



Université Echahid Hama Lakhder d'EL-OUED

Faculté de la Technologie

Département de Génie Mécanique



Coures Eléments des machines

Licence Académique

Génie Mécanique

Spécialité : *Maintenance industrielle*

Enseignant : BOUSBIA.S.S

Licence Académique

Génie Mécanique

Spécialité : *Maintenance industrielle*

Matière : *Eléments des machines*

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.1

Coefficient : 3, Crédits : 6

Mode d'évaluation : Contrôle continu CC : 40%, Examen : 60%

Objectifs de l'enseignement :

Fournir aux étudiants une formation scientifique et technologique dans le domaine de la mécanique et cela par la connaissance des éléments standards de machines du point de vue normalisation et fonctionnement pour la transmission de la puissance mécanique ainsi que les causes qui peuvent engendrer des défauts de fonctionnement.

Connaissances préalables recommandées :

Dessin Industriel, R.D.M., procédés de la fabrication mécanique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : fonctions mécaniques élémentaires

Définitions – Normalisation, Critères de choix d'une solution technologique, Exemple d'étude Fiabilité, Coefficient de sécurité, Ajustements.

Chapitre 2 : Les assemblages filetés

Vis, Boulons, goujons, calcul de résistance (Cisaillement, matage, flexion, serrage d'un système hyperstatique

Chapitre 3 : Assemblages non démontables

Rivetage (différents types de rivets et rivures, calcul de dimensionnement etc...)

Soudage (Différents types de soudures, Calcul des soudures : en bout, a clin, a couvre joint, cylindrique, charge dynamique etc...)

Chapitre 4 : Engrenages (Etude des caractéristiques géométriques de taillage)

Engrenage cylindrique (dentures droite et hélicoïdale), Engrenage conique (denture droite et hélicoïdale), vis sans fin.

Chapitre I Introduction et notions élémentaires

1) Introduction

1- Les éléments de machine.

Sont pièces constituant des machines des appareils outils dispositif et ayant soit la même forme soit une similaire.

2- System mécanique:

sont des ensembles de pièces assurant des fonctions

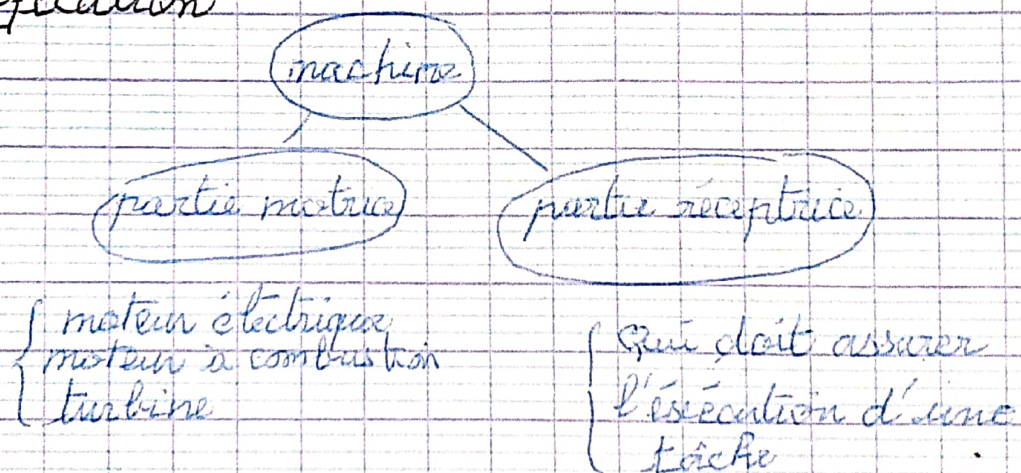
3- Construction mécanique:

C'est l'ensemble des activités technique liées à la conception de la machine

4 mécanisme

C'est un organisme de transmission du mouvement ou de puissance d'une pièce de mécanisme ou autre

5 Classification



* Elements de liaison: vis, rivets, ressorts ...

* Elements de transmission: roulements, axes, engrenages ...

* Elements de conduite de fluide: tuyaux robinets, vannes ...

6. Normes et standard technique:

une norme technique est un référentiel publié par un organisme de normalisation officiellement agréé par un état (comme AFNOR) ou traité international

comme (ISO) ⇒ (Organisation International de Normalisation).

