Réducteur roue et vis sans fin

1 Présentation

Le réducteur roue et vis sans fin défini partiellement sur le Document Réponse (échelle 1) est utilisé dans la chaîne d'énergie d'un monte charge. La charge (200 kg max.) est déplacée par une chaîne liée à la noix (de ⌀100 mm), reliée à l'arbre de sortie du réducteur.

Ce réducteur se compose d'un mécanisme de transmission par roue et vis sans fin. La vis sans fin constitue l'entrée du réducteur, l'arbre de sortie est relié à la roue dentée.

Objectif

Vous êtes ingénieur en bureau d'études (stagiaire, probablement...), et vous devez proposer une conception de ce mécanisme

2 Liste d'exigences (partielle)

- le carter principal, les boîtiers et les couvercles éventuels seront en fonte moulée au sable par gravité,
- la géométrie retenue pour le carter principal privilégie une solution de type « forme extérieure au plus simple » au dépend des formes intérieures,
- le carter principal est fixé sur un support (plan défini sur le Document Réponse) par une liaison plane par adhérence sans centrage. 4 trous de passage ⌀10 mm seront à prévoir, les formes de la semelle du carter principal seront à définir,
- la lubrification des liaisons pivot et engrènement est réalisée par graissage. L'étanchéité du mécanisme sera étudiée par la suite et sera représentée sur le dessin d'ensemble (il n'est pas demandé de représenter le couvercle permettant de réaliser l'étanchéité du coté droit du carter).

3 Travail demandé

3.1 Avantages/Inconvénients

Question 1 Quel est l'intérêt, par rapport aux autres systèmes de transmission classique (engrenages à axes parallèles, engrenages coniques, poulies/courroie...), de réaliser la transmission de puissance par un système roue et vis sans fin dans ce réducteur ? Quels sont les inconvénients de cette solution ?

3.2 Étude des liaisons encastrement

3.2.1 Liaison noix/arbre de sortie

Cette liaison est réalisée par :

- un centrage long ⌀28 mm avec arrêt en rotation par cannelures,
- la mise en positon axiale de la noix par rapport à l'arbre de sortie est à définir,
- le maintien en position est réalisé par une vis H de ⌀10 mm placée dans un trou non débouchant taraudé situé en bout de l'arbre (coupe partielle à définir).

Question 2 Définir la mise en position axiale de la noix et compléter, sur le Document Réponse, la représentation de sa liaison encastrement avec l'arbre de sortie en respectant les points précédents.

3.2.2 Liaison moyeu/arbre de sortie

Le moyeu est une pièce intermédiaire située entre l'arbre de sortie et la roue en contact avec la vis sans fin. Cette pièce intermédiaire permet d'effectuer des opérations de maintenance sur la roue dentée sans la nécessité de démonter complètement la liaison pivot. Cette liaison est réalisée par :

- un centrage long ⌀30 mm avec arrêt en rotation par clavette (à définir),
- la mise en positon axiale sera réalisée à l'aide d'une entretoise reposant sur le roulement de droite,
- le maintien en position est réalisé par un écrou SKF avec rondelle à encoches (fiabilité augmentée et gain de place par rapport à un écrou H).

Question 3 Déterminer la valeur numérique du couple maximal de sortie.

Question 4 En déduire le dimensionnement de la clavette afin de respecter le critère au matage (Matériau de la clavette : C30 avec pression admissible $p_{adm} = 100\,\text{MPa}$).

Question 5 Compléter, sur le Document Réponse, la représentation de la liaison encastrement entre l'arbre de sortie et le moyeu en respectant les points précédents.

3.2.3 Liaison moyeu/roue dentée

Cette liaison est réalisée par :

- un appui plan et centrage court de ⌀88 mm,
- la mise en positon radiale sera assurée par un pion ou pied de positionnement dont la position est repérée sur le Document Réponse,
- le maintien en position est réalisé par adhérence ($f = 0,15$) au niveau de l'appui plan par l'intermédiaire de vis de serrage de type CHC de ⌀6 mm et de classe de qualité 4.8.

