

DOSSIER TRAVAIL DEMANDE

Ce dossier comporte les parties suivantes :

- | | |
|--|--------------|
| <u>1^{ère}</u> partie : Caractérisation de la motorisation | page 1 |
| <u>2^{ème}</u> partie : Vérification des composants de sécurité
à la montée | pages 2 et 3 |
| <u>3^{ème}</u> partie : Vérification des composants de sécurité
à la descente | pages 4 et 5 |
| <u>4^{ème}</u> partie : Caractérisation de l'arbre de transmission
du palan | page 6 |
| <u>5^{ème}</u> partie : Caractérisation de la sécurité au niveau
de la suspension | page 7 |

Sous – épreuve U 41

LE PALAN DU 21^{ème} SIECLE**1^{ère} Partie : CARACTERISATION DE LA MOTORISATION**

OBJECTIFS :

- Compléter l'arbre fonctionnel du palan
- Compléter le diagramme de flux de moments
- Elaborer le modèle cinématique du mécanisme
- Vérifier les performances cinématiques du palan **VL5 type 1004 m1**

Données :

- Vitesse de levage de la charge : $v = 4 \text{ m/mn}$
- Diamètre primitif d'enroulement de la chaîne sur la noix de levage 5 :
 $\varnothing \text{ noix} = 41 \text{ mm}$

Références :

- Dossier technique
- Dossier ressource pages 1, 2, 3, 4
- Documents réponse n° 1, 2, 3, 4

TRAVAIL DEMANDE : répondre sur copie pour les questions 1-4, 1-5, 1-6

1-1 Compléter l'arbre fonctionnel (ou FAST) et préciser les solutions techniques qui participent à la réalisation des fonctions techniques répertoriées (voir dossier-ressource page 1).

Document réponse n° 1

1-2 Réaliser le diagramme de flux de moments entre le rotor 3 du moteur électrique et la noix de levage 5 (voir dossier-ressource page 3). Tracer ce diagramme au crayon rouge.

Document réponse n° 2

1-3 Compléter le schéma cinématique du palan EUROCHAIN VL5.
Utiliser une couleur différente pour chaque sous-ensemble.

Document réponse n° 3

1-4 Calculer le rapport de transmission du 1^{er} étage du train épicycloïdal du réducteur (voir dossier technique : ensemble 16 et dossier-ressource : page 4).

1-5 Calculer le rapport de transmission global du train épicycloïdal. Comparer ce rapport à celui fourni par le constructeur (voir dossier technique page 3).

1-6 A partir de la vitesse de levage de la charge, calculer la fréquence de rotation du moteur électrique en régime permanent.

1-7 A partir de la documentation ressource (page 2) sur la génération précédente de palan, appelée EUROCHAIN n°2, faire la comparaison avec le nouveau modèle **VL5 1004 m1** en complétant le tableau du **document réponse n° 4**.

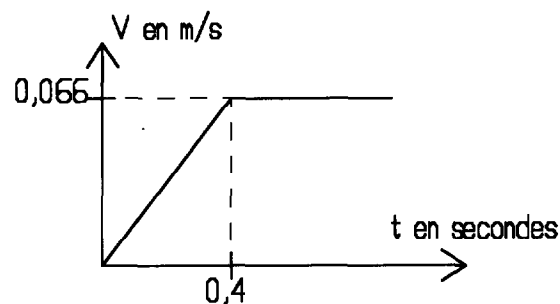
Effectuer un commentaire succinct sur l'évolution du produit.

