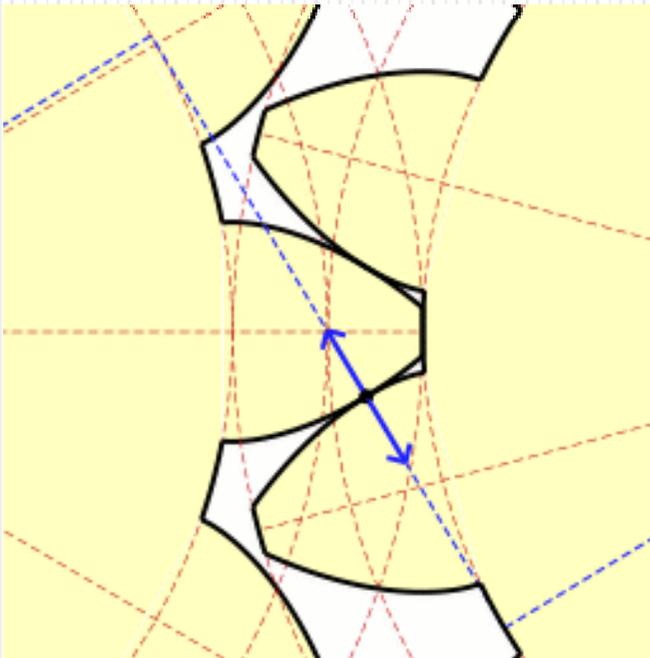


# Elementos de transmisión: Engranajes



Principio de funcionamiento

Tipos de engranajes

Dimensiones características

Formulas básicas

Relaciones de transmisión

Aplicaciones

Rendimientos

Trenes de engranajes

Mantenimiento

# Principio de funcionamiento

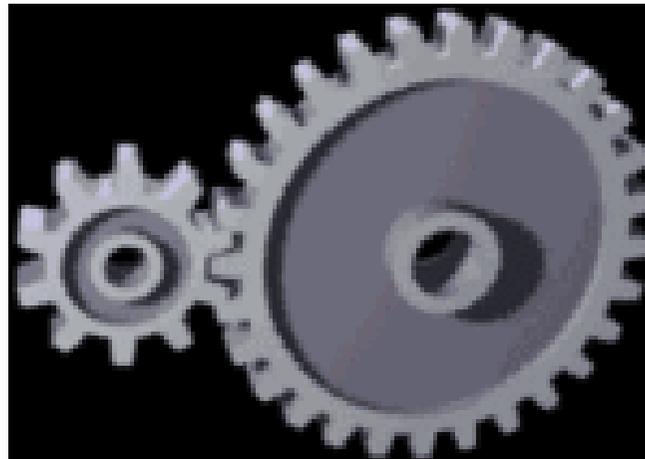
- Se denomina engranaje o ruedas dentadas al mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina.
- Los engranajes tienen la función de transmitir una rotación entre dos ejes con una relación de velocidades angulares constante.
- Así, se habla de "Par de Engranajes, Ruedas Dentadas o Engrane" para referirse al acoplamiento que se utiliza para transmitir potencia mecánica entre dos ejes mediante contacto directo entre dos cuerpos sólidos unidos rígidamente a cada uno de los ejes.

# Principio de funcionamiento

- Se denomina "Relación de Transmisión" al cociente entre la velocidad angular de salida  $\omega_2$  (velocidad de la rueda conducida) y la de entrada  $\omega_1$  (velocidad de la rueda conductora):
- $i = \omega_2 / \omega_1$
- Si la relación de transmisión es mayor que 1 ( $i > 1$ ) se supondrá el empleo de un mecanismo multiplicador, y si es menor que 1 ( $i < 1$ ) supondrá el empleo de un mecanismo reductor, o simplemente de un reductor.

