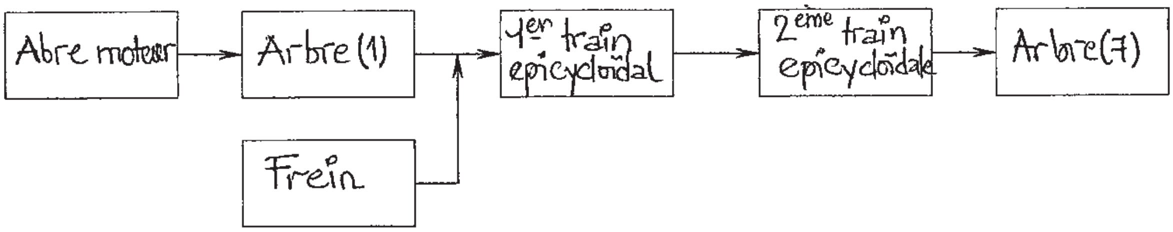
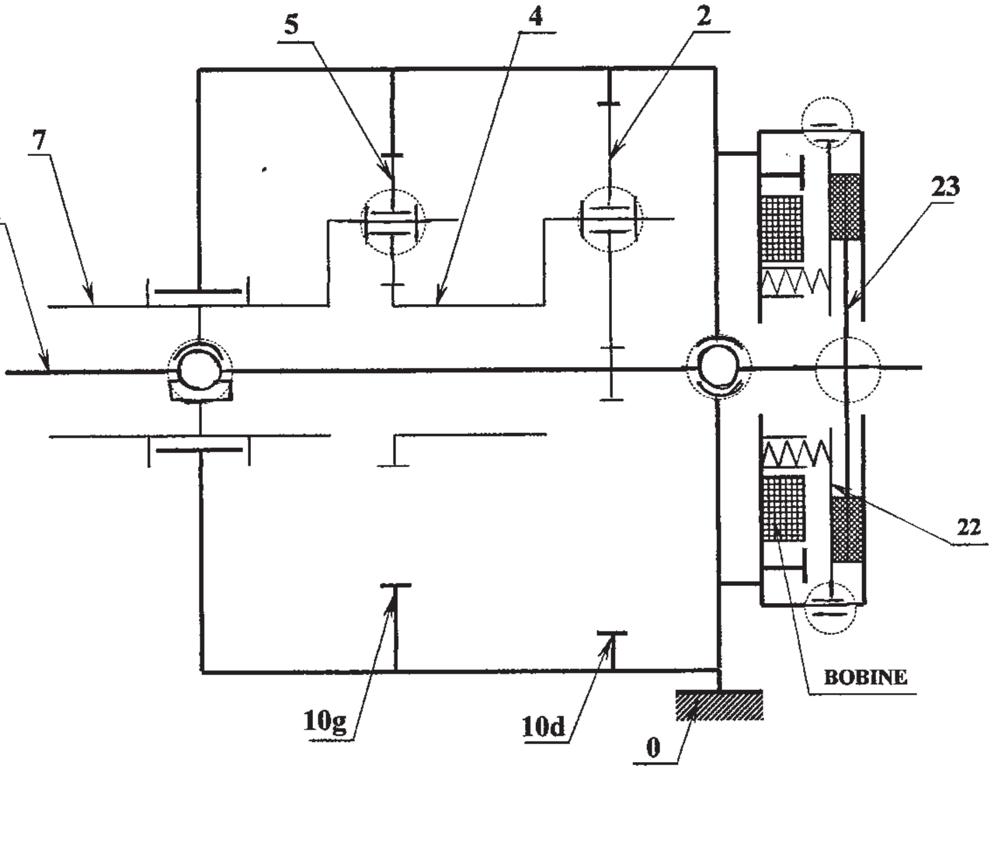
CORRECTION SUJET N°5 : REDUCTEUR-FREIN D'UN APPAREIL DE LEVAGE

Première partie: Analyse du fonctionnement

1.) En se référant au dessin d'ensemble du **document I**, compléter le diagramme fonctionnel du mécanisme.