2ème Partie : VERIFICATION DES COMPOSANTS DE SECURITE A LA MONTEE

OBJECTIFS : - Calculer la puissance du moteur au démarrage
- Vérifier le non-glissement du limiteur de couple au démarrage

Données :

- Le frein n'est pas actionné (électro-aimant sous tension)
- Rapport de transmission global du train épicycloïdal : $i_{\text{global}} = 1/43$
- Diamètre primitif d'enroulement de la chaîne sur la noix de levage 5 :
 $\varnothing \text{ noix} = 41 \text{ mm}$
- Rendement du mécanisme de transmission de puissance : $\eta = 0,84$
- Moment d'inertie global équivalent de toutes les pièces en rotation dans la chaîne cinématique ramené sur l'axe (O, \vec{x}) de la noix 5 : $I_{\text{eq}} = 0,1 \text{ kg.m}^2$
- Charge maxi à soulever : $M = 1000 \text{ kg}$
- Vitesse de levage de la charge : $v = 4 \text{ m/mn}$ ou $0,066 \text{ m/s}$
- Loi d'entrée du mécanisme en phase de montée de la charge :



- Accélération de pesanteur : $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Références : - Dossier ressource page 6

TRAVAIL DEMANDE : répondre sur copie

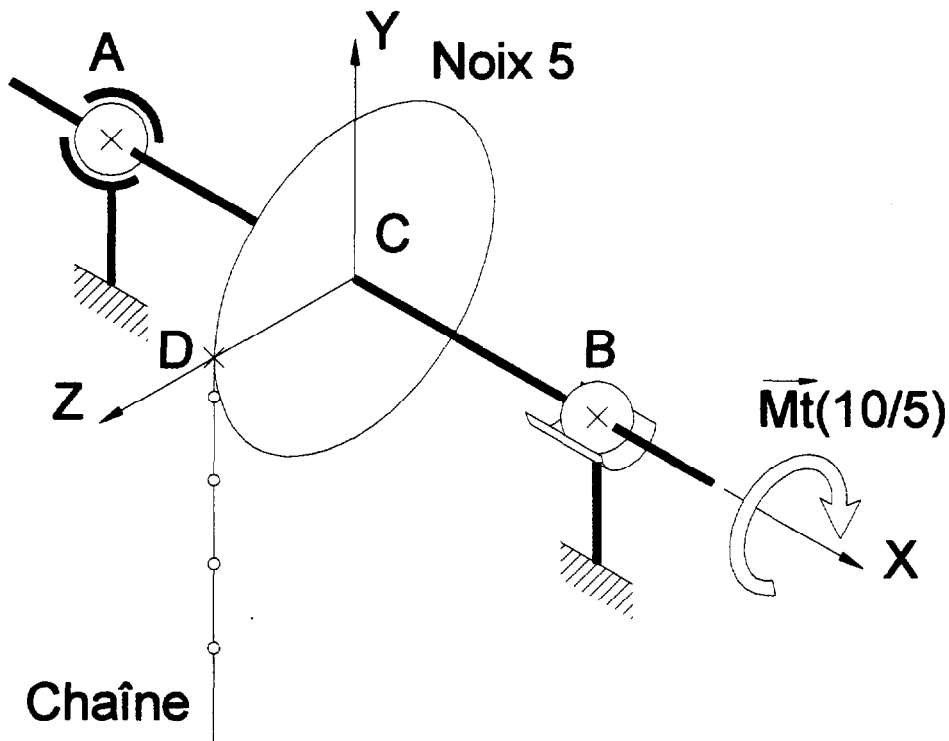
2-1 Isoler la charge à soulever et effectuer le bilan des actions mécaniques sous forme de torseurs (il est souhaitable de tracer une figure).

2-2 Calculer la norme a du vecteur accélération du centre de gravité de la charge \vec{a}_G (charge/ \mathcal{R}_0).

2-3 Appliquer le théorème de la résultante dynamique à la charge et calculer la tension de la chaîne pendant la phase de démarrage.

2-4 Isoler la noix 5 et effectuer le bilan des actions mécaniques en les écrivant sous forme de torseurs (utiliser le schéma ci-dessous). L'action du porte-satellite 10 sur 5 est modélisée par un vecteur-moment $\vec{M}_t(10/5)$.

Quel que soit le résultat de la question 2-3, on prendra $\| \vec{D}(\text{chaîne}/5) \| = 10\,000\text{ N}$.



2-5 Appliquer le théorème du moment dynamique autour de (O, \vec{x}) à la noix de levage 5 et en déduire la norme du vecteur-moment $\vec{M}_t(10/5)$.

2-6 Calculer alors le couple moteur en phase de démarrage.