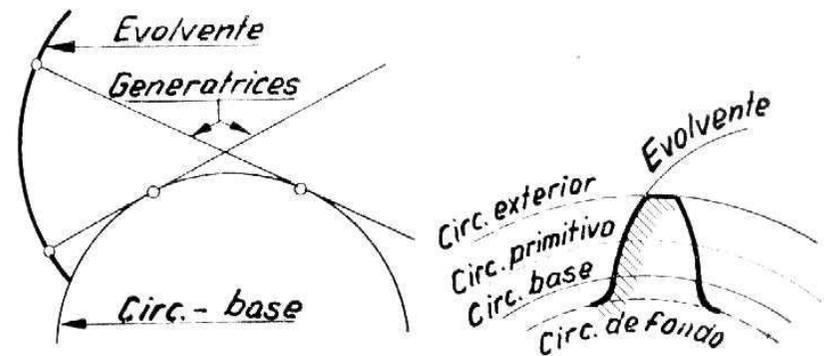
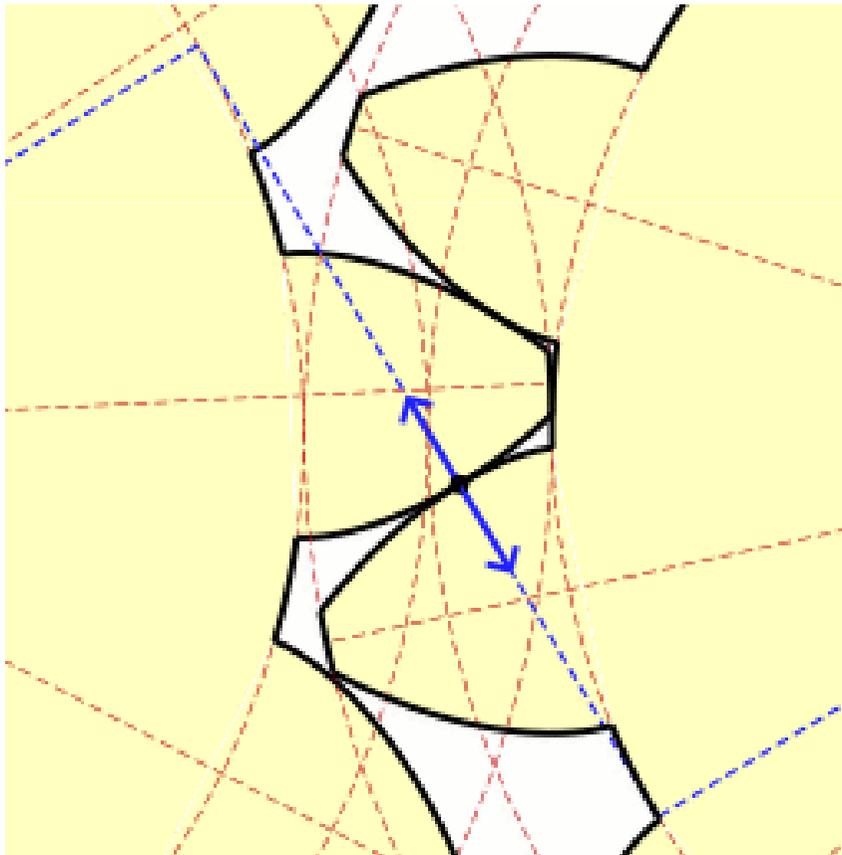
# Principio de funcionamiento

- Existe una gran variedad de formas y tamaños de engranajes, desde los más pequeños usados en relojería e instrumentos científicos a los de grandes dimensiones, empleados, por ejemplo, en las reducciones de velocidad de las turbinas de vapor de los buques, en el accionamiento de los hornos y molinos de las fábricas de cemento, etc.
- La gran variedad de aplicaciones del engranaje puede decirse que tiene por única finalidad la transmisión de la rotación o giro de un eje a otro distinto, reduciendo o aumentando la velocidad del primero.



# Ventajas

- Debido a la forma curva de los perfiles de los dientes es de evolvente o cicloidal el movimiento transmitido por un par de ruedas dentadas es de rodadura pura.



# Ventajas

- Además la relación de rotaciones con velocidad angular de la transmisión engranajes, es uniforme. Por esta razón se aplica como reductor o multiplicador de velocidades en máquinas en las que se requiere una velocidad específica y que no tenga alteraciones o fluctuaciones de velocidad.
- Los engranes proporcionan a las máquinas una graduación utilizable de relaciones de velocidad.
- Los engranes permiten grandes transmisiones de potencia desde el eje de una fuente de energía hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo sin grandes pérdidas de energía.