2.) Compléter le schéma cinématique minimal du réducteur – frein de l'appareil de levage.



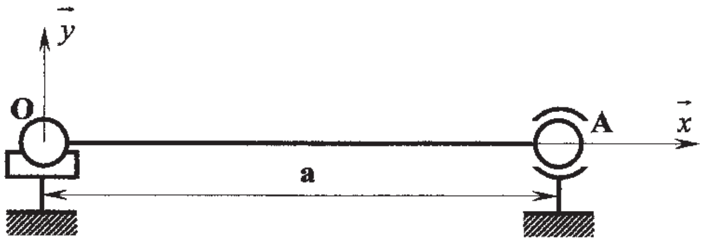
3.) Donner le rôle de la pièce **(31)**.

Eliminer la rotation de (21)

4.) Comment peut être assuré la lubrification du réducteur ?

Par graissage

5.) Le guidage en rotation de l'arbre **(7)** par rapport au bâti est réalisé par des roulements **(13)**, c'est-à-dire par deux liaisons parallèles. Par une approche statique ou cinématique démontrer qu'il s'agit d'une liaison équivalente de type pivot.



Etude statique :

$$\{\tau_1\}_O = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_1 & 0 \\ Z_1 & 0 \end{Bmatrix}_O \quad \text{et} \quad \{\tau_2\}_A = \begin{Bmatrix} X_2 & 0 \\ Y_2 & 0 \\ Z_2 & 0 \end{Bmatrix}_A$$

$$\{\tau_1\}_A = \begin{Bmatrix} 0 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{Bmatrix} \left| \begin{pmatrix} -a \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{pmatrix} \right\}_A = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_1 & aZ_1 \\ Z_1 & -aY_1 \end{Bmatrix}_A$$

$$\{\tau_{(L\,\acute{e}q)}\}_A = \{\tau_1\}_A + \{\tau_2\}_A = \begin{Bmatrix} X_2 & 0 \\ Y_1+Y_2 & aZ_1 \\ Z_1+Z_2 & -aY_1 \end{Bmatrix}_A = \begin{Bmatrix} X & 0 \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}$$

Ce torseur correspond à la laison pivot d'axe $(O, \vec{x})$.

Deuxième partie: Etude mécanique

I- Etude du réducteur.

1.) Déterminer le nombre de dents de la roue **(2)**.

Condition d'entraxe : $a_{1-2} = a_{2-10d} \Rightarrow m_{1-2}(Z_1 + Z_2) = m_{2-10d}(Z_{10d} - Z_2)$

$m_{1-2} = m_{2-10d} \Rightarrow Z_1 + Z_2 = Z_{10d} - Z_2$

$\Rightarrow Z_2 = \dfrac{Z_{10d} - Z_1}{2}$ A.N : $Z_2 = \dfrac{123 - 21}{2} = 51$ dents.

2.) Déterminer le nombre de dents de la roue **(5)**.

Condition d'entraxe : $a_{4-5} = a_{5-10g} \Rightarrow m_{4-5}(Z_4 + Z_5) = m_{5-10g}\dfrac{(Z_{10g} - Z_4)}{2}$

$m_{4-5} = m_{5-10g} \Rightarrow Z_4 + Z_5 = Z_{10g} - Z_4$

$\Rightarrow Z_5 = \dfrac{Z_{10g} - Z_4}{2}$ A.N $Z_5 = \dfrac{91 - 23}{2} = 34$ dents.

3.) Chaque train épicycloïdal comporte trois satellites disposés à 120°. Vérifier la condition de leurs montages.

* 1er train épicycloïdal : $\dfrac{Z_1}{3} + \dfrac{Z_2}{2} + \dfrac{Z_{10d}}{3} + \dfrac{Z_2}{2} = k \in \mathbb{N}$?

$\dfrac{Z_1 + Z_{10d}}{3} + Z_2 \overset{?}{=} k \in \mathbb{N}$. Alors il faut que $Z_1 + Z_{10d}$ soit multiple de 3.

