E.E.T.P. Nº 460

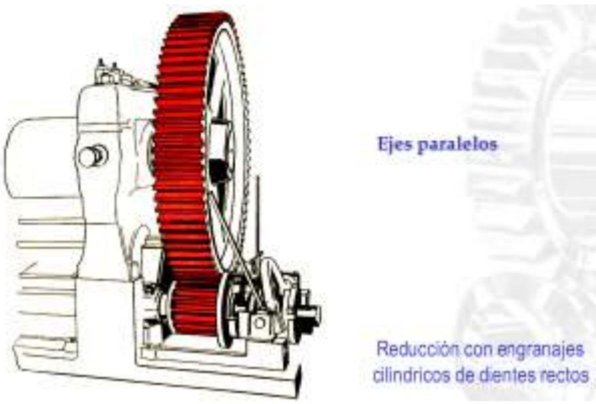
"G.Lehmann"

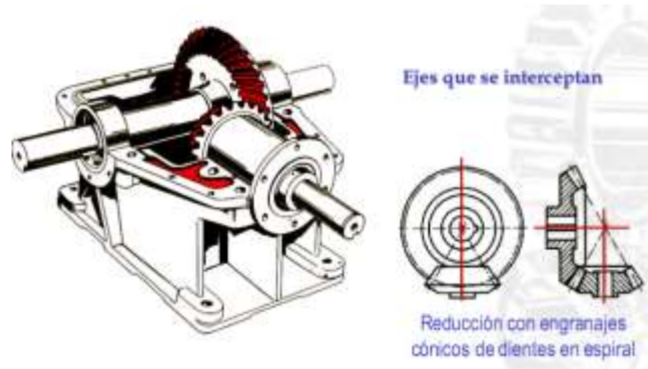
RAFAELA

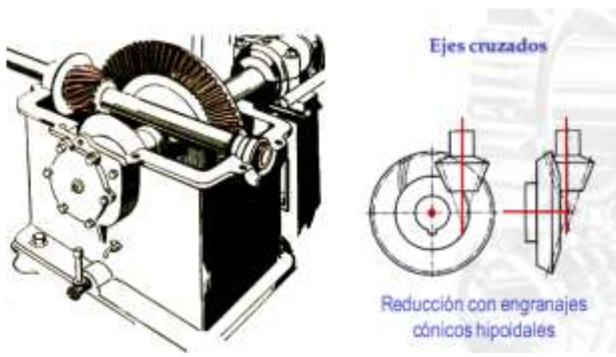
ELEMENTOS DE TRANSPORTE Y TRANSMISIÓN MECÁNICA.

ENGRANAJES.

POSICIÓN DE LOS EJES.







TIPOS DE ENGRANAJES.

ENGRANAJES CILÍNDRICOS.

Engranajes cilíndricos rectos
con contacto externo

Engranajes cilíndricos rectos
con contacto interno

Engranajes cilíndricos helicoidales

Engranaje recto y cremallera

ENGRANAJES CÓNICOS.

Engranajes cónicos rectos

Engranajes cónicos en espiral

Engranajes cónicos hipoidales

ENGRANAJE Y TORNILLO SIN FIN.

Engranajes sinfin

<u>ENGRANAJES DE DIENTES RECTOS</u>.

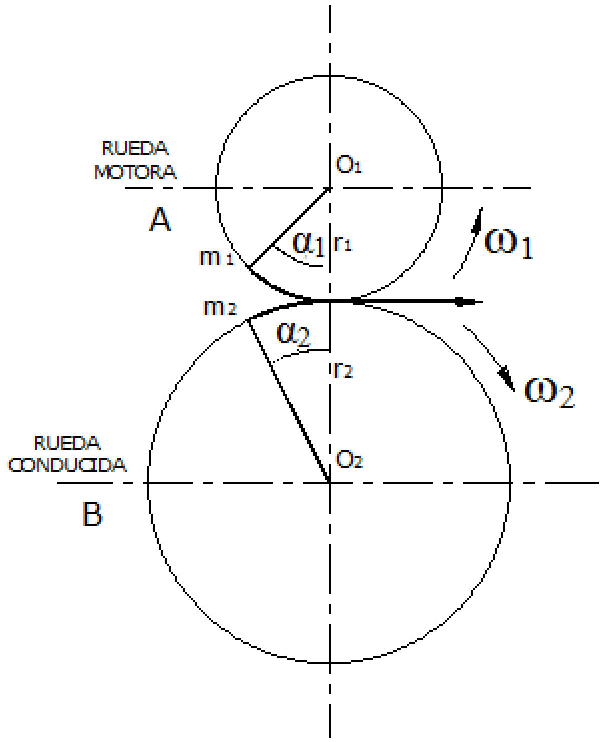
Los engranajes de dientes rectos, son aquellos donde todos los elementos de sus dientes, son paralelos al eje que los soporta. Se utilizan para transmitir potencia entre ejes paralelos.

