}$
FT44 : Transformer le mouvement de rotation en mouvement de translation	
Diamètre de la vis 3	$D_v = 50mm$
Longueur de la vis 3	$L_v = 1000mm$
Torseur de cohésion	$\left[T_{coh}\right] = \left\{\begin{array}{c\|c} N & \\ T_y & M_{fz} \end{array}\right\}_{M,(\vec{x}_0,\vec{y}_0)}$
Centre de surface de la section	$\overrightarrow{AM} = \mu.\vec{x}_0$
Actions de l'écrou 2 sur la vis 3	$\left[T_{2\to3}\right] = \left\{\begin{array}{c\|c} -F_v & 0 \\ F_y & \end{array}\right\}_{O_c,(\vec{x}_0,\vec{y}_0)}$
Position de l'écrou 2	$\overrightarrow{AO_c} = \lambda.\vec{x}_0$
Inconnue hyperstatique : force radiale dans la liaison sphère-cylindre en A	Y_A
Déplacement imposé au point O_c par la déformation des patins	$\vec{\delta}_{O_c,2/0}.\vec{y}_0 = 3,3.10^{-3}mm$

Tableau 1 : *Tableau récapitulatif des notations utilisées*

ZONE 2

ZONE 1



C

Académie : Session : Modèle EN.

Examen ou Concours : Série* :

Spécialité/option : Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :

(en majuscules, suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

Né(e) le

N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

L'usage de calculatrices est interdit.

Cahier réponses

Épreuve de Sciences Industrielles B

Banque PT - 2014

Tournez la page S.V.P.

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

R1 Expression de ω_b :

$\omega_b =$

Application numérique : $\omega_b =$

R2 Expression de V_b :

$V_b =$

Application numérique : $V_b =$

R3 Expression de ω_m :

$\omega_m =$

Application numérique : $\omega_m =$
Commentaire :

R4 Expression des constantes A, B, C et D :

$A =$ $C =$

$B =$ $D =$

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

R5 Vitesse du châssis mobile :

$V_b =$

R6 Loi de vitesse :

$\omega_m =$

R7 Inertie équivalente :

$J_{éq} =$

R8 Expression de C_m :

$C_m =$

Ensemble isolé :

Théorème utilisé :

R9 Nature de la fonction $\omega_m = f\left(C_m\right)$:

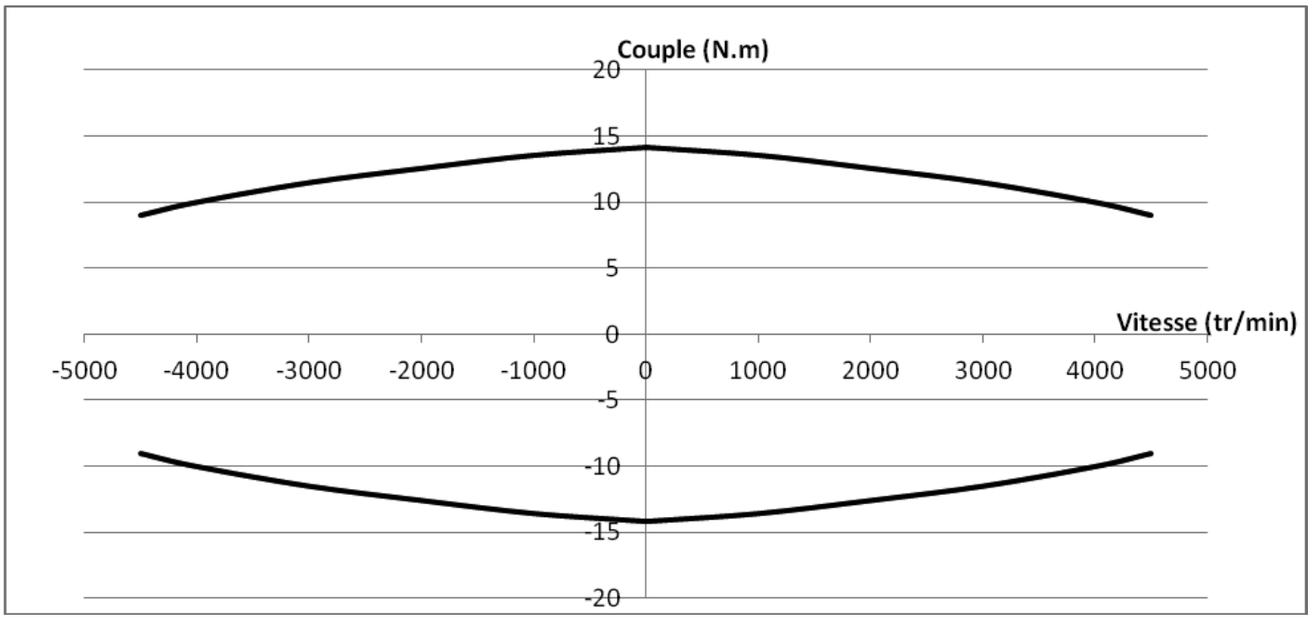
R10 Applications numériques :

θ_b (rad)	ω_m (tr.min^{-1})	C_m (N.m)
0		
$\frac{3.\pi}{2}$		

Tournez la page S.V.P.