# Desventajas

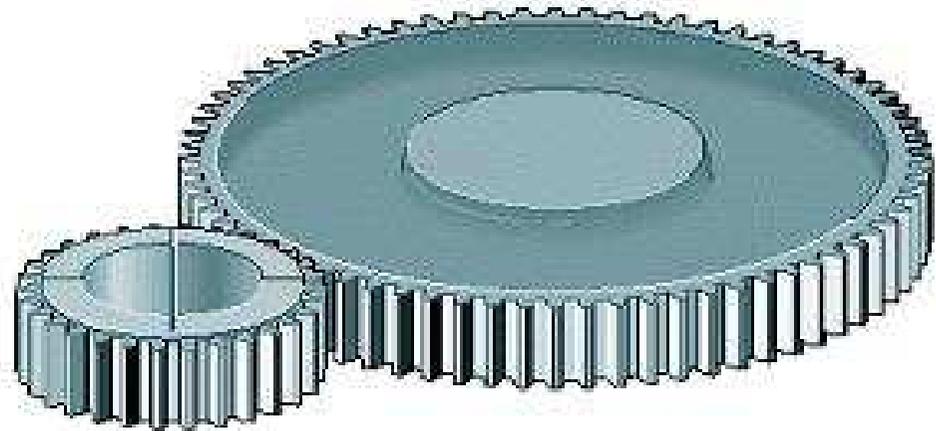
- Los engranes tienen como desventaja que no pueden transmitir potencia entre distancias grandes entre centros para estos casos se utiliza poleas o cadenas.
- Los engranes tienen un costo elevado comparado con los otros tipos de transmisión por cadenas y las poleas.

# Clasificación de los engranajes

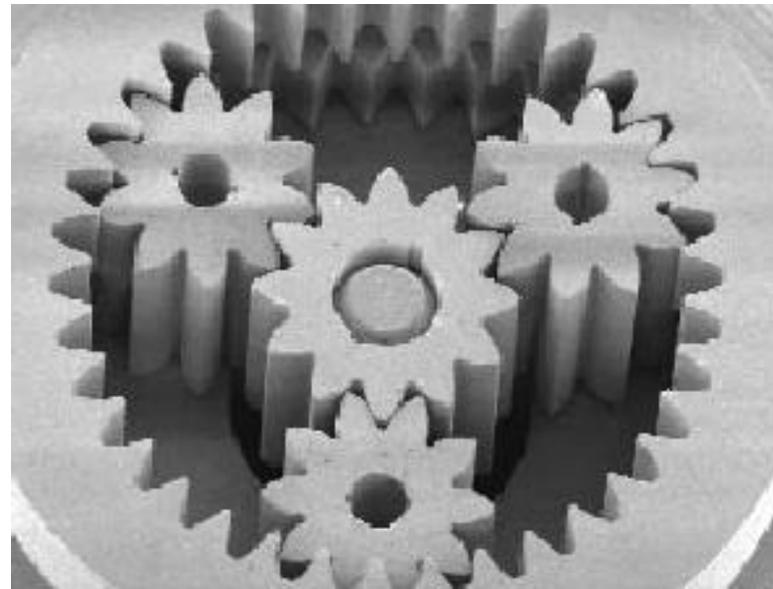
- Los engranajes pueden clasificarse de diferentes maneras, a saber:
  - 1) Según la distribución espacial de los ejes de rotación
  - 2) Según la forma de dentado
  - 3) Según la curva generatriz de diente
- Así pues, según que los ejes sean paralelos o se corten o se crucen corresponderán a las siguientes subclases de engranajes Cilíndricos, Cónicos o Hiperbólicos, respectivamente.