Sea A, la rueda Motora animada de una velocidad angular ω_1 que presenta un radio r_1; B, la rueda conducida, su velocidad angular ω_2 y su radio r_2. Si admitimos que no existe resistencia en el árbol conducido y por lo tanto no se produce resbalamiento entre las superficies periféricas de contacto, la velocidad V tangencial tiene un valor común:

$$V = \omega_1 \times r_1 = \omega_2 \times r_2$$

$$\omega_1 / \omega_2 = r_2 / r_1 = d_2 / d_1$$

Las velocidades angulares son inversamente proporcionales a los radios respectivos y a sus diámetros.



Si reemplazamos las velocidades angulares por su equivalente $\omega = \pi \times n / 30$ se tiene:

$$n_1 / n_2 = d_2 / d_1 = \omega_1 / \omega_2$$

n_1 y n_2 velocidades de rotación (rpm).

$$n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$$

El producto de la velocidad de rotación de la rueda motora por su diámetro es igual al producto de la velocidad de rotación de la rueda conducida por su diámetro.

En las ruedas circulares los radios respectivos son de valor constante.

La distancia entre los centros considerada también constante tiene en cualquier posición un valor:

$$L = r_1 + r_2 = d_1 / 2 + d_2 / 2$$

r_1 Radio base de la circunferencia motora.

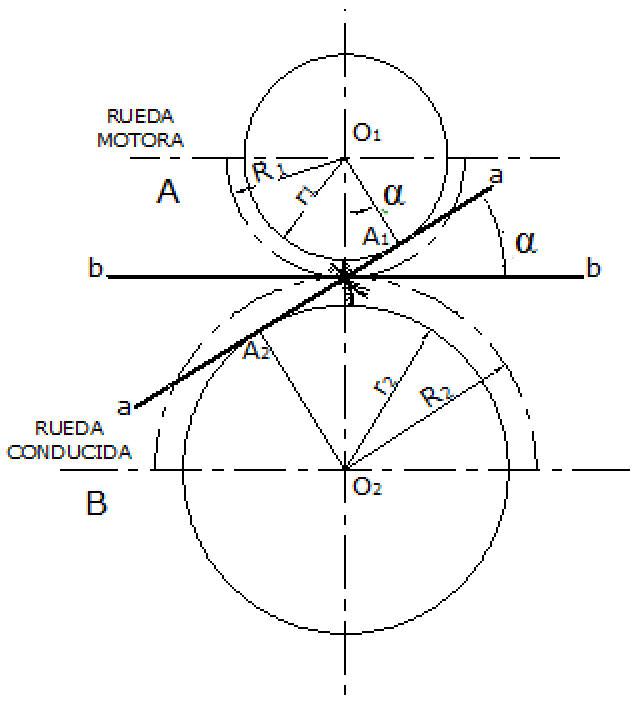
r_2 Radio base de la circunferencia conducida.

a – a Recta tangente a ambas circunferencias bases.

b – b Recta tangente a ambas circunferencias primitivas.

