

ENGRENAGES CYLINDRIQUES A DENTURES DROITES

I. DEFINITION

Un engrenage cylindrique à denture droite est un mécanisme élémentaire composé de deux roues dentées mobiles autour d'axes de position relative invariable ; les roues sont cylindriques, les axes sont parallèles et les dentures sont droites.

II. FONCTION

Il permet de transmettre, sans glissement, un mouvement de rotation continu et la puissance entre deux arbres rapprochés.



Figure 1

III. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES D'UNE ROUE DENTEE

III. 1 Denture extérieure

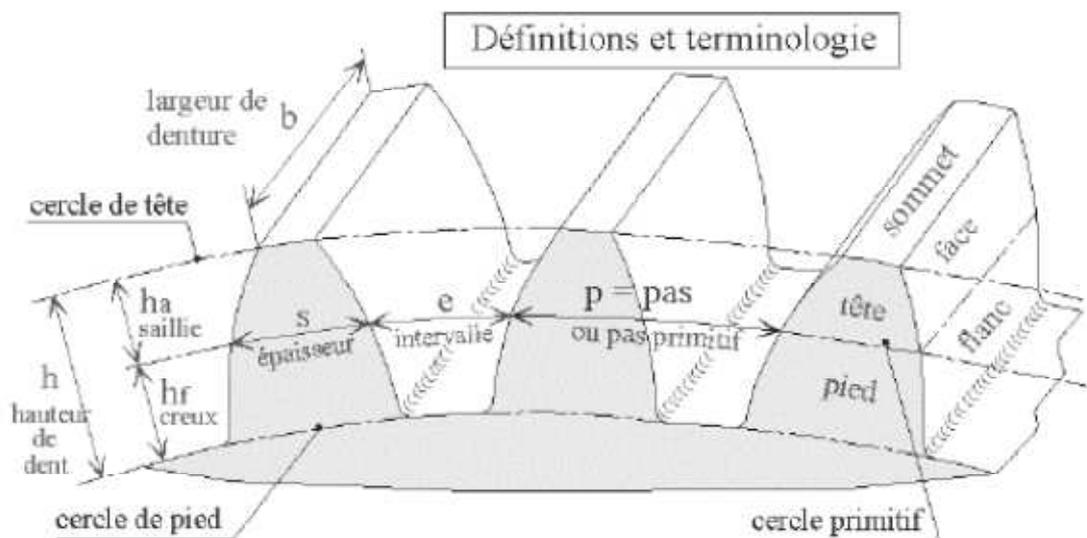


Figure 2

CONSTRUCTION MECANIQUE

Le module est le quotient du pas exprimé en millimètre par le nombre π .