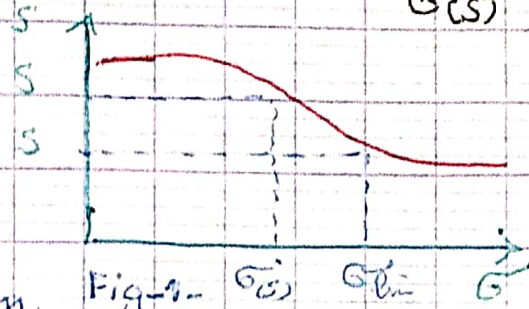
7. Coefficient de sécurité :

C'est le rapport de contrainte limitée sur la contrainte appliquée ou pratique $FS = \frac{\sigma_{lim}}{\sigma(s)}$

la courbe representant de la probabilité de résistance d'une pièce

(fiabilité) "s" en fonction

de la contrainte appliquée σ est donné dans Fig. 1



8. Fiabilité :

un system fiable lorsque la probabilité de remplir sa mission sur la durée donnée

* la fiabilité est étude des défaillances des system d'un point de vue statistique.

Chapitre II : liaison démontable (assemblage par éléments filetés)

1. Introduction

Les éléments filetés comptent parmi les organes les plus utilisés en construction des machines. un filetage est obtenu par l'exécution d'une ou plusieurs rainures hélicoïdales sur la partie externe ou interne d'une pièce cylindrique.

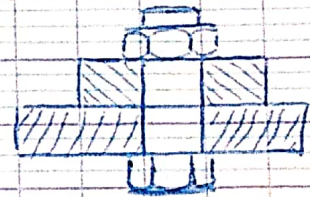
* un système boulonnerie (vis - écrou) est assuré par une liaison démontable rigide en serrant entre la tête de vis et l'écrou.

2. Utilisation d'un ensemble fileté:

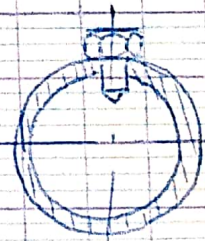
Utilisation

Figure

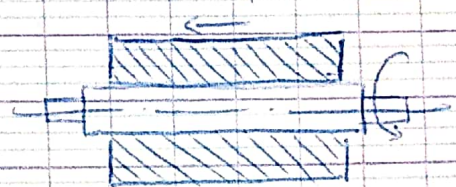
(a) assurer une liaison complète rigide démontable entre les pièces (il est par D.D.L)



(b) assurer une liaison partielle rigide (un seul D.D.L)



(c) transformer le mouvement
MR → MT



3. Caractéristiques de filetage:

Figure 1.1

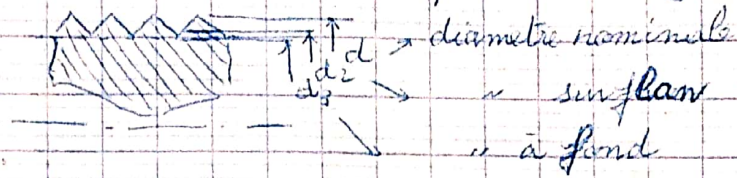
* Diamètre nominale pour vis le diamètre "d"
~ écrou ~ "D"

D.D.L
degré de liberté

M.R
mouvement de rotation

M.T
mouvement de translation

Le pas : c'est la distance entre deux points homologues
 Les diamètres



$$z = \frac{l}{p} - 1$$

z : Nombre des dents (filètes)
 l : Longueur de vis (m.m.)
 p : Le pas (m.m.)

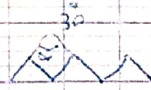
$$\frac{m \cdot h}{\pi \cdot d_2}$$

$$\tan \alpha = \frac{p}{\pi d}$$

α : l'angle de l'hélice (angle d'inclinaison)
 d_2 : diamètre nominal

4) Types des filetage :

1 type filetage triangulaire



$$d_2 = d - 0,61 \cdot p \quad d_3 = d - 0,1226 \cdot p$$

Section A équivalente d'un vis :

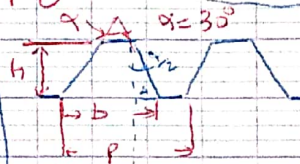
$$A = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 \Rightarrow \text{filetage triangulaire}$$

