



# Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica

## Expresión Gráfica en la Ingeniería

### INGENIERÍA GRÁFICA

#### 4. DISEÑO TÉCNICO.

##### 4.1 Diseño mecánico.

4.1.1 Definición y representación de Ejes y Árboles.

**4.1.2 Definición y representación de Engranajes.**

4.1.3 Definición y representación de Rodamientos.

4.1.4 Definición y conceptos de Estanqueidad.



POLITÉCNICA

*Ingeniamos el futuro*

Javier Pérez Álvarez  
José Luis Pérez Benedito  
Santiago Poveda Martínez



# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

---

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

Ruedas dentadas.....	3
Representación convencional.....	12



# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Ruedas dentadas

Cuando la potencia a transmitir entre árboles próximos es considerable o bien se necesita una absoluta regularidad en la relación de transmisión, la mejor solución la constituyen las ruedas dentadas.

Las clases de ruedas dentadas más empleadas son las que a continuación se indican. Recuérdese que, en sentido estricto, no es lo mismo una rueda dentada que un engranaje, ya que este último constituye un mecanismo elemental formado por dos ruedas dentadas que engranan entre sí.

#### 1. Ruedas cilíndricas de diente recto:

Se emplean para transmitir el movimiento entre árboles paralelos. Son de ejecución sencilla pero, como su grado de recubrimiento es bajo y el contacto entre los flancos es brusco, no son adecuadas para grandes potencias y elevadas velocidades de giro.



# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Ruedas dentadas

#### 2. Ruedas cilíndricas de diente helicoidal:

Son ruedas cilíndricas con los dientes en hélice. Resultan ser más suaves y silenciosas que los engranajes de diente recto, pero producen esfuerzos axiales que deben recibirse en rodamientos adecuados. Sirven para transmitir el movimiento entre árboles paralelos o que se cruzan en el espacio.

#### 3. Ruedas de tornillo sin fin o de visinfín:

Son una variedad de las anteriores. Se emplean cuando los ejes que se cruzan forman un ángulo recto y, además, la relación de velocidades debe ser muy grande.



# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

---

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Ruedas dentadas

#### 4. Ruedas cónicas de diente recto.

Se emplean para transmitir el movimiento entre árboles que se cortan. Además de las ruedas de diente recto, existen las de diente curvo, para aplicaciones especiales e, incluso, las ruedas de dentado hipoide, cuyos ejes no coinciden en un punto.

También son muy empleadas las cremalleras, que pueden considerarse como ruedas dentadas de radio infinito y los engranajes interiores.

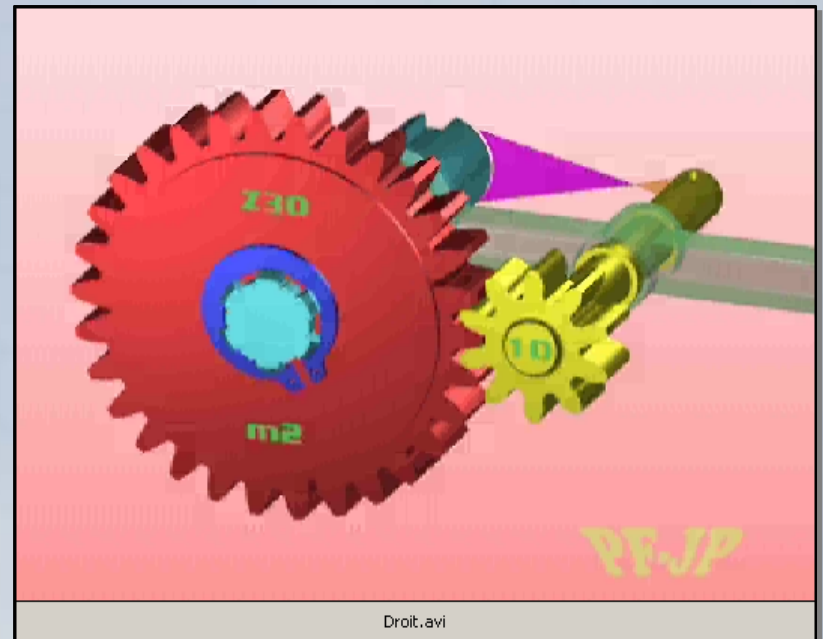
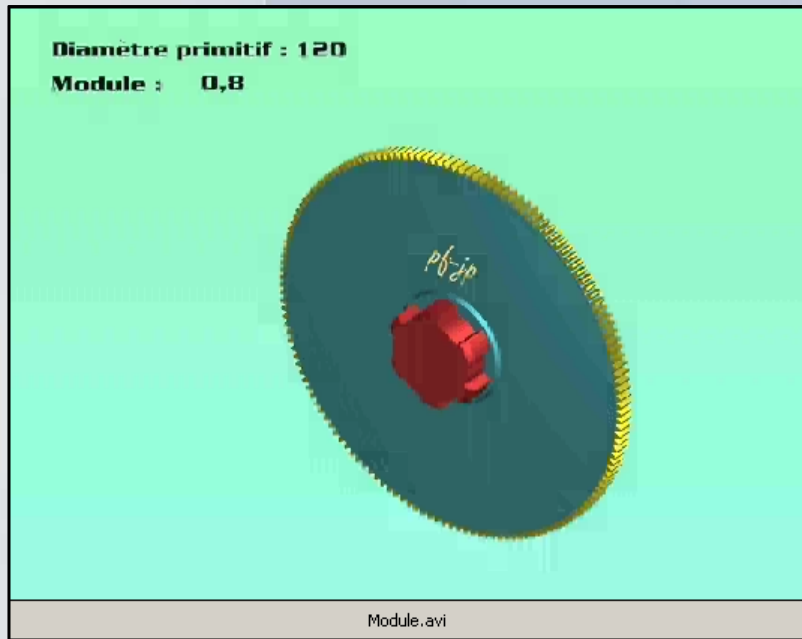


# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Ruedas dentadas



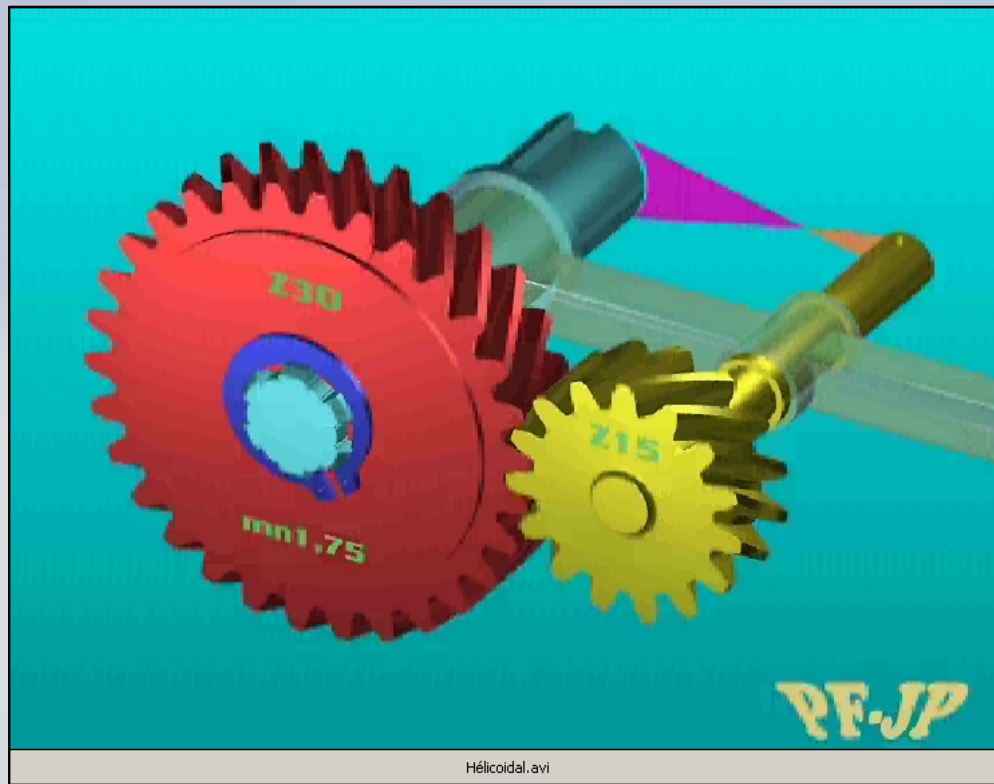


# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Ruedas dentadas



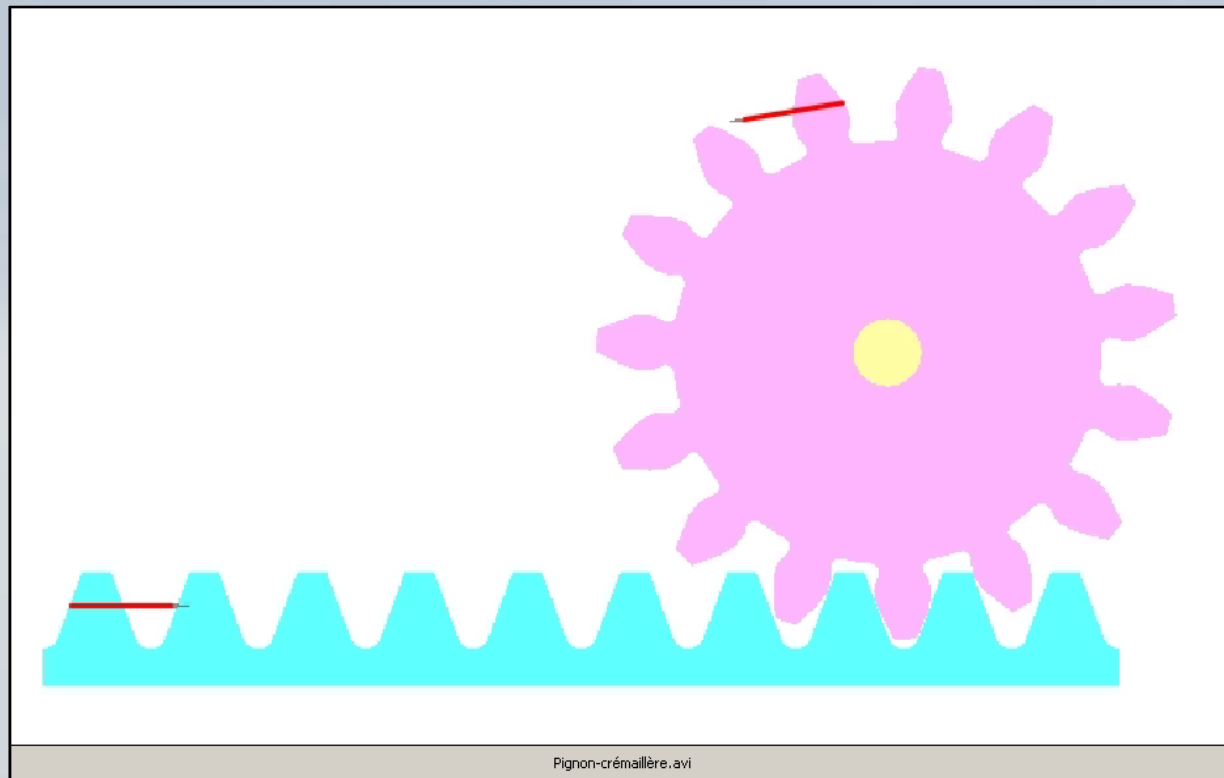


# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Ruedas dentadas





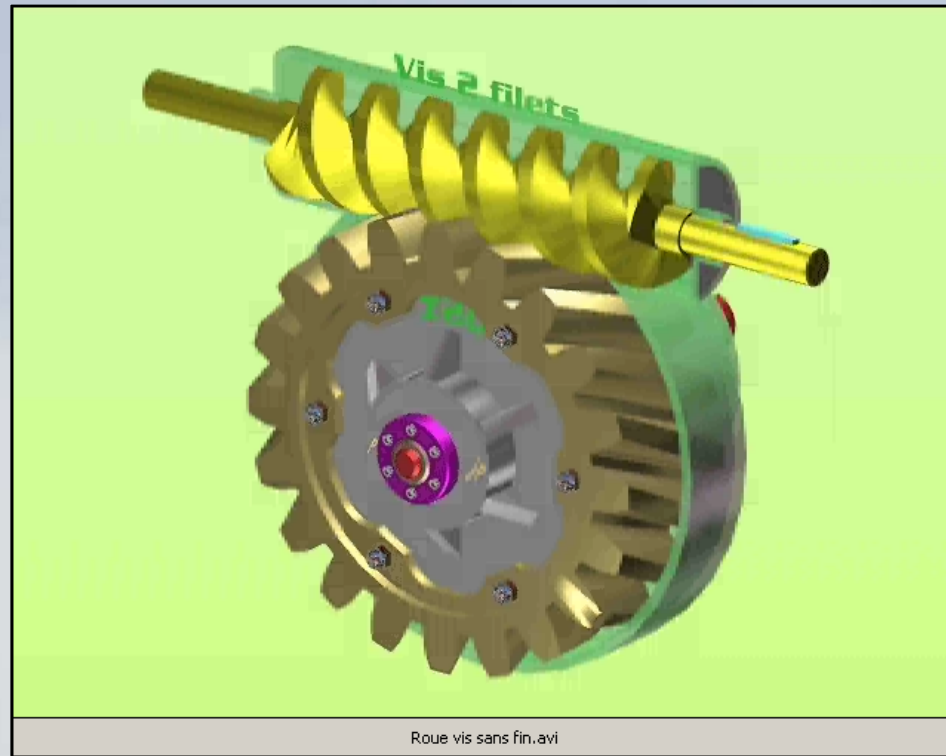


# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Ruedas dentadas



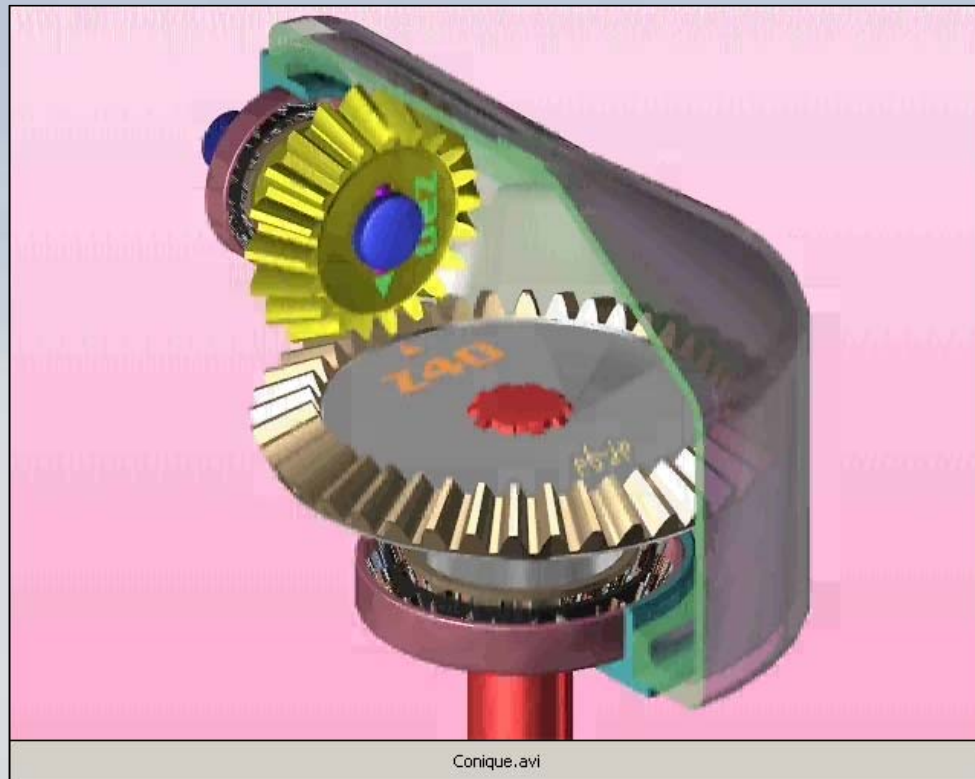


# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Ruedas dentadas



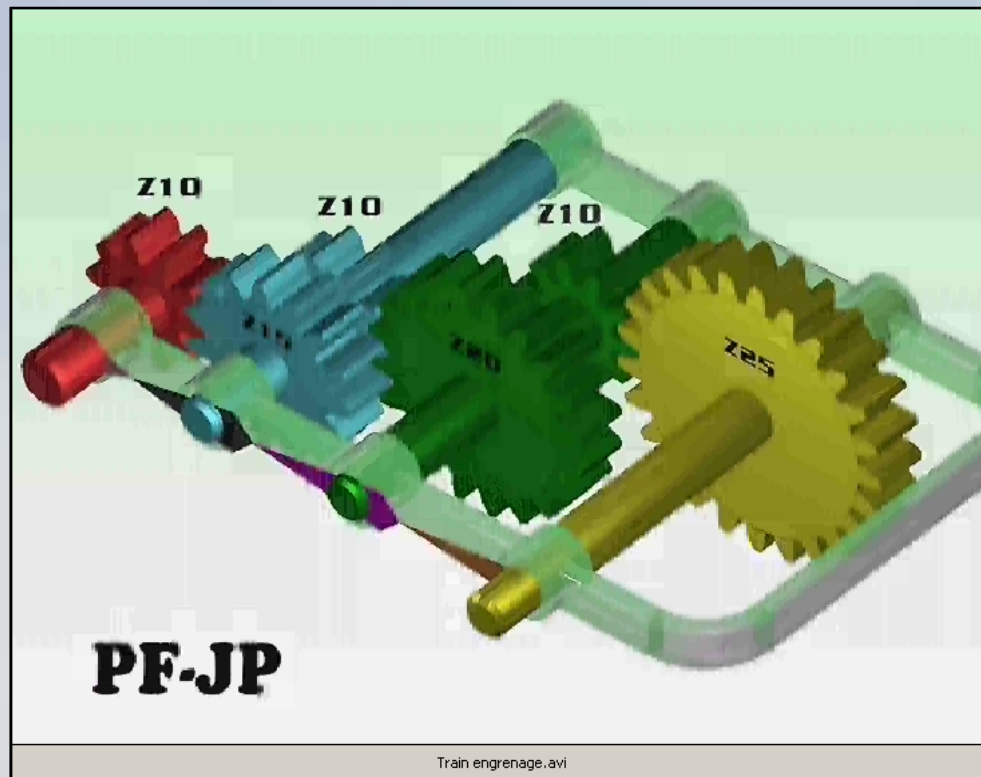


# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Ruedas dentadas





# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

---

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional

A continuación indicamos los signos convencionales para los dentados de los engranajes, así como para los tornillos sinfín y las ruedas de cadena (UNE 1-044-75).

Estos signos se aplican a los dibujos de detalle y a los de conjunto.



# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

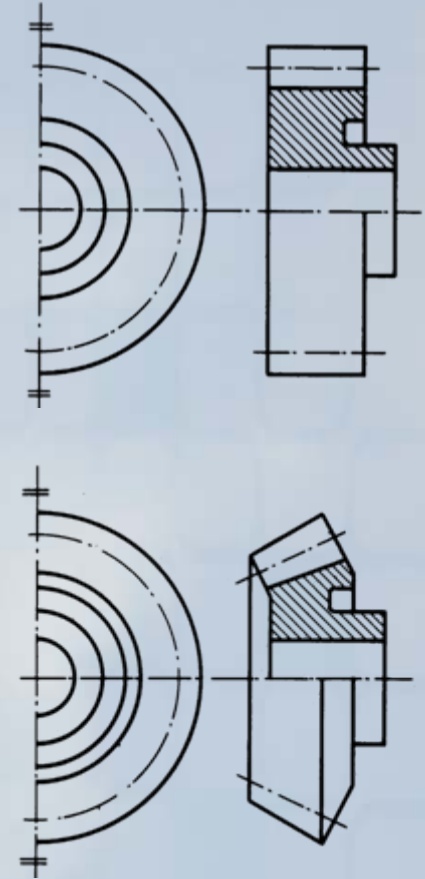
