

CORRECTION SUJET N°2 : EXAMEN JANVIER 2014

Première partie: Analyse du fonctionnement

1.) Compléter le diagramme fonctionnel du mécanisme.



2.) Donner le rôle des pièces suivantes :

- a- Tige (7) : Déplacer l'armature mobile (14) vers la droite pour assurer l'embrayage
- b- Clavette (9) : Guider en translation (14) et lier en rotation (14) et (21)

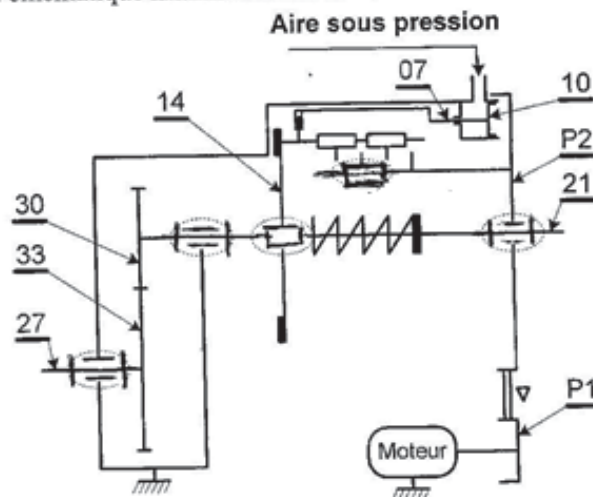
3.) Donner le type et la nature de commande de l'embrayage utilisé.

Embrayage multidisques à commande hydraulique.

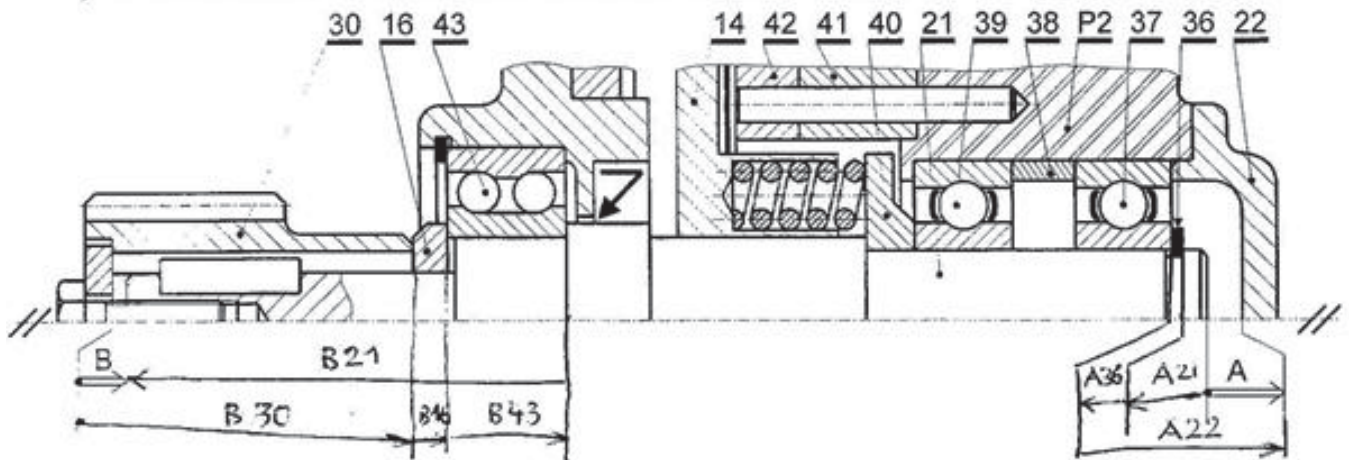
4.) Décrire le fonctionnement du frein et préciser la nature de sa commande.

En absence d'huile sous pression les ressorts (35) déplacent l'armature (14) vers la gauche pour s'appliquer contre la pièce fixe (14) → le freinage est réalisé, commande mécanique.

5.) Compléter le schéma cinématique minimal relatif au système étudié :



6.) Tracer les chaînes de cote minimale relative aux conditions A et B.