La circonférence $C = 2\pi R = \pi d = Z \times P$

$$\pi d = Z \times P \Leftrightarrow d = \frac{Z \times P}{\pi}$$

$$m = \frac{P}{\pi}$$

$$d = m.Z$$

III. 2 Denture intérieure

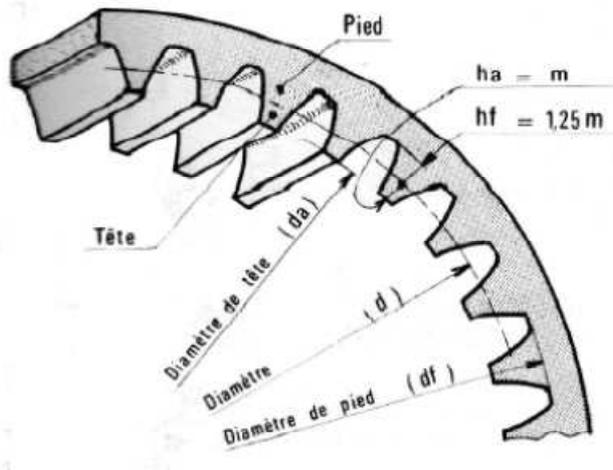


Figure 3

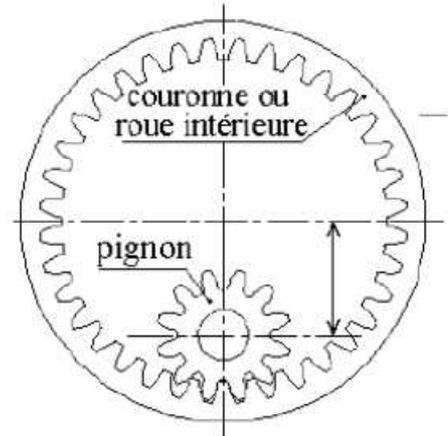


figure 4

Tableau des caractéristiques

	Engrenage extérieur	Engrenage intérieur
Module m	Déterminé par un calcul de résistance des matériaux	
Le nombre de dents Z	Déterminé à partir des rapports des vitesses	
Pas de la denture P	$P = \pi m$	
Largeur de denture b	$b = km$ (k : coefficient de largeur de denture $7 \leq k \leq 12$)	
Saillie ha	$ha = m$	
Creux hf	$hf = 1,25m$	
Hauteur de la denture h	$h = ha + hf = 2,25m$	
Diamètre primitif d	$d = m.Z$	
Diamètre de tête da	$da = d + 2.m$	$da = d - 2.m$
Diamètre de pied df	$df = d - 2,5.m$	$df = d + 2,5.m$
Entraxe a	$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}$	$a = \frac{d_1 - d_2}{2} = \frac{m(z_1 - z_2)}{2}$

$$m \geq 2,34 \sqrt{\frac{F_t}{k \times Rpe}}$$

F_t : Effort tangentiel sur la dent

k : Coefficient de largeur de denture

Rpe : résistance pratique à l'extension du matériau utilisé

Valeurs normalisées des modules

Modules normalisés (<i>m</i> en mm)			
Valeurs principales		Valeurs secondaires	
0,5	4	0,55	3,5
0,6	5	0,7	4,5
0,8	6	0,9	5,5
1,0	8	1,125	7
1,25	10	1,375	9
1,50	12	1,750	11
2,0	16	2,250	14
2,5	20	2,75	18
3	25		22

III. 3 Condition d'engrènement

La roue et le pignon doivent avoir le même module et le même pas.

IV. RAPPORT DE TRANSMISSION

L'utilisation de roues dentées de diamètres primitifs différents permet d'obtenir une modification de la fréquence de rotation de l'arbre récepteur N_r par rapport à la fréquence de rotation du moteur N_m .

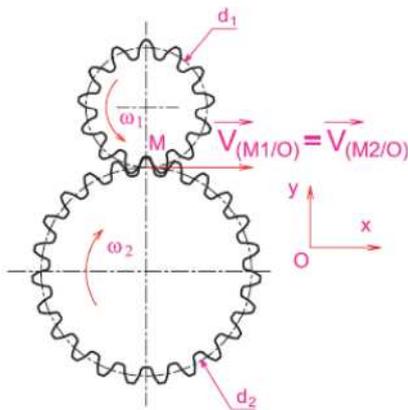


Figure 5

$$V_{(M1/O)} = V_{(M2/O)} \Leftrightarrow R_1 \omega_1 = R_2 \omega_2 \Leftrightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

Or $R_1 = \frac{d_1}{2}$ et $R_2 = \frac{d_2}{2} \Leftrightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{d_1}{d_2}$

$$d_1 = m \cdot Z_1 \text{ et } d_2 = m \cdot Z_2 \Leftrightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{m \cdot Z_1}{m \cdot Z_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$\omega_1 = \frac{2\pi N_1}{60} \text{ et } \omega_2 = \frac{2\pi N_2}{60} \Leftrightarrow \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$i = \frac{R_1}{R_2} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