Question 6 Déterminer le nombre de vis à mettre en place pour assurer la transmission des actions mécaniques (voir document en Annexe pour les éléments de dimensionnement des vis).

Question 7 Compléter, sur le Document Réponse, la représentation de la liaison encastrement entre le moyeu et la roue dentée en respectant les points précédents.

3.3 Étude de la liaison pivot arbre de sortie/carter principal

Question 8 A partir de l'étude de la charge, préciser quelle bague doit être montée serrée ?

Question 9 Proposer les ajustements en conséquence et indiquer les sur le Document Réponse pour chacun des roulements.

Question 10 Proposer un schéma technologique de la réalisation de la liaison pivot en faisant apparaître les arrêts en translation.

La solution retenue doit privilégier le montage le plus simple tout en prenant en compte la réalisation de l'étanchéité d'une lubrification à la graisse des roulements.

Question 11 Compléter, sur le Document Réponse, la représentation de la liaison pivot et définir complètement les formes géométriques du carter principal en respectant les points du cahier des charges partiel.

Question 12 Quel nom donne-t-on à la forme géométrique repérée A sur le plan d'ensemble du réducteur ? Quel est son rôle ?

4 Annexe - Éléments de dimensionnement des vis

4.1 Classes de qualité des vis et des écrous

La classe de qualité des vis et des écrous est symbolisée par deux nombres S.Y :

- S : correspond à la résistance minimale à la rupture par traction R_r (en MPa) divisée par 100,
- Y : représente 10 fois le rapport entre la limite minimale d'élasticité R_e (en MPa) et la résistance minimale à la rupture par traction R_r (en MPa).

4.2 Calcul des charges supportées par les vis et boulons

La charge de traction F supportée par la partie filetée de la tige est telle que :

$$F_{max} = 0,9.R_e.S_{eq} \qquad \text{(formule approchée)}$$

marquage des têtes	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
classes de résistance	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
limite élastique R_e N/mm² ou MPa	180	240	320	300	400	480	640	720	900	1 080
limite à la rupture R_r N/mm² ou MPa	330	400	420	500	520	600	800	900	1 040	1 220
A%	25	22	14	20	10	8	12	10	9	8

S.Y $R_e = R_r \times \frac{Y}{10}$ (en N/mm²) $R_e = S \times Y$ (daN/mm²) $R_r \simeq 100 \times S$ (en N/mm²) S.Y vis CHc 5.8

avec :

- R_e la limite minimale d'élasticité (en MPa),
- S_{eq} la section résistante de la tige filetée (voir tableau ci-dessous pour quelques valeurs),
- 0,9 le taux de charge de 90% (marge de sécurité de 10%).