2-7 A partir de la courbe donnant le couple de tarage du limiteur en fonction de la charge maxi à soulever pour les palans de la gamme VL5 (voir dossier ressource page 6), déterminer le couple de tarage du VL5 1004 m1.

Comparer ce couple de tarage avec le couple produit par le moteur au démarrage (question 2-6) et conclure quant au risque de glissement du limiteur pendant cette phase.

3ème Partie : VERIFICATION DES COMPOSANTS DE SECURITE A LA DESCENTE

OBJECTIFS : - Vérifier la validité du ressort de freinage
- Vérifier le non-glissement du limiteur de couple au freinage

Données :

- Le frein fonctionne (électro-aimant non actionné)
- Caractéristiques du ressort de freinage 32 :
 - matériau : 50 Cr V 4
 - module d'élasticité transversale du matériau : $G = 82000 \text{ MPa}$
 - diamètre d'enroulement de l'hélice moyenne : $D = 29,4 \text{ mm}$
 - diamètre du fil : $d = 4,3 \text{ mm}$
 - nombre de spires : $n = 6$
 - flèche : $f_{32} = 23 \text{ mm}$
- Caractéristiques du disque de freinage 30 :
 - rayon extérieur : $R = 42,5 \text{ mm}$
 - rayon intérieur : $r = 30 \text{ mm}$
 - facteur de frottement : $\mu = 0,4$
- Flèche du ressort du limiteur 35 : $f_{35} = 10 \text{ mm}$
- Caractéristiques du disque de limiteur 28 :
 - rayon extérieur : $R = 34 \text{ mm}$
 - rayon intérieur : $r = 22 \text{ mm}$
 - facteur de frottement : $\mu = 0,4$
- Couple nominal du moteur électrique : $C_n = 5,6 \text{ Nm}$

Références : - Dossier ressource page 5

TRAVAIL DEMANDE : répondre sur copie

3-1 Pour obtenir un arrêt rapide de la charge, le couple de freinage doit être égal au couple nominal du moteur augmenté de 30% (donnée constructeur). Calculer ce couple.

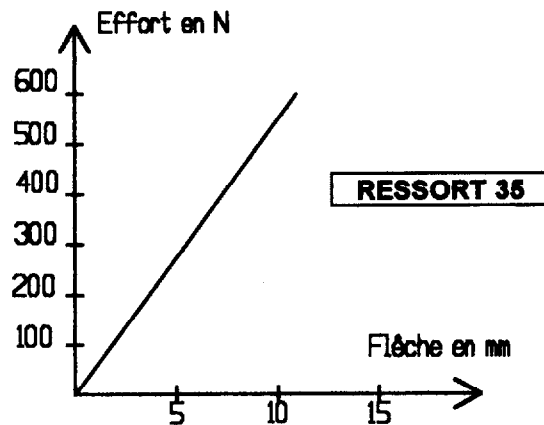
A partir du formulaire sur les disques de friction (voir dossier ressource page 5), calculer l'effort axial \vec{F} nécessaire pour obtenir le couple de freinage précédent.

→ **3-2** En utilisant les caractéristiques du ressort de freinage 32, calculer l'effort presseur R 32/33 exercé par ce ressort (voir dossier ressource page 5).

Comparer cet effort presseur à \vec{F} et conclure quant à la validité du ressort 32.

3-3 Calculer l'effort presseur total des deux ressorts 35 et 32 agissant en même temps sur le disque de limiteur 28 en phase de freinage. Pour le ressort de limiteur 35 on utilisera la courbe de la page suivante donnant l'effort en fonction de la flèche.

→ On prendra $R \text{ 32/33}$ $|| = 540 \text{ N}$, quelque soit la réponse à la question 3-2.



3-4 Calculer alors le couple transmissible par le limiteur en phase de freinage (voir dossier ressource page 5).

3-5 Comparer le couple de freinage (question 3-1) au couple transmissible par le limiteur et conclure quant au risque de glissement possible du limiteur pendant cette phase.