2 type filetage trapezoidal $d_2 = d - 0,5 \cdot p$

$$b = \frac{p}{2} + h$$

$$A = h \cdot \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$D = \frac{p}{2} + h \cdot \frac{\tan \frac{\alpha}{2}}{2}$$



$$h = d - d_2$$

5) Résistance des matériaux de filets (dents)

5.1 Résistance de matériaux de vis :

Contrainte de cisaillement τ ; $\tau = \frac{F}{K \cdot \pi \cdot d \cdot b \cdot z}$ (N/m^2)
 (trapezoidal)

$$\tau = \tau_s \cdot \frac{3h}{b}$$

Contrainte nominale σ ; $\sigma = \frac{3 \cdot F \cdot h}{K \cdot \pi \cdot d \cdot b^2 \cdot z}$ (N/m^2)
 F : force axiale N

$$\tau = F_s \cdot \frac{\sigma \cdot h}{\sigma_s}$$

d : diamètre nominal (mm)

b : largeur de filets (mm)

h : hauteur de filet (dent)

K : FS. (Coefficient de sécurité)

z : nombre des dents (filets)

$$\tau \leq \frac{\sigma}{K}$$

5-2 Résistance de matériaux de filets d'écrans.

$$\tau = \frac{F}{K \pi \cdot D \cdot b \cdot z}, \quad \sigma = \frac{3 \cdot F \cdot h}{K \pi \cdot D \cdot b^2 \cdot z}$$

Exercice 01)

a) Tu vis d'un filetage triangulaire avec caractéristique suivante.

$$T = 42 \times 6, \text{ longueur } l = 70 \text{ mm, } d_2 = d_3 \text{ s.p.}$$

Détermines:

- ① diamètre nominal d
- ② le pas.
- ③ Nombre de filets (dents).
- ④ d_3 lorsque $A = 307,46 \text{ mm}^2$.

b) Le même vis mais filetage trapézoïdal avec coefficient de sécurité $K_s = 2$, la hauteur de filets $h = 3 \text{ mm}$ et $F = 32150 \text{ N}$

- calculer
- ① la largeur b de filet
 - ② la contrainte de cisaillement
 - ③ la contrainte normale.

Solution

$$a) T = 42 \times 6$$

$\frac{T}{d \cdot N} \quad \text{Pas}$

$$③ z = \frac{l}{P} - 1 = \frac{70}{6} - 1 = 10,66 \text{ dents} = 10 \text{ dents}$$

$$④ A = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 = 2 \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} - d_2 = d_3 = 2 \sqrt{\frac{4 \times 307,46}{3,14}} = 35,4 =$$

$$d_3 = 32,59 \text{ mm}$$

$$II \quad b = \frac{P}{2} + h \tan \frac{\alpha}{2} = 3,80 \text{ mm}$$

$$\tau = \frac{F}{K \pi \cdot d \cdot b \cdot z} = 3,20 \text{ N/mm}^2$$

La contrainte nominale

$$\sigma = \tau \cdot \frac{3h}{b} = 7,57 \text{ N/mm}^2 \quad \text{car } 3,20 < \frac{7,57}{2} < K$$

Ex 2:

a) Lames d'un filtage trapézoïdale.

Tr 6x8, longueur $l=82$, $K=1,82$, la hauteur h , et
F force

1) Déterminez d , P , Z

2) Calculer la largeur de filets (b)

3) lorsque $\tau = 2,82 \text{ N/mm}^2$, calculez la force axiale maximale

4) Calculer la contrainte normale.

Solution:

1) $d = 62 \text{ mm}$, $P = 8$.

$$Z = \frac{l}{P} - 1 = \frac{82}{8} - 1 = 9 \text{ dents}$$

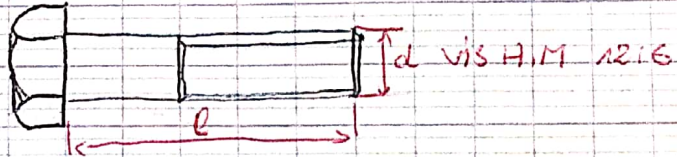
$$b = \frac{P}{2} + h \tan \alpha/2 \Rightarrow h = 62 \Rightarrow d_2 \Rightarrow d_2 = 62 + 0,5,8 = 58 \text{ mm}$$

$$h = d - d_2 = 8/2 \Rightarrow b = 5,07 \text{ mm}$$

τ

b) Désignation des boulons (assemblage vis-écrou)

a) Vis: pièce constituée d'un tige fileté sur tout ou partie de sa longueur, d , forme de filets, P forme de tête, L longueur de filtage.