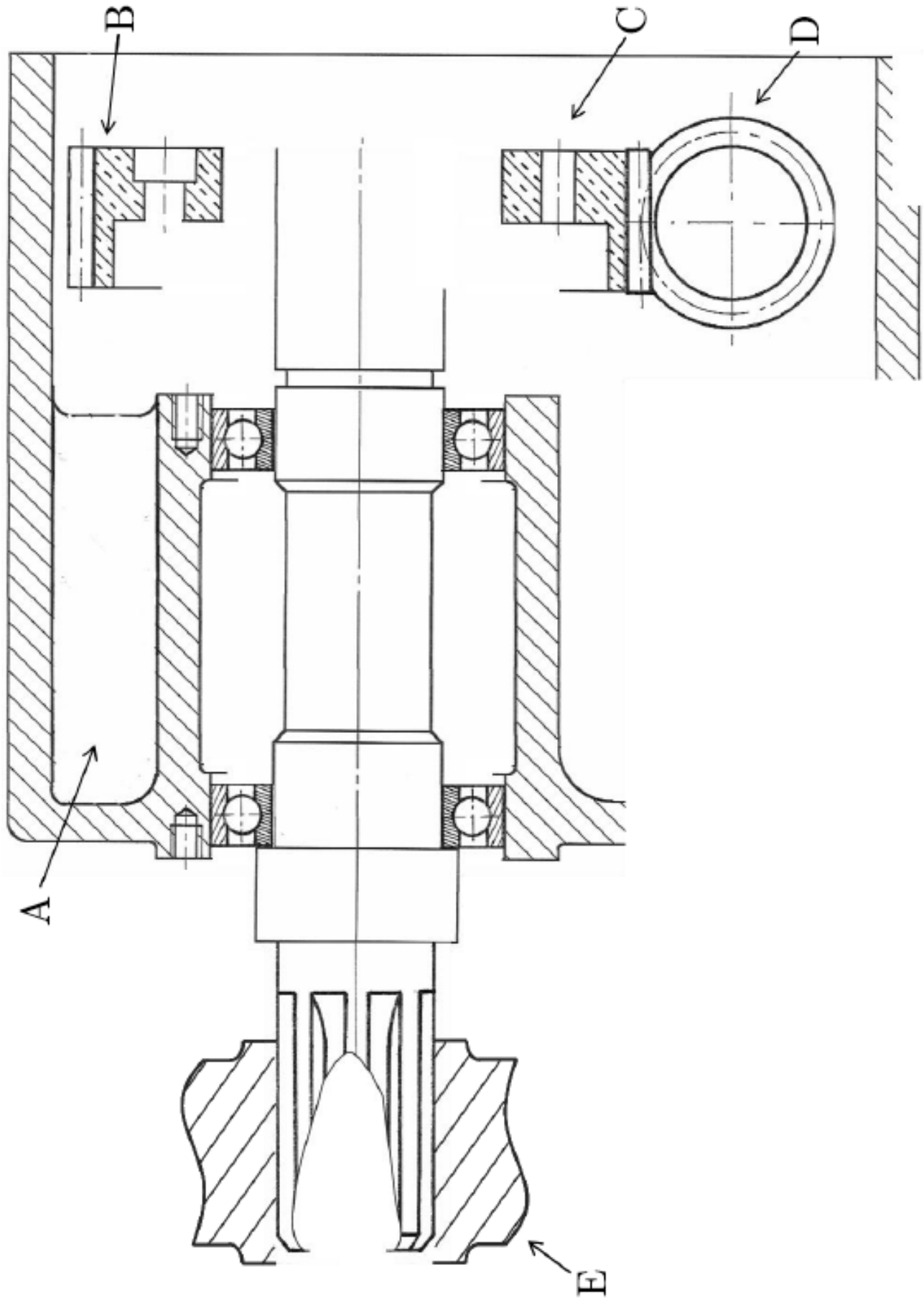
Filetage métrique à pas gros (extrait)

d (mm)	pas gros	S_{eq} en mm² section résistante	D_1 (mm)	$D_2 = d_2$ (mm)	d_3 (mm)	pas fins recommandés
1	0,25	0,460	0,729	0,838	0,693	
(1,1)	0,25	0,588	0,829	0,938	0,793	
1,2	0,25	0,732	0,929	1,038	0,893	
(1,4)	0,30	0,983	1,075	1,205	1,032	0,2
1,6	0,35	1,27	1,221	1,373	1,171	0,2
(1,8)	0,35	1,70	1,421	1,573	1,371	0,2
2	0,4	2,07	1,567	1,740	1,509	0,25
(2,2)	0,45	2,48	1,713	1,908	1,648	0,35
2,5	0,45	3,39	2,013	2,208	1,948	0,35
3	0,5	5,03	2,459	2,675	2,387	0,35
(3,5)	0,6	6,78	2,850	3,110	2,764	0,35
4	0,7	8,78	3,242	3,545	3,141	0,5
(4,5)	0,75	11,3	3,688	4,013	3,580	0,5
5	0,8	14,2	4,134	4,480	4,019	0,5
6	1	20,1	4,918	5,350	4,773	0,75
(7)	1	28,9	5,918	6,350	5,773	0,75
8	1,25	36,6	6,647	7,188	6,466	1 - (0,75)

5 Document réponses

Sur le dessin d'ensemble (incomplet) de la page suivante, on trouvera les repères suivants :

- **A** : forme à décrire question **12**,
- **B** : roue dentée,
- **C** : axe du pion de positionnement,
- **D** : vis sans fin,
- **E** : Noix.



D'après: A. CHABERT - A. MEURDEFROID