V. EFFORTS SUR LES DENTURES

CONSTRUCTION MECANIQUE

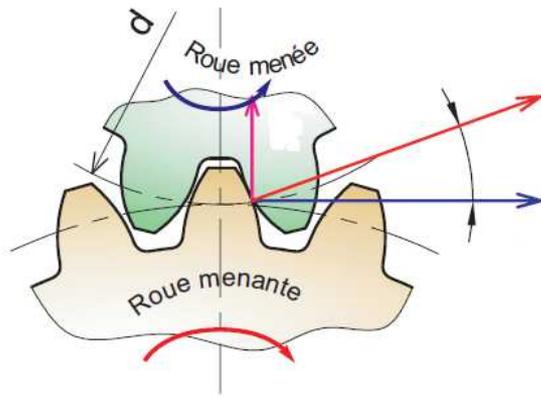


Figure 7

$$\tan \alpha = \frac{F_r}{F_t} \text{ (En général } \alpha = 20^\circ \text{)}$$

$$F_r = F_t \cdot \tan \alpha$$

$$C = F_t \times \frac{d}{2} \Leftrightarrow F_t = \frac{2C}{d}$$

$$P = C\omega \Leftrightarrow C = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{\frac{2\pi N}{60}} = \frac{60P}{2\pi N}$$

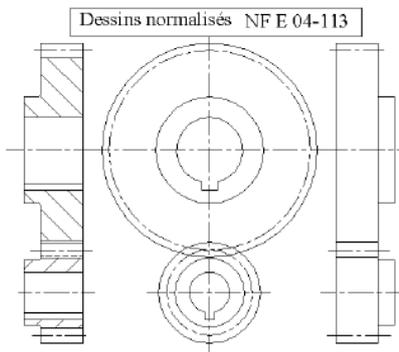
$$F_t = \frac{2C}{d} = \frac{60P}{\pi d N}$$

$$\vec{F} = \vec{F}_r + \vec{F}_t \Leftrightarrow F = \sqrt{F_t^2 + F_r^2}$$

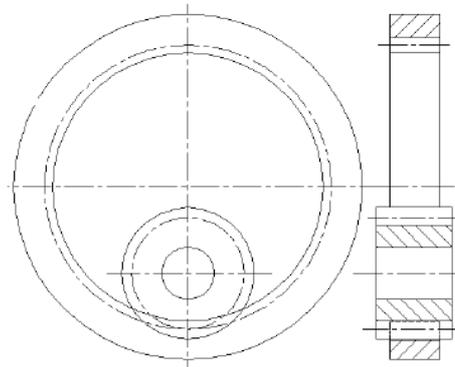
VI. REPRESENTATIONS GRAPHIQUES

Représentation simplifiée

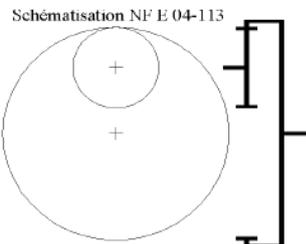
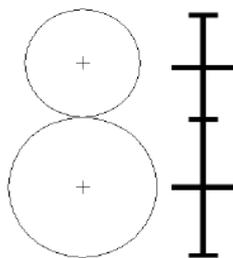
Engrenage à contact extérieur



Engrenage à contact intérieur



SCHEMATISATION



CONSTRUCTION MECANIQUE

Application

Un pignon de 17 dents ayant un module de 4mm tourne à 1000trs/mn. La roue menée possède 68 dents.

Calculer la vitesse de rotation de la roue, le pas et l'entraxe.

EXERCICE

Le schéma ci-dessous représente une tête de perceuse multibroche. Il est composé d'un engrenage cylindrique à denture droite permettant de transmettre une puissance $P = 4 \text{ kW}$. L'engrenage est en acier C30 de Rpe 500N/mm^2 . Le rapport de transmission $i = \frac{3}{4}$ et le coefficient de largeur de denture $k = 8$, l'entraxe $a = 70\text{mm}$. L'arbre 2 tourne à $N = 350\text{tr/min}$.

1. déterminer le module m de l'engrenage.
2. déterminer toutes les caractéristiques de l'engrenage.