# Clasificación de los engranajes

- Engranajes Cilíndricos:
  - De Dientes Rectos Exteriores

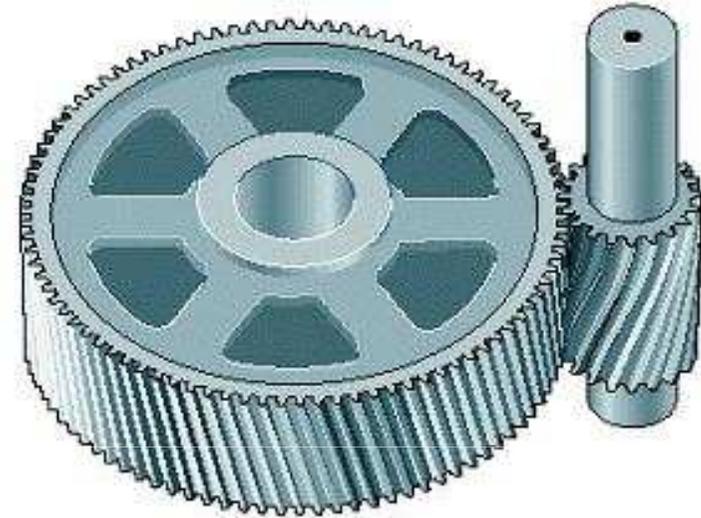


- De Dientes Rectos Interiores



# Clasificación de los engranajes

- Engranajes Cilíndricos:
  - De Dientes Helicoidales Exteriores

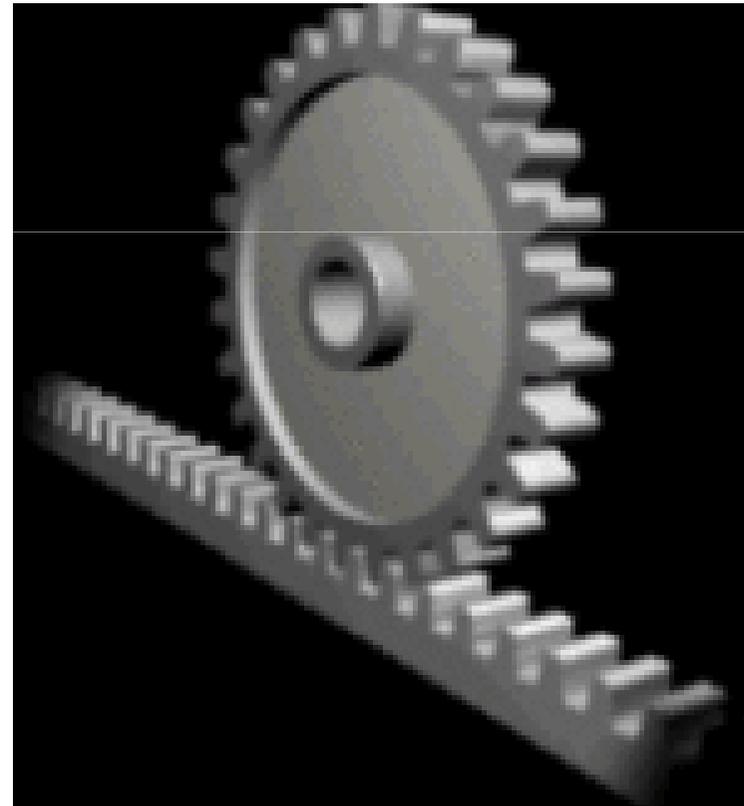
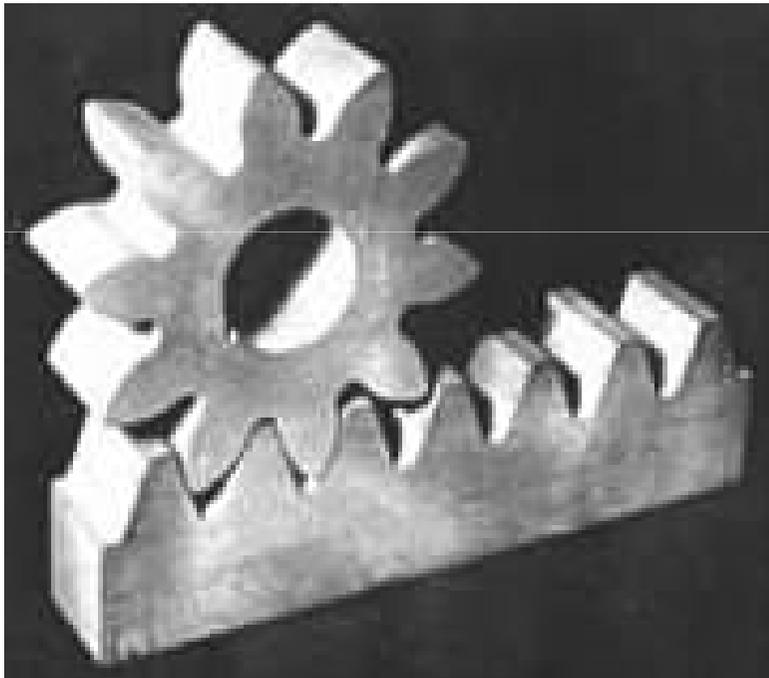