#### Representación convencional

##### Dibujos de Detalle.

##### (Ruedas aisladas) Contornos y aristas

Se representan los contornos y las aristas de cada rueda como si se tratase.

- En vista no cortada, de una rueda no dentada, limitada por la superficie de la cabeza.
- En corte axial, de una rueda de dientes rectos, que tenga dos dientes diametralmente opuestos, representados sin cortar, aunque se trate de dientes no rectos o de un número impar de dientes.





# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

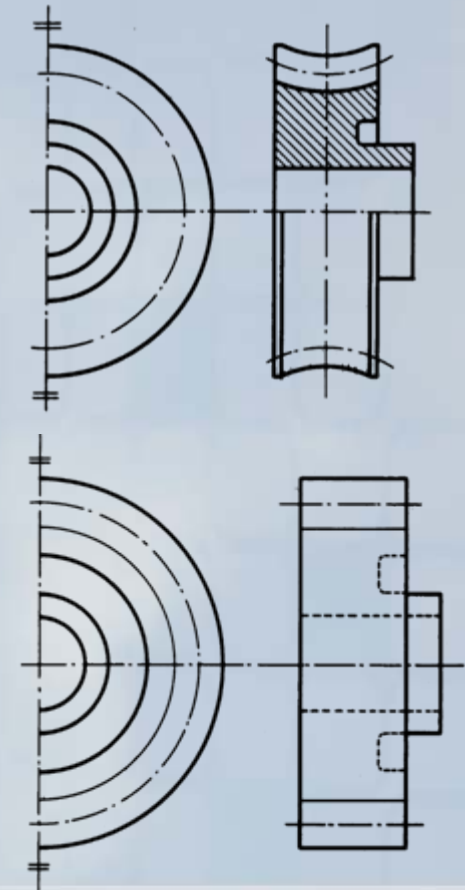
### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional

#### Superficie primitiva de funcionamiento

Se traza la superficie primitiva en línea fina de trazos y puntos, aunque se trate de partes ocultas o de corte, y se representa:

- En proyección normal al eje, por su círculo primitivo de funcionamiento (círculo primitivo de funcionamiento exterior en el caso de una rueda cónica y círculo primitivo de funcionamiento medio, en el caso de una rueda para tornillo sinfín).
- En proyección paralela al eje, por su contorno aparente, de forma que la línea de trazos y puntos sobresalga por los dos lados del contorno de la rueda.





# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional

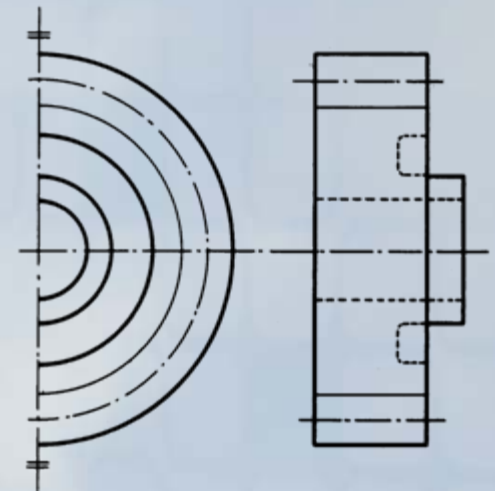
#### Superficie de pie

Como regla general, no se representa la superficie de pie, salvo en los cortes.

Sin embargo, cuando resulte conveniente su representación sobre vistas no cortadas, se traza con una línea fina, según normas UNE.

(Según DIN – 37, la superficie de pie o fondo del diente, si es necesaria su representación, se traza con línea de trazos.)

Evítense, en lo posible, este tipo de líneas.





# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

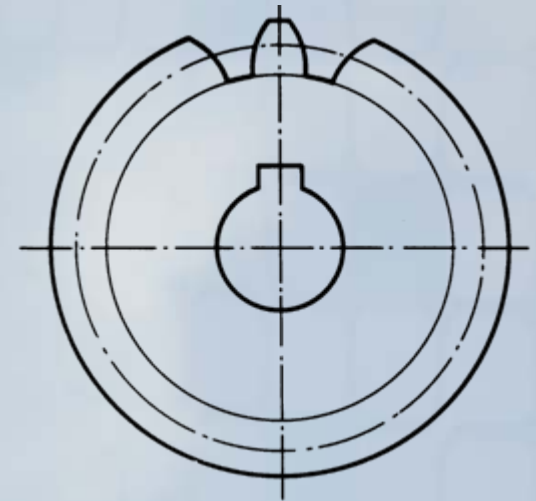
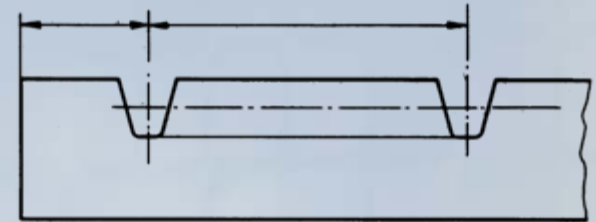
#### Representación convencional Dentado

Se define el perfil de los dientes, bien por referencia a una norma, bien por dibujo a una escala conveniente.

Cuando resulte indispensable que figuren uno o dos dientes en el dibujo (bien sea para delimitar los extremos de un sector dentado o de una cremallera, bien sea para precisar la posición de los dientes respecto a un determinado plano axial, se trazan con una línea gruesa).

Se indicará, si procede, la orientación de los dientes de un engranaje o de una cremallera sobre la proyección paralela al eje del engranaje, por tres líneas finas en la forma y dirección correspondiente.

Nota.- En el caso de un acoplamiento, solamente figurará el símbolo de la rueda (UNE). Según DIN 37-1977, figurarán en ambos y con líneas gruesas.







# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

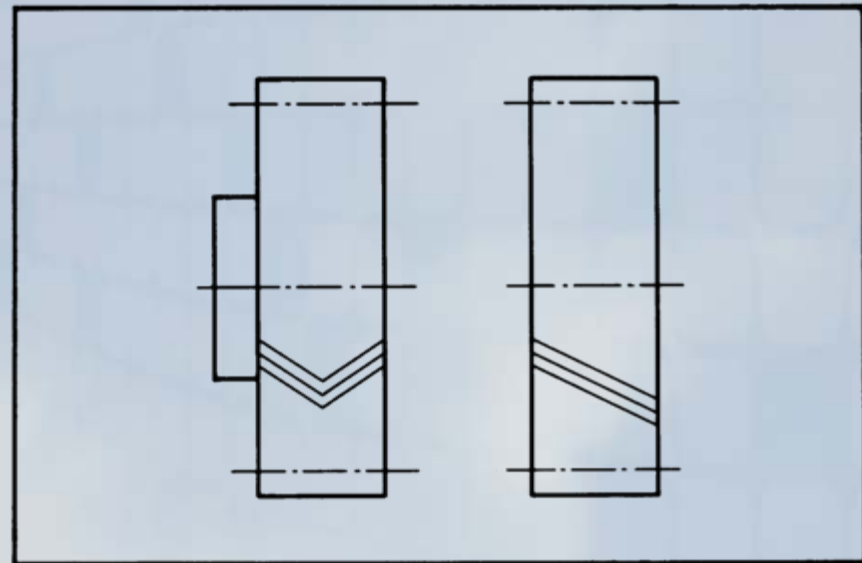
## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional

TABLA

<i>Dentado</i>	<i>Símbolo</i>
<i>Helicoidal a la derecha</i>	
<i>Helicoidal a la izquierda</i>	
<i>En ángulo</i>	
<i>Espiral</i>	





# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

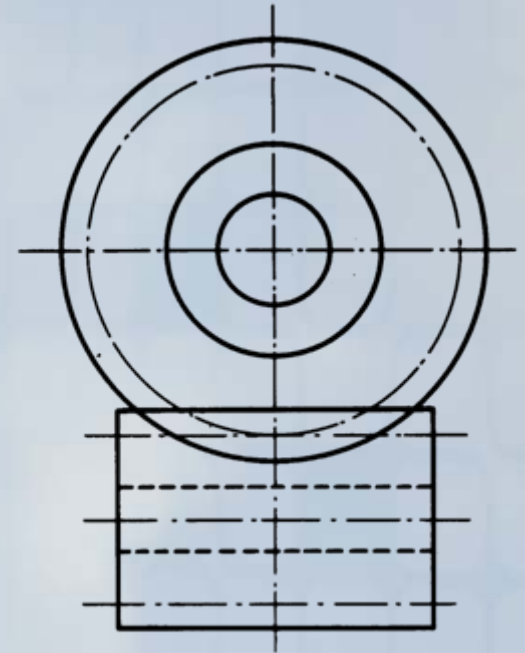
### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional

#### 4. Dibujos de conjunto (engranajes).

Los convenios utilizados para la representación de cada una de las ruedas de un engranaje se aplican igualmente a los dibujos de conjunto.