Désignation

vis	H	M	10	50	83	— pas de tête
-----	---	---	----	----	----	---------------

Désignation
forme de tête

Filage métrique

diamètre longueur

$$A = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

b) Écrou: pièce torçante constituée d'un filtage intérieur de tout sa longueur, D forme d'écrou, e épaisseur de l'écrou.

Désignation

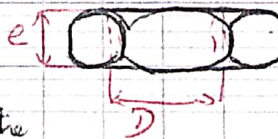
écrou	H	M	10
-------	---	---	----

Désignation
d'éléments

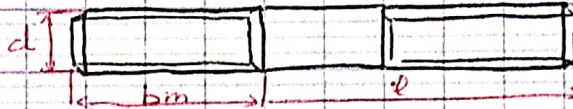
forme d'écrou

Diamètre
 D

Filage métrique



c) Graison: tige filetée, c.a.d. comportant un filetage à ses deux extrémités.



Désignation:

Graison M 10 G0 b10

Désignation d'élément
filetage métrique

diamètre

longueur

longueur d'implantation

② Calcul des éléments filetés:

7.1 Dimensionnement des éléments filetés

Considérons un assemblage par vissage de deux pièces, le serrage est assuré par la force F . cette force a une action d'un côté sur la tige de la vis et l'autre côté sur les filets

$$\left\{ \sigma = \frac{F}{S} \right\} \cdot \left\{ S = \frac{\pi d^2}{4} \right\} \cdot \left\{ K_c = 2,5 \right\}$$

S : section du moyeu de tige
 K_c : coefficient de concentration de contrainte $K_c = 2,5$ (pour des filetages)

σ : sollicitation d'extension

$$\tau = \frac{F}{S_f}$$

$$S_f = \pi d \cdot l$$

S_f : section cisaillement

τ : sollicitation de cisaillement (contrainte N/mm^2)

$$\sigma_{max} \leq \frac{R_e}{K}$$

$$\tau_{max} \leq \frac{R_{p0.2}}{K}$$

R_e : la limite élastique
 $R_{p0.2}$: résistance à la rupture
matériau fabriqué

• Valeur minimale du diamètre d_{min}

$$d_{min} = \sqrt{\frac{F \cdot K_c \cdot K}{\pi \cdot R_e}}$$

• Nombre minimale du filets: z_{min}

$$z_{min} = N = \frac{F \cdot K}{\pi \cdot d \cdot l \cdot R_{p0.2}}$$

$$z_{min} = \frac{J_{min}}{l}$$

• l'implantation minimale J_{min}

$$J_{min} = \frac{F \cdot K}{\pi \cdot d \cdot R_{p0.2}}$$

Exo 1:

vérifier la résistance à l'extension de la tige d'une vis HM 12.9C fabriquée d'un matériau dont $R_e = 240 \text{ MPa}$, et bloquée à une force 18000 daN , sachant que cette vis a visée dans un matériau dont $R_{p0.2} = 40 \text{ MPa}$

Déterminez l'implantation minimale / $K = 2$

Solution:

vérification de la résistance d'extension

$$\frac{C \cdot F}{\pi \cdot S_f} \leq S_{fs}$$

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad S = \frac{\pi d^2}{K_e} \Rightarrow S = \frac{3,14 \cdot 12^2}{2 \cdot 15} = 180,9 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\text{min}} = \frac{18000}{180,9} = 99,5 \quad \text{vérifier } \sigma_{\text{max}} \leq \frac{240}{2} = 120$$

$$99,5 \leq 120$$

$$J_{\text{min}} = \frac{18000 \cdot 2}{3,14 \cdot 12 \cdot 40} = 23,89 \text{ mm}$$

$$J_{\text{min}} = ? \Rightarrow \sqrt{\frac{F \cdot K \cdot K}{\pi \cdot R_e}} = \sqrt{\frac{18000 \cdot 2 \cdot 2}{3,14 \cdot 240}} = 10,92 \text{ mm}$$