Deuxième partie: Etude mécanique

I- Calculs de transmission :

1.) Calculer la puissance transmise par la poulie P₂. (P_{P2})

$$\eta_1 = \frac{P_{P2}}{P_m} \Rightarrow P_{P2} = \eta_1 \times P_m$$

A.N.: $P_{P2} = 0,95 \times 3 = 2,85 \text{ Kw}$ $P_{P2} = 2,85 \text{ Kw}$

2.) Calculer la vitesse de rotation de la poulie P₂. (N_{P2})

$$i_{S1/S2} = \frac{N_{P2}}{N_{S1}} = \frac{N_{P2}}{N_m} \Rightarrow N_{P2} = i_{S1/S2} \times N_m$$

A.N.: $N_{P2} = \frac{D_{S1}}{D_{P2}} \times N_m = \frac{36}{68} \times 1450 = 725 \text{ tris/min}$

3.) Déduire le couple transmis par la poulie P₂. (C_{P2})

$$C_{P2} = \frac{30 \times P_{P2}}{\pi \times N_{P2}}$$

A.N.: $C_{P2} = \frac{30 \times 2,85 \times 10^3}{\pi \times 725}$

$C_{P2} = 37,53 \text{ N.m}$

4.) Calculer la puissance transmise par l'arbre de sortie (27). (P₂₇)

$$\eta_2 = \frac{P_{27}}{P_{P2}} = \frac{P_{27}}{P_{P2}} \Rightarrow P_{27} = \eta_2 \times P_{P2}$$

A.N.: $P_{27} = 0,95 \times 2,85$ $P_{27} = 2,707 \text{ Kw}$

5.) Calculer la vitesse de rotation de l'arbre de sortie (27) (N_{27})

$$\frac{N_{27}}{Z_{27}} = \frac{Z_{30}}{Z_{33}} = \frac{N_{27}}{N_{21}} \Rightarrow N_{27} = N_{21} \times \frac{Z_{30}}{Z_{33}} \quad (N_{21} = N_{23})$$

$$N_{27} = \frac{34}{96} \times 725 \quad \boxed{N_{27} = 256,77 \text{ trs./min}}$$

6.) Vérifier que le couple transmis par l'arbre de sortie (27) est $C_{27} \approx 101 \text{ N.m}$

$$C_{27} = \frac{30 \times P_{27}}{N_{27}} \quad C_{27} = \frac{30 \times 2707}{256,77}$$

$$C_{27} = 100,673 \text{ N.m} \Rightarrow \boxed{C_{27} \approx 101 \text{ N.m}}$$

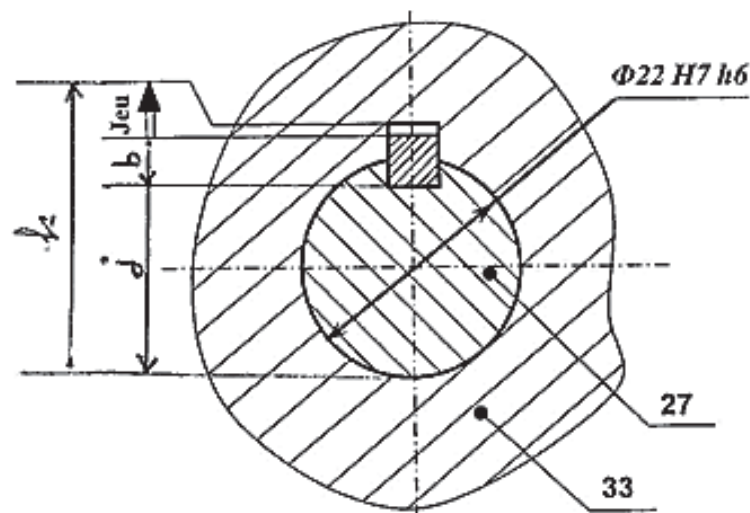
7.) Calcul de clavette.

La liaison en rotation entre l'arbre (27) et la roue dentée (33) est réalisée par une clavette parallèle ordinaire de forme A ou plus.

Le calcul de la résistance des matériaux à donner que le diamètre de l'arbre (27) soit $d \geq 18,53 \text{ mm}$.

Le choix du diamètre de l'arbre au niveau de la roue dentée est : $d = 22 \text{ mm}$.

7-1 : Tracer la chaîne de cote relative à la condition Jeu.