Sin embargo, cuando se trata de un conjunto de ruedas cónicas en proyección paralela al eje, se prolonga la línea que representa la superficie primitiva hasta que corte al eje.





# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

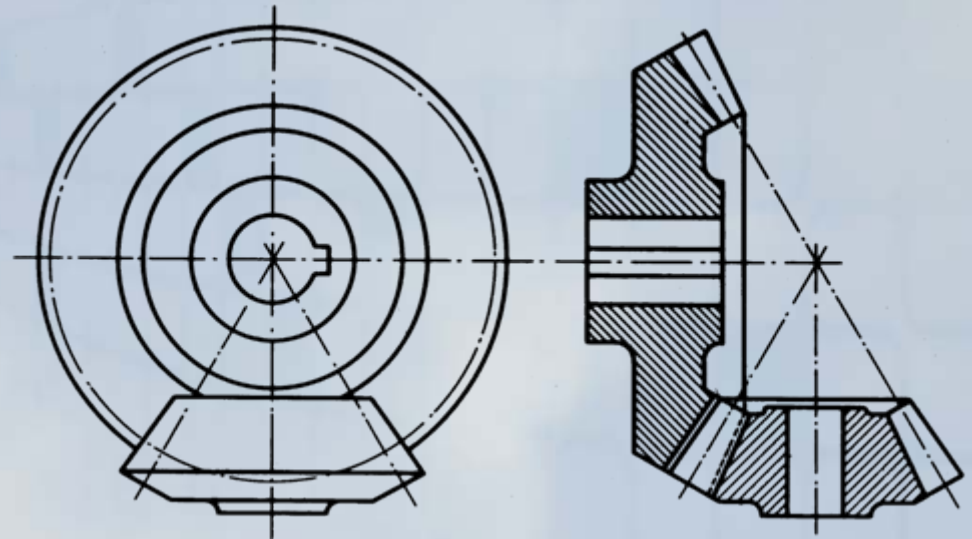
## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional

Ninguna de las dos ruedas de un engranaje debe quedar oculta por la otra, en las partes coincidentes, salvo en los casos siguientes:

1. Si una de las ruedas, situada por completo delante de la otra, queda efectivamente oculta.
2. Si las dos ruedas se representan en corte axial, en cuyo caso una de las dos ruedas, arbitrariamente elegida, está supuestamente oculta por la otra.





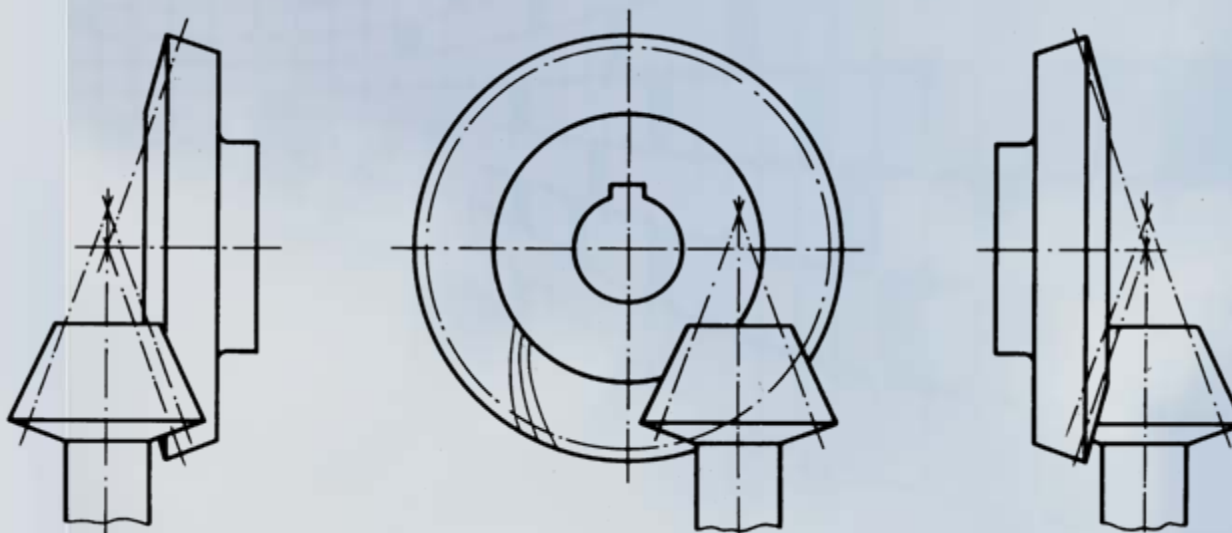
# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional

En estos dos casos, puede omitirse la representación de los contornos y aristas ocultas, si no es indispensable para la claridad del dibujo.