$Z_1 + Z_{10d} = 21 + 123 = 144$ multiple de 3.

* 2ème train épicycloïdal :

$Z_4 + Z_{10g} = 23 + 91 = 114$ multiple de 3.

$\Rightarrow$ Pour les deux trains épicycloïdaux la condition de montage est vérifiée.

4.) Déterminer la raison basique r_{b1} du 1er train épicycloïdal.

$r_{b_1} = (-1)^1 \dfrac{Z_1 \times Z_2}{Z_2 \times Z_{10d}} = -\dfrac{Z_1}{Z_{10d}} = \dfrac{-21}{123} = -0,17$

$\boxed{r_{b_1} = -0,17}$

5.) Calculer le rapport de réduction du 1er train épicycloïdal : $r_1 = \omega_4/\omega_1$.

Formule de Willis : $r_{b_1} = \dfrac{\omega_{10.d} - \omega_4}{\omega_1 - \omega_4}$ avec $\omega_{10.d} = 0$

$\Rightarrow \omega_1 . r_{b_1} - \omega_4 . r_{b_1} = -\omega_4 \Rightarrow \omega_1 . r_{b_1} = \omega_4 (r_{b_1} - 1)$

$r_1 = \dfrac{\omega_4}{\omega_1} = \dfrac{r_{b_1}}{r_{b_1} - 1} = \dfrac{-0{,}17}{-0{,}17 - 1} = \dfrac{0{,}17}{1{,}17} = 0{,}145$

$\boxed{r_1 = 0{,}145}$

6.) Déterminer la raison basique r_{b2} du 2ème train épicycloïdal.

$r_{b_2} = (-1)^1 \dfrac{Z_4 \times Z_5}{Z_5 \times Z_{10g}} = -\dfrac{Z_4}{Z_{10g}}$

A.N : $r_{b_2} = -\dfrac{23}{91}$ $\boxed{r_{b_2} = -0{,}252}$

7.) Calculer le rapport de réduction du 2ème train épicycloïdal : $r_2 = \omega_7/\omega_4$.

$r_{b_2} = \dfrac{-\omega_{10.g} - \omega_7}{\omega_4 - \omega_7} \Rightarrow r_{b_2} . \omega_4 - r_{b_2} . \omega_7 = -\omega_7$

$\Rightarrow r_{b_2} . \omega_4 = \omega_7 (r_{b_2} - 1) \Rightarrow r_2 = \dfrac{\omega_7}{\omega_4} = \dfrac{r_{b2}}{r_{b_2} - 1}$

$r_2 = \dfrac{-0{,}252}{-0{,}252 - 1} = \dfrac{0{,}252}{1{,}252} = 0{,}2$ $\boxed{r_2 = 0{,}2}$

8.) Déduire le rapport global de réduction du réducteur : $r_g = \omega_7/\omega_1$.

$r_g = r_1 \times r_2$ A.N : $r_g = 0{,}145 \times 0{,}2$ $\boxed{r_g \simeq 0{,}03}$

9.) Déterminer la vitesse de rotation de l'arbre de sortie (7).

$r_g = \dfrac{N_7}{N_m} \Rightarrow N_7 = r_g \times N_m$ A.N : $N_7 = 0{,}03 \times 1365$

$\boxed{N_7 \simeq 40 \text{ trs/mn}}$

10.) Déterminer le couple transmis par l'arbre (7).

$\eta_g = \dfrac{P_7}{P_m} \Rightarrow P_7 = \eta_g \times P_m \Rightarrow C_7 . \omega_7 = \eta_g . P_m$

$\Rightarrow C_7 \times \dfrac{\pi . N_7}{30} = \eta_g \times P_m$

$$C_7 = \frac{30 \times \eta_g \times P_m}{\pi \times N_7} = \frac{30 \times (0{,}95)^2 \times 5.10^3}{\pi \times 40}$$

$$\boxed{C_7 = 1077{,}28 \ N.m}$$

II- Etude de frein.