4ème Partie : CARACTERISATION DE L'ARBRE DE TRANSMISSION DU PALAN

OBJECTIF : - Vérifier la validité de l'arbre de transmission

Données :

- Couple maxi sur l'arbre 2 : $C_{\max} = 7,3 \text{ Nm}$
- Caractéristiques de l'arbre 2 :
 - diamètre mini de l'arbre (à fond de cannelures) : $\varnothing_{2 \text{ mini}} = 7,5 \text{ mm}$
 - matériau : 35 Cr Mo 4
 - contrainte tangentielle de limite élastique : $\tau_e = 770 \text{ Mpa}$
 - module d'élasticité transversale du matériau : $G = 82000 \text{ MPa}$
 - coefficient de sécurité adopté par le constructeur : $s = 5$
 - angle limite pour un **arbre de torsion** : $\alpha_{\text{limite}} = 10 \text{ à } 15^\circ/\text{mètre}$
 - coefficient de concentration de contraintes due à la présence de cannelures aux extrémités de l'arbre : $kt_0 = 1,2$

Références : - Dossier technique

TRAVAIL DEMANDE : répondre sur copie

4-1 Ecrire la condition de résistance de l'arbre 2 à la torsion. En déduire le diamètre minimum de cet arbre. Valider le diamètre mini d'arbre retenu par le constructeur.

4-2 Calculer l'angle unitaire de torsion de l'arbre 2 (en degrés/mètre). On prendra comme diamètre moyen de l'arbre : $\varnothing_2 = 11 \text{ mm}$.

4-3 L'utilisation de l'arbre 2 comme un **arbre de torsion** a été envisagée par le constructeur, dans le but d'amortir les à-coups de fonctionnement du palan.

Il s'est avéré que cette solution engendrait des vibrations importantes conduisant à la rupture de la chaîne.

Justifier que l'arbre actuel choisi par le constructeur ne présente pas de risque dans ce domaine.

FORMULAIRE :

$$\tau = \frac{Mt}{\left(\frac{I_0}{v}\right)}$$

$$\theta = \frac{Mt}{G \cdot I_0}$$

5ème Partie : CARACTERISATION DE LA SECURITE AU NIVEAU DE LA SUSPENSION

OBJECTIF : -Localiser les zones à risques (les plus sollicitées) sur les bretelles d'accrochage du palan.

- L'étude proposée a pour support une des deux bretelles d'accrochage du palan sur le chariot de translation (voir dossier ressource page 7).
- On se propose d'étudier la résistance de cette pièce qui a une importance fondamentale pour la sécurité des biens et des personnes.
- Sa forme complexe nous conduit naturellement vers l'utilisation d'un logiciel de calculs par éléments finis de type **RDM le Mans**.

Données :

- Charge d'épreuve : $F = 25000 \text{ N}$
- Le poids de la pièce est négligée par rapport à la charge d'épreuve
- La variation de température est également considérée comme négligeable
- L'étude est effectuée en contraintes planes car la pièce a une épaisseur constante : $e = 6 \text{ mm}$
- Matériau des deux bretelles : acier d'usage courant S 235 (E 24) de limite élastique mini $R_e = 235 \text{ MPa}$

Références :

- Dossier ressource pages 7, 8, 9
- Document réponse n° 5

TRAVAIL DEMANDE :

5-1 On désire modéliser le problème en vue du traitement avec RDM Le Mans.

Pour cela, on vous demande de choisir la modélisation la mieux adaptée au problème réel :

- pour les liaisons
- pour les charges

Pour chaque cas, justifier votre choix en quelques mots (dossier ressource pages 7 et 8).

Document réponse n° 5.

5-2 Interpréter les résultats fournis par le logiciel à l'issue du calcul (dossier ressource page 9), pour cela :

- Entourer les zones critiques sur la silhouette de la pièce du **document réponse n° 5**.

- Relever la valeur de σ_{max} résultant du calcul et comparer à la valeur de la limite élastique du matériau ; en déduire le coefficient de sécurité s par rapport à cette limite élastique.

Document réponse n° 5.

- Proposer une solution simple pour améliorer la marge de sécurité sans modifier la forme générale de la pièce.

Document réponse n° 5.