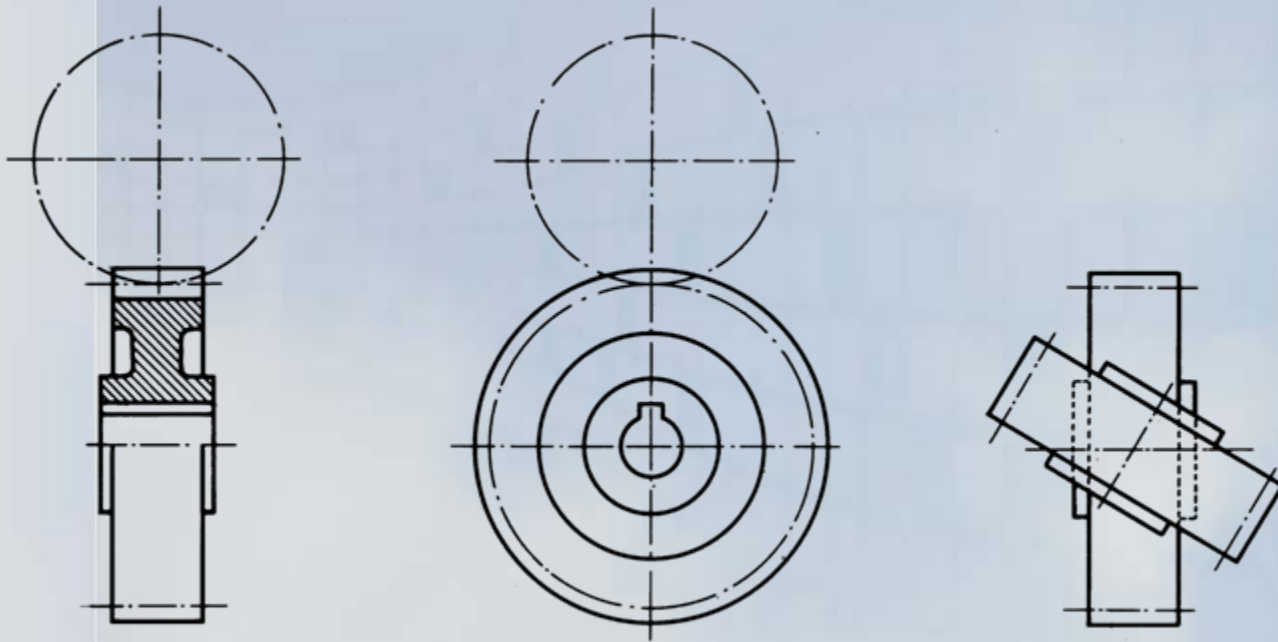


# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional





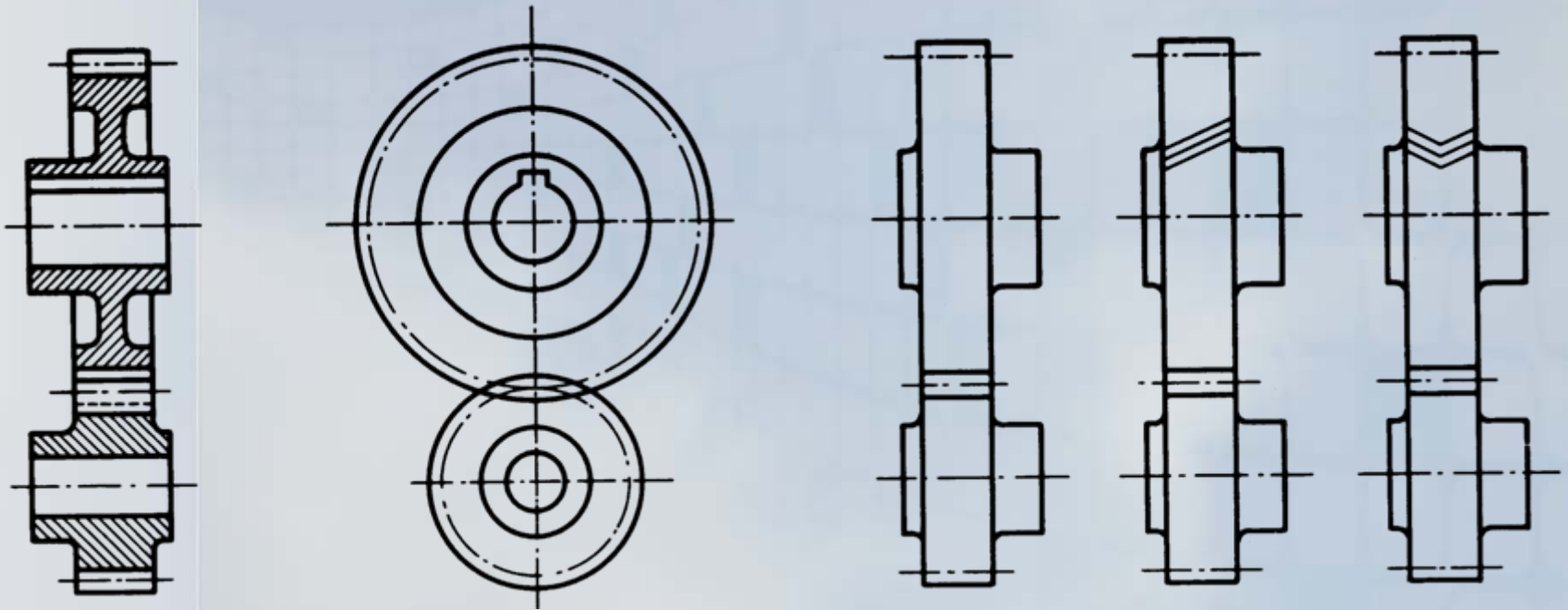
# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional

Engranaje exterior de ruedas cilíndricas.





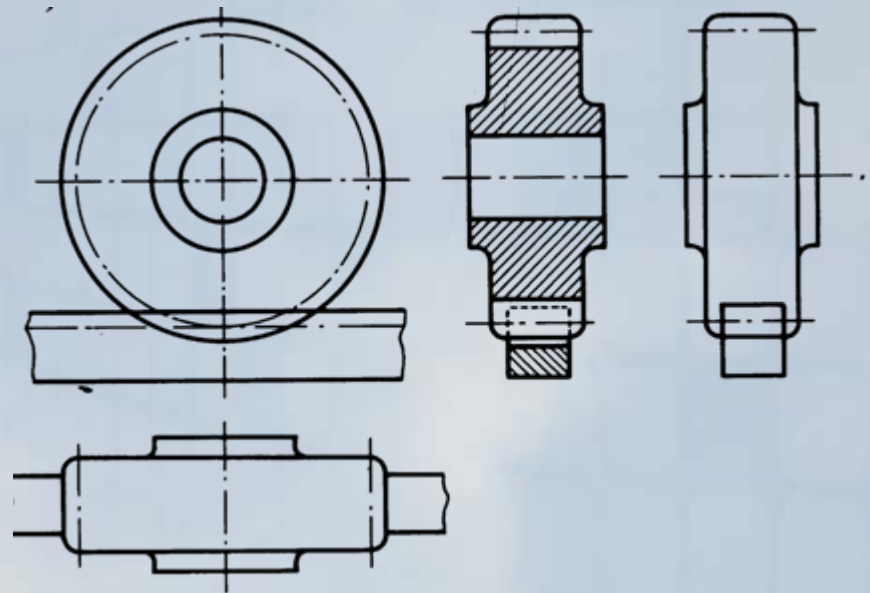
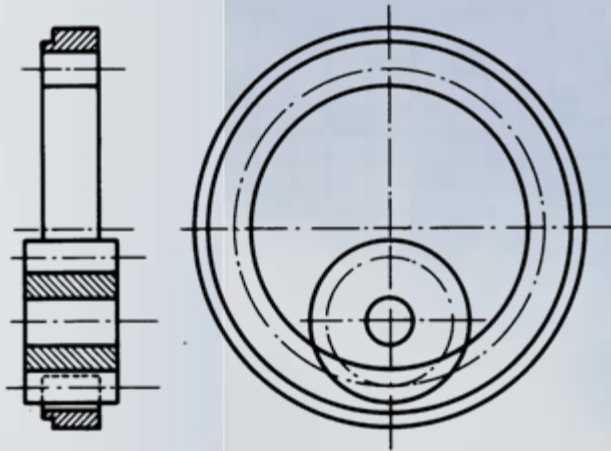
# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional

Engranaje interior de ruedas cilíndricas.



Engranaje de rueda con cremallera.



# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional

*DATOS A CONSIGNAR EN EL DIBUJO*

<i>DATOS DEL ENGRANAJE RECTO</i>	
<i>Módulo normal</i>	<i>Mn</i>
<i>Nº de dientes</i>	<i>Z</i>
<i>Angulo de presión</i>	$\alpha$
<i>Diámetro primitivo</i>	<i>Dp</i>
<i>Diámetro exterior</i>	<i>De</i>
<i>Altura del diente</i>	<i>At</i>
<i>Paso circular</i>	<i>Pc</i>
<i>Medida entre Y dientes</i>	<i>K</i>

#### FORMULAS

$$D_p = M_n \cdot Z$$

$$D_e = D_p + 2 M_n$$

$$D_e = M_n (Z + 2)$$

$$M_n = \frac{D_e}{Z + 2} ; A_t = 2,25 \cdot M_n$$

$$P_c = \pi \cdot M_n ; \text{Para } \alpha = 20^\circ :$$

$$K = M \left[ 2,952(Y-1) + 1,476 + (0,014 \cdot Z) \right]$$

$$Y = \text{Nº de dientes a medir}$$

<i>Z</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	<i>Y</i>
12 a 18	2	46 a 54	6
19 - 27	3	55 - 63	7
28 - 36	4	64 - 72	8
37 - 45	5	73 - 81	9