7-2 : Déterminer les cotes tolérancées suivantes :

$$a = \dots 6 \text{ h9} \dots ; b = \dots 6 \text{ h9} \dots ; j = \dots 18,5 \text{ } ^{-9} \dots \text{ et } k = \dots 24,8 \text{ } ^{+9} \dots$$

$$= \dots 6 \text{ } ^{-0,03} \dots = \dots 6 \text{ } ^{-0,03} \dots$$

7-3 : Calculer Jeu max et Jeu min :

$$\begin{aligned} \text{Jeu}_{\max} &= k_{\max} \cdot (b_{\min} + j_{\min}) \\ &= 24,9 \cdot (5,77 + 1E,4) \\ &= 9,53 \text{ mm} \\ \text{Jeu}_{\min} &= k_{\min} \cdot (b_{\max} + j_{\max}) \\ &= 24,8 \cdot (6 + 1E,5) \\ &= 9,30 \text{ mm} \end{aligned}$$

7-4 : Calculer la longueur de la clavette, sachant que $p_{\max,ad} = 80 \text{ MPa}$.

$$\begin{aligned} p_{\max} &\leq p_{\max,ad} \quad \text{avec} \quad p_{\max} = \frac{F_E}{\frac{b}{2} \cdot L} = \frac{2 \cdot \bar{F}_E}{b \cdot L} \\ \text{or} \quad \bar{F}_E &= \frac{2 \cdot E \cdot \delta}{22 \times 10^{-3}} \Rightarrow \frac{4 \cdot E \cdot \delta}{22 \times 10^{-3}} \leq p_{\max,ad} \Rightarrow L \geq \frac{4 \cdot E \cdot \delta}{d \cdot b \cdot p_{\max,ad}} \\ \Rightarrow L &\geq \frac{4 \times 207 \times 10^9}{38,25 \times 10^{-3}} \end{aligned}$$

7-5 : La longueur du logement de la roue dentée (33) est de 23 mm, proposer une solution suivant la longueur de la clavette :

On choisit deux clavettes avec $L \leq 23 \text{ mm}$.

II- Etude de l'embrayage-frein :

1) Déterminer l'effort presseur d'embrayage N_{emb} , pour transmettre C_{P2}

$$\begin{aligned} N_{emb} &= \frac{3}{2} \times E_{P2} \times \frac{R^2 - r^2}{R^3 - r^3} \times \frac{1}{n_s \times f} \quad n_s = 4 \text{ surfaces} \\ \text{A.N:} \quad N_{emb} &= \frac{3}{2} \times 37,53 \cdot 10^3 \times \frac{56^2 - 41^2}{56^3 - 41^3} \times \frac{1}{9,2 \times 4} = 959,61 \text{ N} \\ \boxed{N_{emb} = 959,61 \text{ N}} \end{aligned}$$

2) Déterminer l'effort presseur de freinage N_f sachant que $C_f = 47 \text{ N.m}$

$$\begin{aligned} N_f &= \frac{3}{2} \times E_f \times \frac{R^2 - r^2}{R^3 - r^3} \times \frac{1}{f} \\ N_f &= \frac{3}{2} \times 47 \cdot 10^3 \times \frac{60^2 - 47^2}{60^3 - 47^3} \times \frac{1}{0,35} = 2493 \\ \boxed{N_f = 2493 \text{ N}} \end{aligned}$$

3) Vérifier la surface frottante du frein à la pression de contact.

$$p = \frac{N_f}{S} = \frac{N_f}{\pi(R_2^2 - R_1^2)} = \frac{2458}{\pi(66^2 - 47^2)} = 0,57 \text{ MPa}$$

$p < p_{\text{max adm}} \Rightarrow 0$ La surface frottante est vérifiée à la pression de contact.

4.) Calcul de ressort.

L'effort presseur sur le disque de freinage est obtenu par 3 ressorts hélicoïdaux. (35) Cet effort presseur permet une déformation total de ressort : $f_{\text{total}} = 15\text{mm}$.

Les ressorts sont de caractéristiques mécaniques identiques avec :

$$\tau_{\text{Max adm}} = 700 \text{ MPa}; \quad G = 80.10^3 \text{ N/mm}^2$$

Caractériser le ressort.