- De Dientes Helicoidales Interiores



# Clasificación de los engranajes

- Engranajes Cilíndricos:
  - De Dientes Rectos con cremallera



# Clasificación de los engranajes

- Engranajes Cónicos
  - De dientes Rectos



- De dientes Helicoidales



# Clasificación de los engranajes

- Engranajes Hiperbólicos
  - Sin Fin-Corona



- Hipoidales



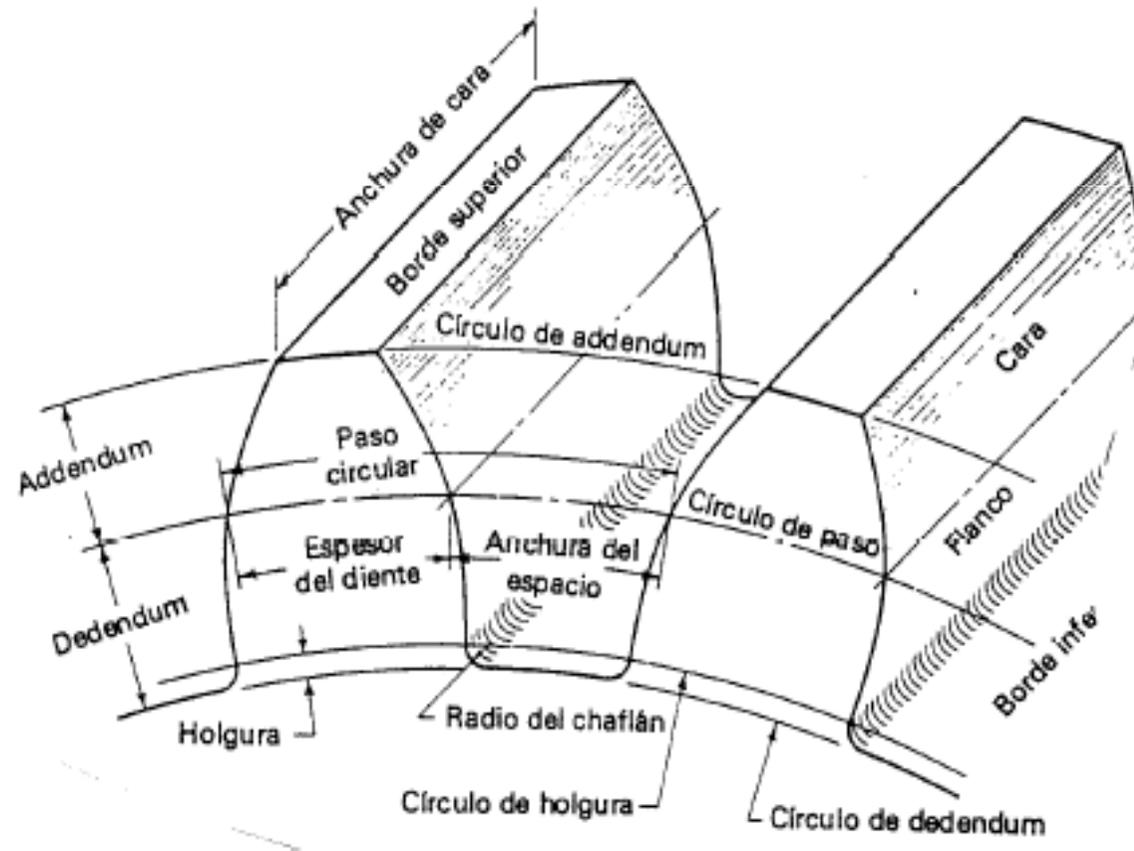
# Clasificación de los engranajes

- Engranajes Hiperbólicos
  - De dientes helicoidales y ejes cruzados



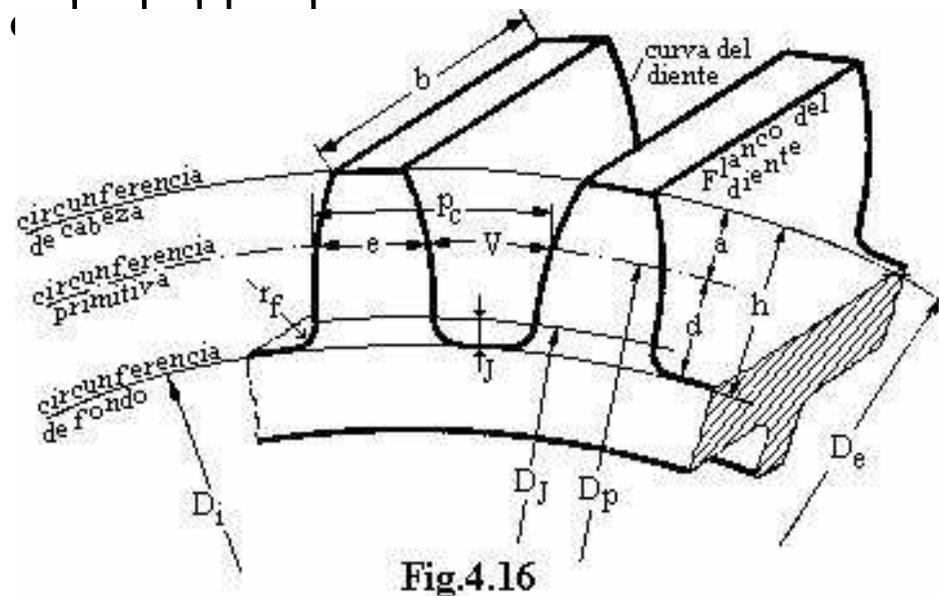
# Dimensiones características

- En la Figura se muestra el desarrollo de una parte de la corona de un engranaje cilíndrico de dientes rectos. En la misma se pueden apreciar las entidades geométricas más importantes que definen a los engranajes.



# Dimensiones características

- **Circunferencia Primitiva (R):** Llamada también circunferencia de paso y corresponde a la homónima circunferencia de contacto de las ruedas de fricción.
- **Circunferencia Exterior (Re):** Es denominada también circunferencia de addendum o circunferencia de cabeza.
- **Circunferencia inferior (Ri):** Es denominada también circunferencia de raíz o de pie



# Dimensiones características

- **Ancho de cara:** Es la longitud del diente medida axialmente. También se la denomina ancho de faja.
- **Addendum (ha):** es la distancia radial desde el radio primitivo al radio de cabeza.
  - $H_a = R_e - R = m$
- **Deddendum (l):** es la distancia radial desde el radio primitivo al radio inferior.
  - $L = R - R_i = 1,25 \cdot m$
- **Paso Circular (Pc):** es la distancia entre dos puntos homólogos de dos dientes consecutivos, medidos sobre la circunferencia primitiva o de paso

$$P_c = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{Z} = \frac{\pi \cdot D}{Z} = m \cdot \pi$$

# Dimensiones características

- **Altura de diente (ht):** es la distancia radial entre las circunferencias exterior e inferior.
  - $ht = h_a + l = 2,25 \cdot m$
- **Número de dientes (Z):** es la cantidad de dientes que tiene el engranaje.
- **Módulo (m):** es el cociente entre el diámetro primitivo del engranaje y el número de dientes.