*Longitud del diente = 10 Mn*





# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional

DATOS DEL ENGRANAJE HELICOIDAL		
Módulo normal	Mn	
Nº de dientes	Z	
Angulo de presión	$\alpha$	
Angulo de inclinación de la hélice	$\beta$	
Sentido de la hélice	→	derecha
Diámetro primitivo	Dp	
Diámetro exterior	De	
Paso normal	Pn	
Paso helicoidal	Ph	
Altura del diente	At	
Módulo aparente	Ma	
Paso aparente	Pa	
Medida entre Y dientes	K	

#### FORMULAS

$$Mn = \frac{De}{\frac{Z}{\cos\beta} + 2} = \frac{De \cdot \cos\beta}{Z + 2 \cdot \cos\beta}$$

$$Dp = \frac{Mn \cdot Z}{\cos\beta}$$

$$De = Mn \left( \frac{Z}{\cos\beta} + 2 \right)$$

$$P = \pi \cdot Mn; Ph = \pi \cdot Dp \cdot \cotg\beta$$

$$At = 2,25 \cdot Mn$$

$$Ma = \frac{Mn}{\cos\beta}$$

$$Pa = \pi \cdot Ma = \frac{Mn}{\cos\beta} \cdot \pi$$

Para  $\alpha = 20^\circ$ :

$$K = Mn (k_1 + k_2 \cdot Z)$$

siendo:

$k_1$  - constante que depende de Y  
(Nº de dientes a medir.)

$k_2$  - constante que varia según  
el ángulo de inclinación de  
la hélice  $\beta$ .

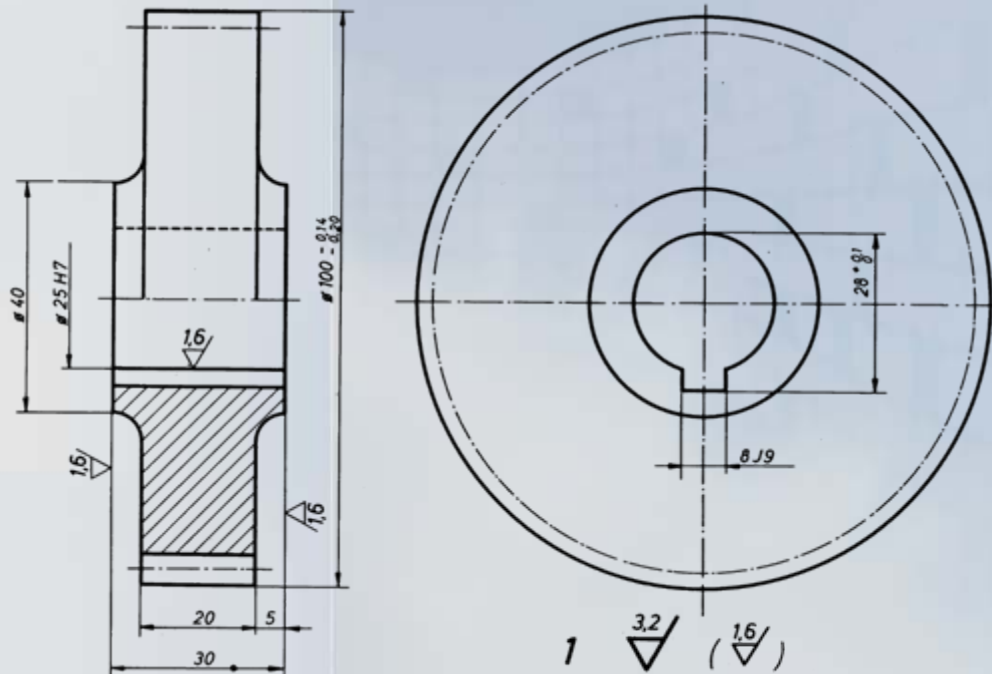


# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional



DATOS DE LA RUEDA DE DIENTES RECTOS		
Módulo	M	2
Nº de dientes	Z	48
Angulo de presión	$\alpha$	20°
Diámetro primitivo	$D_p$	96
Diámetro exterior	$D_e$	100
Altura del diente	$A_t$	4,50
Paso circular	$P_c$	6,28
Medida entre 6 dientes	K	33,816

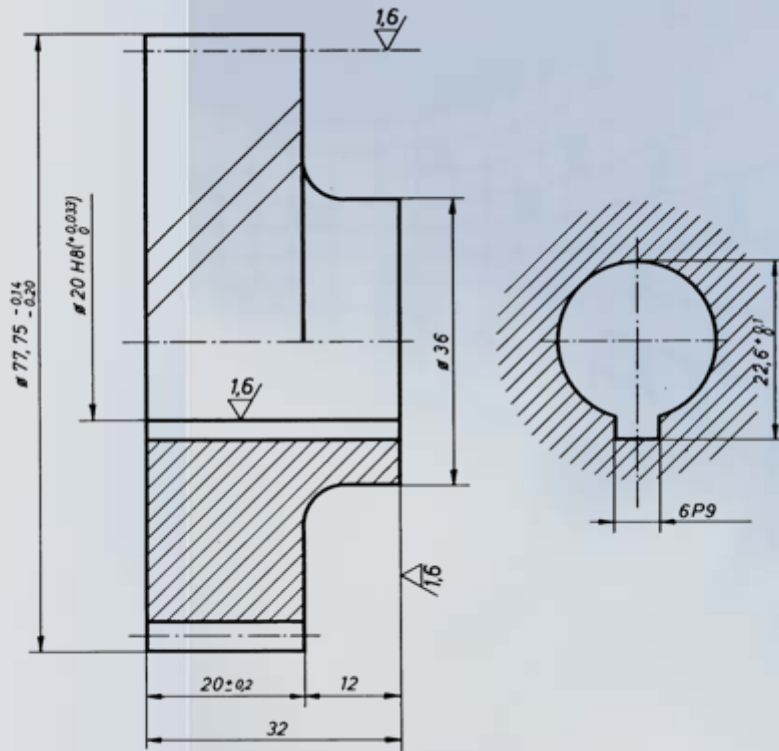


# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional



DATOS DE LA RUEDA HELICOIDAL		
Módulo normal	$M_n$	1,75
Nº de dientes	$Z$	30
Angulo de presión	$\alpha$	20°
Angulo de inclinación de la hélice	$\beta$	45°
Sentido de la hélice	→	izquierda
Diámetro primitivo	$D_p$	74,25
Diámetro exterior	$D_e$	77,75
Paso normal	$P_n$	5,50
Paso helicoidal	$P_h$	233,26
Altura del diente	$A_t$	3,94
Módulo aparente	$M_a$	2,47
Paso aparente	$P_a$	7,78
Medida entre 9 dientes	$K$	45,85