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

R10 à R12 Points de fonctionnement du moteur



Conclusion sur le choix du moteur :

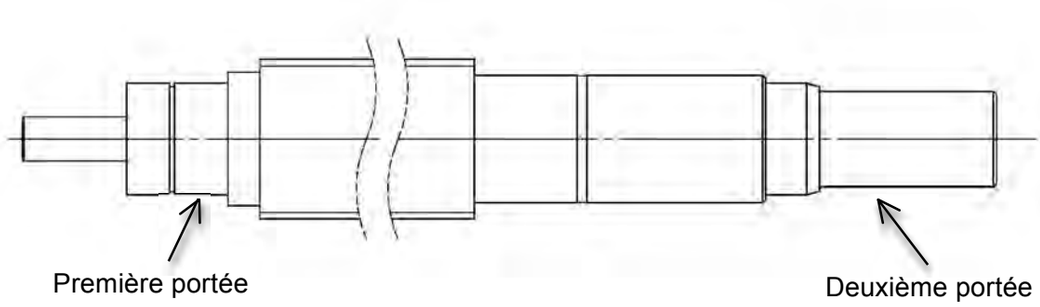
R13 Mobilités utiles : $m_u =$

Mobilités internes : $m_i =$

Degré d'hyperstatisme : $h =$

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

R14 Dessin de définition de la vis



R15 Relation entre C_v et F_v :

$C_v =$

R16 Théorème de la résultante dynamique :

Sur $\vec{x}_0$:

Sur $\vec{y}_0$:

Sur $\vec{z}_0$:

Théorème du moment dynamique en G :

Sur $\vec{x}_0$:

Sur $\vec{z}_0$:

R17 Expression du déplacement du point P_i :

$\vec{\delta}_{P_i,2/0} =$

Tournez la page S.V.P.

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

R18 Expression des composantes du torseur des petits déplacements :

$v =$

$\theta =$

$\alpha =$

R19 Expression des efforts F_i :

$F_1 =$ $F_4 =$

$F_2 =$ $F_5 =$

$F_3 =$ $F_6 =$

R20 Application numérique :

$F_4 =$

R21 Conclusion :

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

R22 Valeur des F_i à vitesse constante :

$F_i =$

R23 Valeur des P_i :

$P_i =$

R24 Durée de vie L_h des patins :

$L_h =$

R25 Application numérique :

$L_h =$

Conclusion :

R26 Signification de la désignation 42CrMo4 :

Estimation du module d'Young E_v

R27 Traitement thermique adapté :

Signification de la spécification 56-60 HRc :

Tournez la page S.V.P.

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

R28 Torseurs des actions mécaniques :

R29 Expression des actions mécaniques dans la liaison pivot :

$X_B =$

$N_B =$

$Y_B =$

R30 Moments de flexion :

- Tronçon $\left[A, O_c\right]$

$M_{fz}(\mu) =$

- Tronçon $\left[O_c, B\right]$

$M_{fz}(\mu) =$

R31 Equations des déformées :

- Tronçon $\left[A, O_c\right]$

$y_1(\mu)$ =

- Tronçon $\left[O_c, B\right]$

$y_2(\mu)$ =

Moment quadratique :

$I_{Mz} =$

R32 Bilan des constantes :

Nombre de conditions aux limites à écrire :

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

R33 Conditions aux limites et de continuité :

Résolution partielle du système : $Y_A = F_y\left[C_3\frac{\lambda^3}{L_v^3} + C_2\frac{\lambda^2}{L_v^2} + C_1\frac{\lambda}{L_v} + C_0\right]$

$C_0 =$

$C_1 =$

$C_2 =$

$C_3 =$

R34 Démarche pour trouver la raideur au point O_c :

R35 Relevé du déplacement δ :

$\delta =$

Raideur de la poutre en O_c :

$K_y =$

Tournez la page S.V.P.

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

R36 Ordre de grandeur de F_y :

$F_y =$

Conclusion :

R37 Conclusion sur le choix de la vis et de l'écrou à billes :

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de PT chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Ingénierie système : besoin, exigences et diagrammes SysML
- Architecture fonctionnelle et structurelle : chaînes d'information et de puissance
- Cinétique : torseurs cinétique et dynamique, énergie cinétique, inertie équivalente
- Énergétique : puissances, théorème de l'énergie cinétique, rendement
- Cinématique des mécanismes : composition des mouvements, contact ponctuel, lois entrée-sortie et fermetures
- Chaînes de solides : liaisons équivalentes, mobilité et hyperstatisme
- Dynamique des systèmes de solides : principe fondamental, stratégie d'isolement, équilibrage
- Statique des solides : principe fondamental et stratégie d'isolement

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/banque-pt/pt