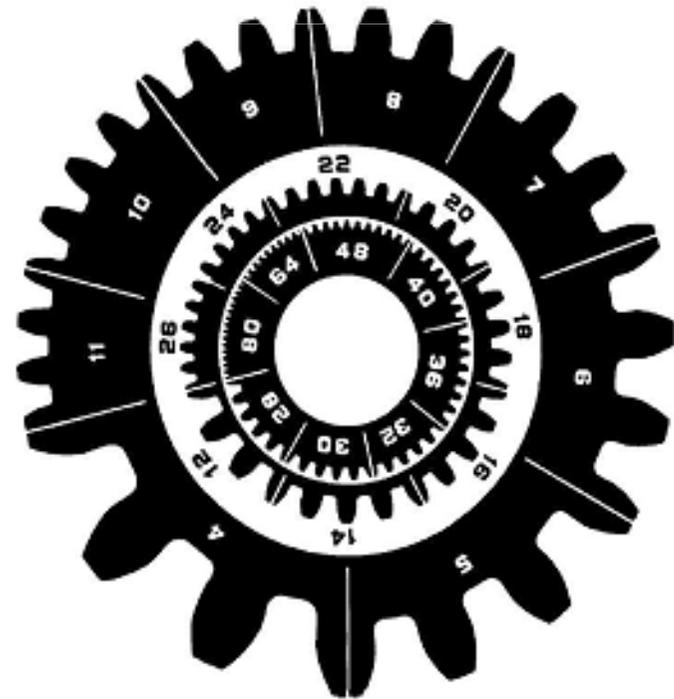
$$m = \frac{D}{Z}$$

- **Paso diametral (pd):** es el cociente entre el número de dientes y el diámetro primitivo del engranaje.

$$pd = \frac{Z}{D} = \frac{1}{m}$$

# Dimensiones características

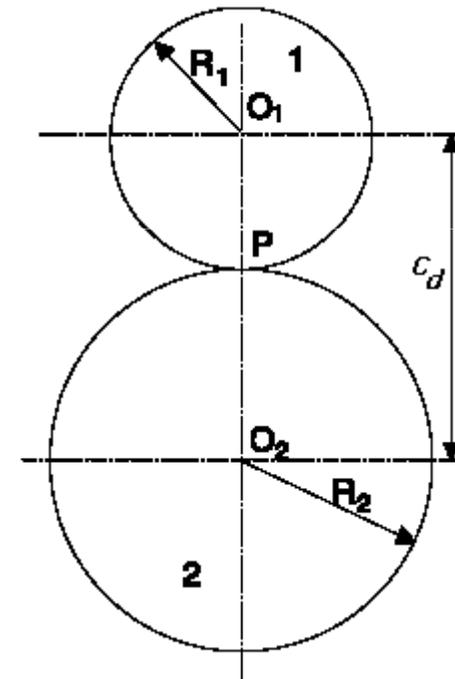
- El valor numérico de módulo determina el tamaño del diente, ya que el paso es el mismo sin importar si los dientes se colocan en una rueda pequeña o en una rueda grande. Nótese que a mayor "m", mayor será el diente. Por otro lado, el módulo tiene la ventaja de no depender del número  $\pi$ . En la Figura se puede ver una galga de identificación de pasos diametrales normalizados.



# Distancia central entre engranajes

- Observando la Figura y teniendo en cuenta las definiciones anteriores se puede obtener la siguiente expresión de la distancia entre ejes:

$$cd = R_1 + R_2 = \frac{Pc}{2\pi} (z_1 + z_2) = \frac{m}{2} (z_1 + z_2)$$



# Relación de velocidad:

- Es el cociente de la velocidad angular del engranaje motor y la velocidad angular del engranaje conducido.