La recta a – a es la línea de engrane y recta de presiones o de acción.
El ángulo formado por las tangentes a – a y b – b es el ángulo α = ángulo de presión o de acción.
Los radios de los círculos bases r, y de los círculos primitivos R, y el ángulo de presión α están ligados por las relaciones:

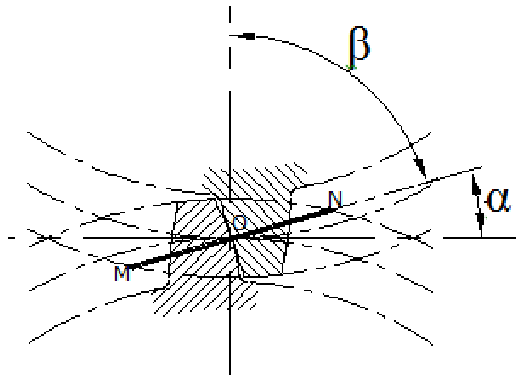
$$r_1 = R_1 \times \cos \alpha \;;\; r_2 = R_2 \times \cos \alpha$$



RECTA DE ACCIÓN.
Durante la rotación de las ruedas, el contacto entre las evolventes se mantiene siempre sobre un segmento de la recta indefinida a. el largo de este segmento está limitado por las circunferencias de cabeza de los dientes (Recta M. O. N).
Esta recta forma un ángulo α = con valores entre 14º 30” y 30º.

α = 15º cuando Z ≥ 12 dientes.
α = 20º cuando Z = 9 dientes.
α = 25º cuando Z = 7 dientes.
α = 30º cuando Z = 6 dientes.

LÍNEA DE ENGRANE.
En las ruedas con perfil de evolvente, la línea de contacto o de engrane, es un segmento de la recta de acción, limitada por las circunferencias exteriores o de cabeza de ambas ruedas, recta MN.



La relación de transmisión r_t es inversamente proporcional al número de dientes.

$$r_t = n_2 / n_1 = Z_1 / Z_2$$

Los diámetros primitivos de dos ruedas que engranan entre sí, son directamente proporcionales a sus respectivos números de dientes.

$$D_{P1} / D_{P2} = Z_1 / Z_2$$

La distancia axial L es igual a la suma de los radios.

$$L = R_{P1} + R_{P2} = D_{P1} / 2 + D_{P2} / 2$$

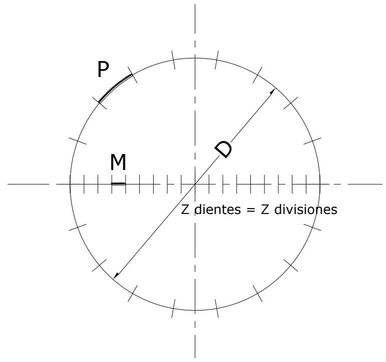
$$n_1 \times D_{P1} = n_2 \times D_{P2} \rightarrow D_{P2} = D_{P1} \times n_1 / n_2$$

$$L = D_{P1} / 2 \times (n_2 + n_1) / n_2$$

El paso circunferencial es el segmento de arco de la circunferencia primitiva comprendido entre dos ejes de dientes consecutivos.

$$P_C = \pi \times D_{P1} / Z_1 = \pi \times D_{P2} / Z_2 = \text{Constante.}$$

LA IGUALDAD DE PASO ES CONDICION FUNDAMENTAL DE ENGRANE.



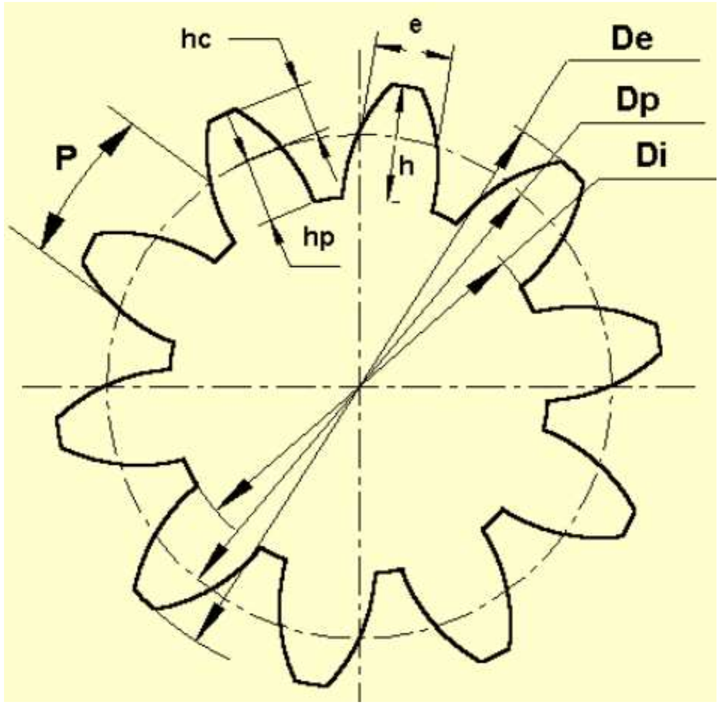
El módulo es el segmento obtenido dividiendo el diámetro por el número de dientes.