$$\textcircled{1} z_{\text{min}} = \frac{F \cdot K}{\pi \cdot d \cdot R_{p0.2}} = \frac{18000 \cdot 2}{3,14 \cdot 10,92 \cdot 40}$$

$$\textcircled{2} z_{\text{min}} = \frac{l}{p} - A \Rightarrow z_{\text{min}} = \frac{18000 \cdot 2}{3,14 \cdot 12 \cdot \frac{40}{96} \cdot \frac{96}{2m-1}} = \frac{36000 \cdot (2m-1)}{144,59}$$

$$= 248,39 \cdot (2m-1) = 1,004$$

7.2

Serrage et desserrage:

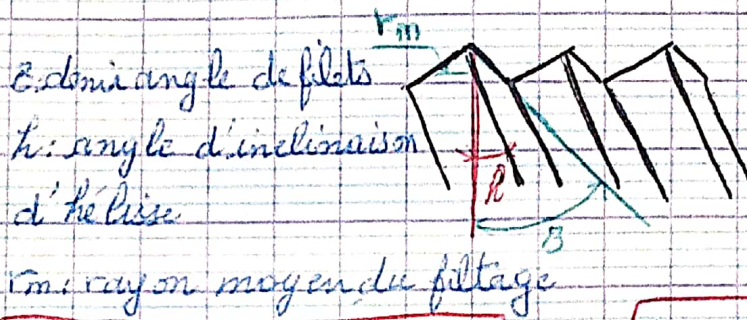
L'assemblage à l'aide des éléments filetés nécessite généralement un couple de serrage appliqué sur l'écrou ou la tête de la vis

$$C_s = C_1 + C_2$$

C_s représente le couple de serrage

C_1 : due aux efforts de frottement entre les filets

C_2 : représente le couple de serrage due aux efforts de frottement entre les pièces assemblées.



$$C_1 = F \cdot r_m \cdot \tan(h + \varphi_1)$$

$$\tan \varphi_1 = \frac{\mu_1}{\cos \beta} = \frac{\mu_1'}{\cos \beta}$$

$$\tan h = \frac{p}{\pi \cdot d}$$

$$r_m = \frac{d}{2}$$

$$C_1 = F \left(\frac{p}{2\pi} + \frac{d}{2} \mu_1' \right)$$

φ_1 : l'angle de frottement entre filets

μ_1 : Coefficient de frottement entre filets

(b)

$$C_2 = F \cdot R_m \cdot \tan \varphi_2 \quad R_m = 0,7 \cdot d$$

$$C_2 = F \cdot R_m \cdot \mu_2 \quad \tan \varphi_2 = \mu_2$$

φ_2 : angle de frottement

R_m : rayon moyen de surfaces frottement

μ_2 : coefficient de frottement

$$C_s = F \cdot \left(\frac{p}{2\pi} + \frac{d}{2} \mu_1' + R_m \mu_2 \right)$$

⊙ Couple de serrage :

$$C_d = F \cdot r_m \tan(\varphi_s - \beta)$$

$$C_d = F \cdot \left(\frac{d}{2} \mu' - \frac{p}{2\pi} \right)$$

Exon :

Déterminez le couple de serrage et de desserrage d'un vis de filtrage triangulaire : $T_r = 10,15$, en admettant que toutes les surfaces de contact sont acier-acier $\rightarrow (\mu = 0,14)$ $\alpha = 6^\circ$

* Calculer φ_s , φ_d lorsque $F = 2200 \text{ daN}$.

Solution :

$$C_s = F \left(\frac{p}{2\pi} + \frac{d}{2} \mu' + R_m \mu \right)$$

$$\mu' = \frac{\mu}{\cos \beta} = 0,16 \quad R_m = 0,7 d = 7 \text{ mm}$$

$$C_s = F \left(\frac{1,5}{2 \cdot 3,14} + 5 + 0,16 + 7 \cdot 0,14 \right) = 2,01 F$$

$$C_d = F \left(\frac{d}{2} \cdot \mu' - \frac{p}{2\pi} \right) = F \left(\frac{10}{2} \cdot 0,16 - \frac{1,5}{2 \cdot 3,14} \right)$$

$$= F(0,8 - 0,23) = 0,56 F$$