$$r = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{z_2}{z_1}$$

$$\omega = 2\pi.n$$

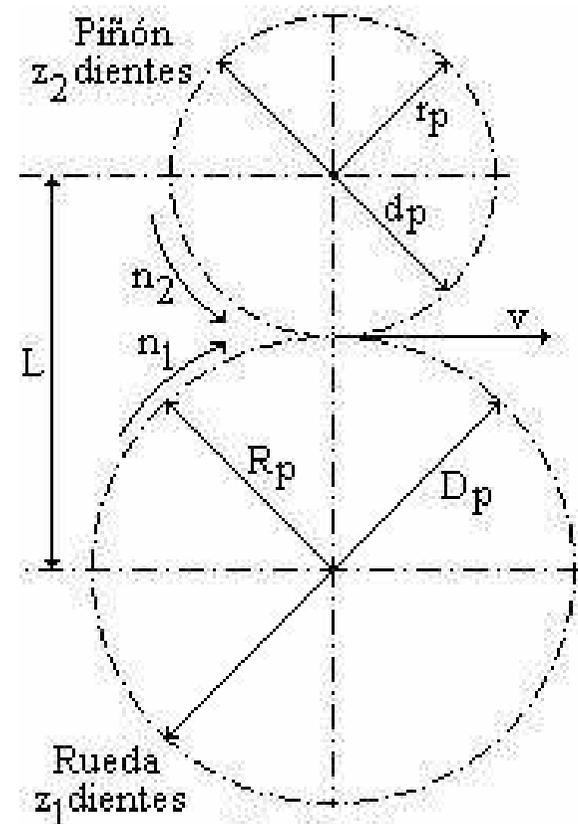
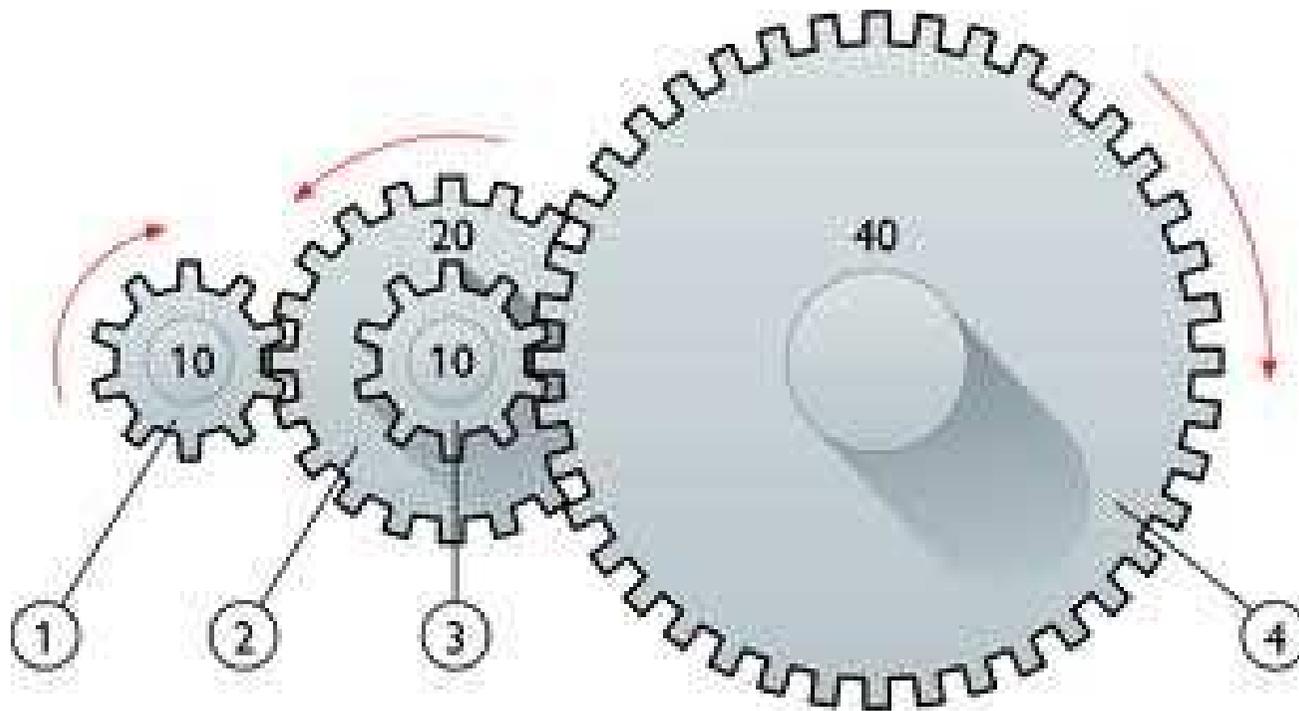


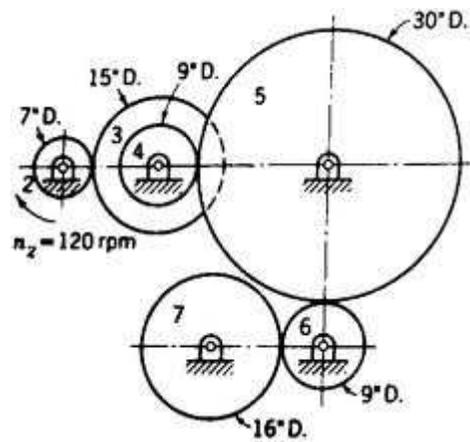
Fig.4.15

# Trenes de engranajes

- Cuando la relación de velocidad es alta, conviene reducir la velocidad en dos o mas pasos. Un limite alto para un par de engranajes rectos es aproximadamente  $r=10$  un limite mejor es 6.



# Trenes de engranajes



# Cajas reductoras



1/4 Hp - 20 Hp

# Cajas reductoras