1.) Indiquer le type de frein utilisé.

Frein à disque à contact axial.

2.) Décrire le fonctionnement du frein pour les deux phases de freinage et non –freinage, et pour chaque phase préciser la nature de commande. Faire deux schémas représentant les deux phases.

Phase de freinage

si la bobine n'est pas excité les ressorts (25) excercent un effort presseur sur (22) pour bloquer le disque (23) ⇒ freinage de (1) à commande mécanique

Phase de non - freinage

si la bobine est excité l'effort d'attraction magnétique tire (22) le disque (23) est libéré ⇒ commande éléctromagnétique

Schéma :phase de freinage

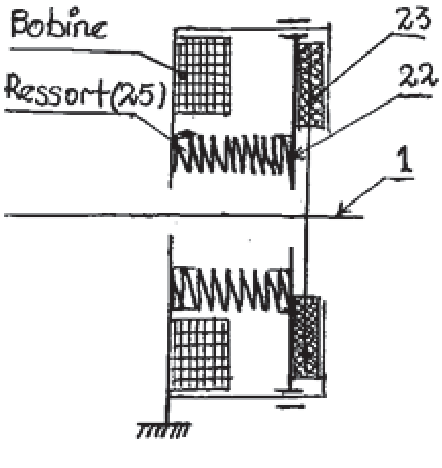
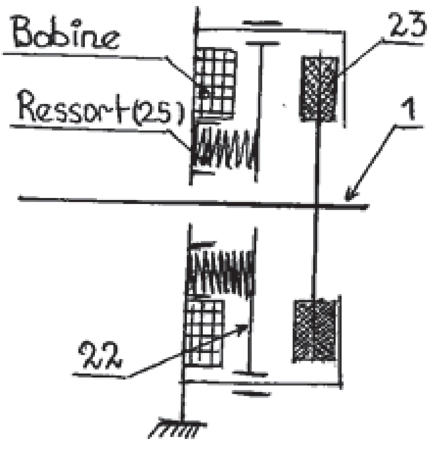


Schéma :phase de non- freinage



3.) Déterminer l'effort de freinage pour un couple de freinage $C_f = 35\ N.m$.

$$\mathcal{C}_f = \frac{2}{3} f \times N \times \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \times n_s$$

$$N = \frac{3}{2}\, \mathcal{C}_f \times \frac{R^2 - r^2}{R^3 - r^3} \times \frac{1}{f \times n_s}$$

A.N : $N = \frac{3}{2}\, 35.10^3 \times \frac{95^2 - 60^2}{95^3 - 60^3} \times \frac{1}{0{,}2 \times 2} = 1110\ N$

4.) Déterminer le nombre minimal n_r des ressorts **(25)** pour appliquer cet effort.

Condition de résistance : $\frac{8 \times F_{/ressort} \times D}{\pi \cdot d^3} \leq \tau_{max.ad}$

avec $F_{/ressort} = \frac{N}{n_{ressort}} \Rightarrow \frac{8 \times N \times D}{\pi \cdot d^3 \times n_r} \leq \tau_{max.ad}$

$\Rightarrow n_r \geq \frac{8 \times N \times D}{\pi d^3 \times \tau_{max.ad}}$ $n_r \geq \frac{8 \times 1110 \times 10}{\pi \times 2^3 \times 800}$

$n_r \geq 4{,}41 \Rightarrow \boxed{n_r = 5 \text{ ressorts}}$

5.) Vérifier les surfaces frottantes du disque **(23)** à la pression de contact.

$p_{max} = \frac{N}{\pi (R^2 - r^2)} = \frac{1110}{\pi (95^2 - 60^2)} = 0{,}061\ MPa$

Or $p_{max \cdot ad} = 0{,}6\ MPa$ $p_{max} < p_{max \cdot ad}$

$\Rightarrow$ les surfaces frottantes du disque (23) sont vérifiées à la pression de contact.