$$M = P_C / \pi = D_{P1} / Z_1 = D_{P2} / Z_2 = \text{Constante.}$$

La velocidad tangencial tiene un valor común en el punto de contacto de las circunferencias primitivas.

$$V = \pi \times D_{P1} \times n_1 / 60 = \pi \times D_{P2} \times n_2 / 60 = \text{Constante.}$$

NOMENCLATURA Y EXPRESIONES.



Diámetro primitivo (Dp). Es el diámetro correspondiente a la circunferencia primitiva.

Diámetro exterior (De). También denominado diámetro total, es el correspondiente a la circunferencia en la cual está inscrita la rueda dentada.

Diámetro interior (Di). Conocido también como diámetro de fondo, es el correspondiente a la circunferencia que limita interiormente a los dientes.

Paso circular (P). Es la distancia entre dos puntos homólogos de dos dientes consecutivos, medida sobre la circunferencia primitiva. Para que dos ruedas engranen ambas tienen que tener el mismo paso circular.

Módulo (M). Es el cociente que resulta de dividir el diámetro primitivo, expresado en milímetros, entre el número de dientes de la rueda.

Altura del diente (h). Medida desde el fondo del diente a la cresta.

Altura de la cabeza del diente (hc). Medida desde la circunferencia primitiva a la cresta del diente.

Altura del pie del diente (hp). Medida desde el fondo del diente a la circunferencia primitiva.

Espesor del diente (e). Medido sobre la circunferencia primitiva.

Espesor del vano (c). Medido sobre la circunferencia primitiva.

Módulo: según lo expuesto anteriormente.

$$M = D_P / Z$$

Como la longitud del paso circular P es igual al desarrollo de la circunferencia primitiva dividida entre en número de dientes z, nos permite expresar:

$$P = \pi \times D_P / Z = \pi \times M$$

despejando M:

$$M = P / \pi$$

Al ser P una constante tendremos que si dos ruedas tienen el mismo paso circular, tienen también el mismo módulo, en consecuencia podremos expresar:
Para que dos ruedas puedan formar un engranaje deben tener el mismo módulo.
La importancia del módulo estriba en que es la magnitud que sirve para dimensionar los demás elementos de las ruedas dentadas.
He aquí una fórmula sencilla para encontrar el módulo de una rueda: se mide el diámetro exterior de esta y se divide por el número de dientes que tenga ésta más dos.

$$M = D_E / Z + 2$$

Las ruedas se fabrican con una serie de módulos normalizados cuyos valores en mm son:

De 1 a 4, aumentando en 0,25 mm: 1 - 1,25 - 1,5 - ....4 mm.
De 4 a 7, aumentando en 0,5 mm: 4 - 4,5 - 5 - ....7 mm.
De 7 a 14, aumentando en 1 mm: 7 - 8 - 9 - ....14 mm.
De 14 a 20, aumentando en 2 mm: 14 - 16 - 18 - ....20 mm.

Altura del diente (h). $h = 2{,}25 \times M$

Altura de la cabeza del diente (h_C). $h_C = M$

Altura del pie del diente (h_P). $h_P = 1{,}25 \times M$

Espesor del diente (e). $e = 0{,}5 \times P$

Espesor del vano (c). $c = 0{,}5 \times P$

Anchura del diente (B). $B = M \times 10$

Diámetro primitivo (D_P). $D_P = M \times Z$

Diámetro exterior (D_E). $D_E = D_P + 2 \times h_C = D_P + 2 \times M$

Diámetro interior (D_I). $D_I = D_P - 2 \times h_P = D_P - 2{,}5 \times M$