Condition de résistance:

$$\tau_{\text{max}} \leq \tau_{\text{max adm}}$$

$$\frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi d^3} \leq \tau_{\text{max adm}} \Rightarrow D \leq \frac{\tau_{\text{max adm}} \cdot d^3}{8 \cdot F}$$

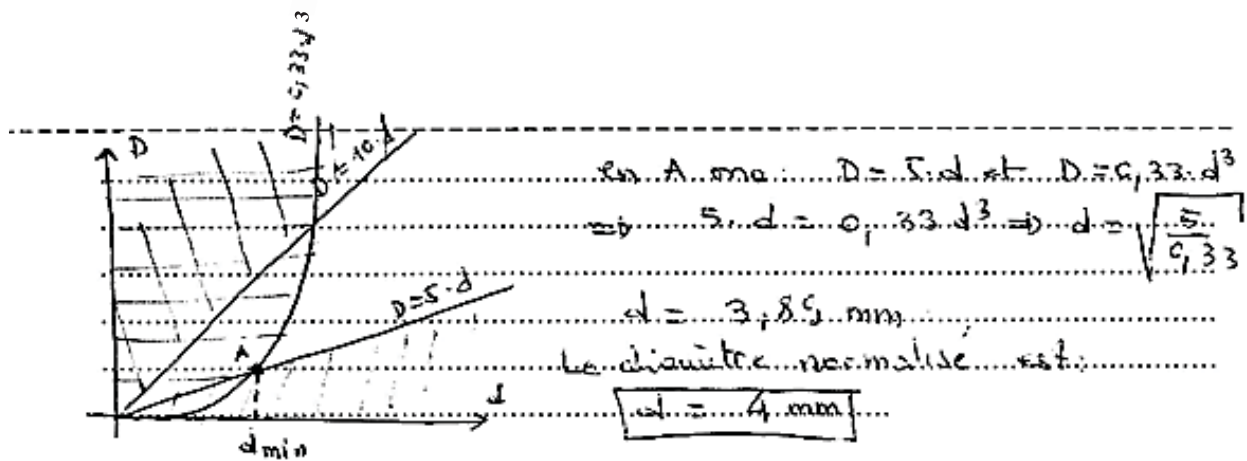
$$\text{avec } F = \frac{N_f}{n_r} \Rightarrow D \leq \frac{n_r \times \tau_{\text{max adm}} \cdot d^3}{8 \times N_f}$$

$$\Rightarrow D \leq \frac{\pi \times 3 \times 700 \cdot d^3}{8 \times 2458}$$

$$D \leq 0,33 \cdot d^3$$

Condition d'écroulement: $5 \leq \frac{D}{d} \leq 10$

$$\Rightarrow D \leq 10 \cdot d \text{ et } D \geq 5 \cdot d$$



d	D	D/d	$f_{\text{Max/spire}} = \frac{8.F.D^3}{G.d^4}$	Pas = $f_{\text{Max/spire}} + 1.1 d$	Pente = $\text{tg } i = \frac{\text{Pas}}{\pi D} \leq \frac{1}{8}$	$n_u = \frac{f_{\text{total}}}{f_{\text{Max/spire}}}$	$L_0 = n_u \cdot \text{Pas} + 1.5d$
4 mm	21,1 mm	5,28	$\approx 3 \text{ mm}$	7,4 mm en pente! pas = 8 mm	6,12 < 0,125	5 spires	46 mm

5) Calculer la raideur du ressort : K

$$K = \frac{F_R}{f_{\text{total}}} = \frac{N_t}{\frac{N_c}{n_c}} = \frac{2495}{3 \times 15} = 55,51 \text{ N/mm}$$

$K = 55,51 \text{ N/mm}$

6) Déterminer l'effort appliqué par un ressort sur l'armature mobile (14) en phase d'embrayage. F_R

$$F_R = K \times (f_{\text{total}} + e_r) = 55,51 \times (15 + 2) = 943,64 \text{ N}$$

$F_R = 943,64 \text{ N}$

7) Déduire l'effort appliqué sur le piston (10), pour assurer l'embrayage. F_{piston}

$$F_{\text{piston}} = 3 \times F_R + N_{\text{emb}} = 3 \times 943,64 + 955,61 = 3790,62 \text{ N}$$

$F_{\text{piston}} = 3790,62 \text{ N}$

8) Déterminer la pression d'huile. P en [bar].

$$p = \frac{F_{\text{piston}}}{\pi(R^2 - r^2)} = \frac{3790,62}{\pi(67^2 - 47^2)} = 0,529 \text{ MPa}$$

$p = 5,29 \text{ bar}$