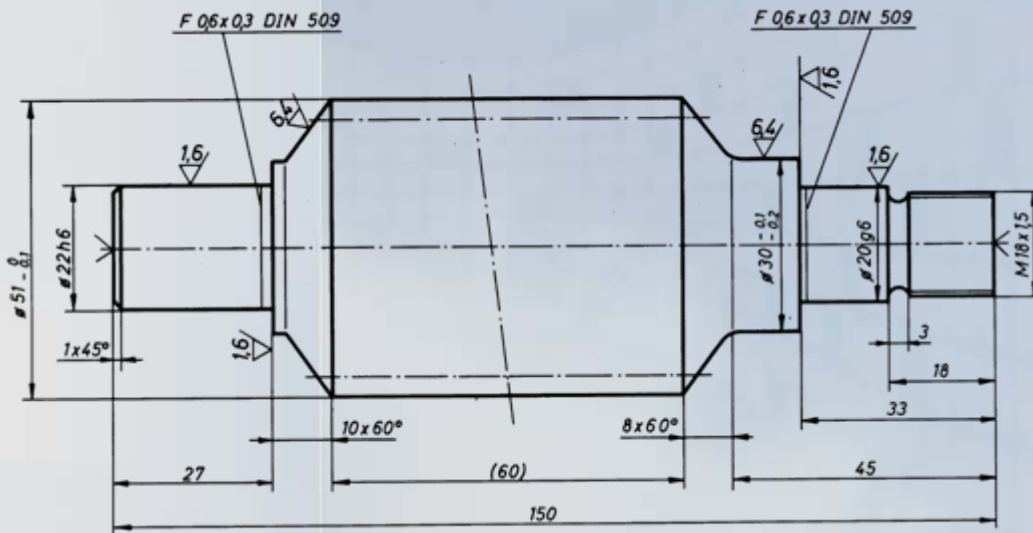


# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional



$\nabla (3.2 / \nabla, \nabla)$

DATOS DEL TORNILLO SINFIN		
Módulo normal	$M_n$	3
Número de entradas	$Z_1$	2
Angulos de los flancos	$\delta$	$40^\circ$
Angulo de inclinación de la hélice	$\beta_1$	$7^\circ 40'$
Sentido de la hélice		Derecha
Diámetro primitivo	$d_p$	45
Diámetro exterior	$d_e$	51
Altura del diente	$A_t$	6,75
Paso normal	$P_n$	9,42
Paso aparente	$P_a$	9,51
Paso de la hélice	$P_h$	19,02
Medida entre rodillos de $\nabla 5,01$	$K$	51,80

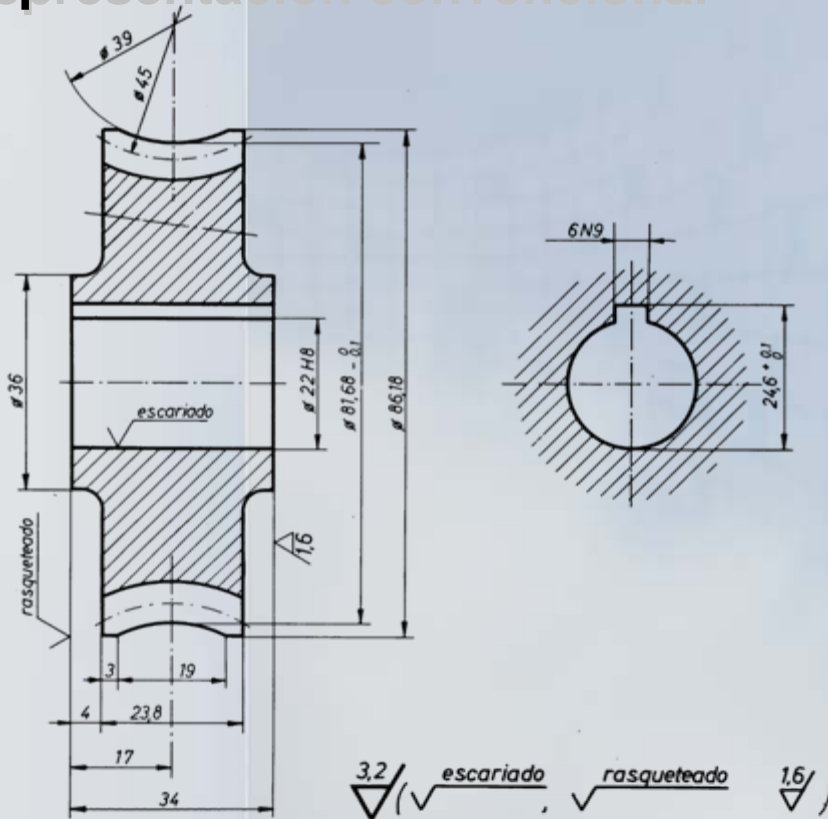


# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional



DATOS DE LA RUEDA SINFIN O CORONA		
Módulo normal	$M_n$	3
Número de dientes	$Z_2$	25
Angulo de los flancos	$\delta$	40°
Angulo de inclinación de la hélice	$\beta_2 = \beta_1$	7°40'
Sentido de la hélice	→	Derecha.
Diámetro primitivo	$D_p$	75,68
Diámetro exterior	$D_e$	81,68
Altura del diente	$A_t$	6,75
Diámetro exterior del diente reforzado	$D_{er}$	86,18
Diámetro primitivo del Sinfín	$d_p$	45

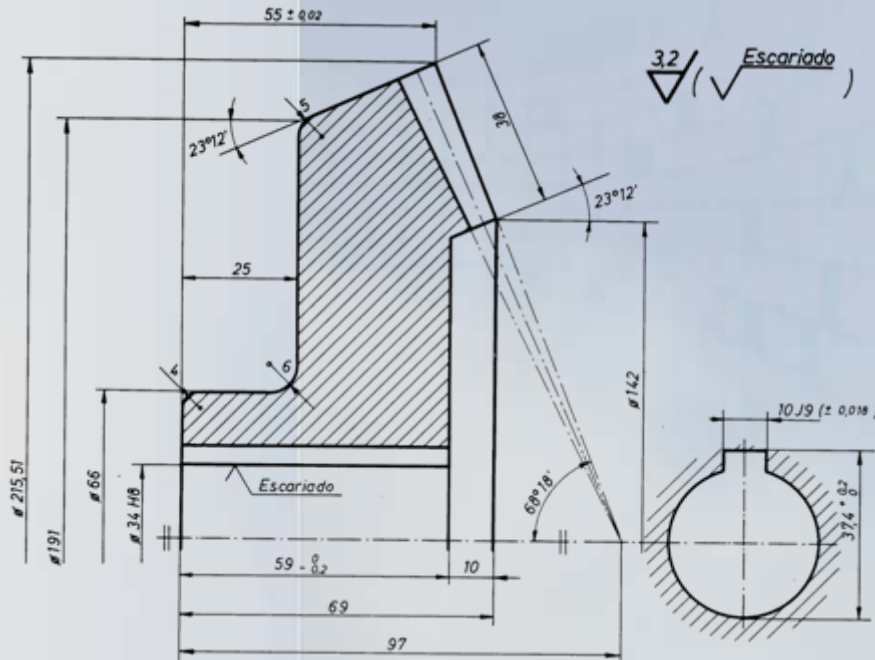


# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional



DATOS DE LA RUEDA CÓNICA DE DIENTES RECTOS

Módulo normal	$M_n$	3
Nº de dientes	$Z_2$	70
Angulo de presión	$\alpha$	20°
Angulo entre ejes	$\delta$	90°
Angulo primitivo	$\varphi_2$	66°48'
Angulo exterior	$\varphi_E$	68°18'
Diámetro primitivo	$D_p$	210
Diámetro exterior	$D_e$	215,51
Altura del diente	$A_t$	6,75
Paso normal	$P_n$	9,42
Nº de dientes del piñón	$Z_1$	30
Relación de transmisión	$i$	3:7

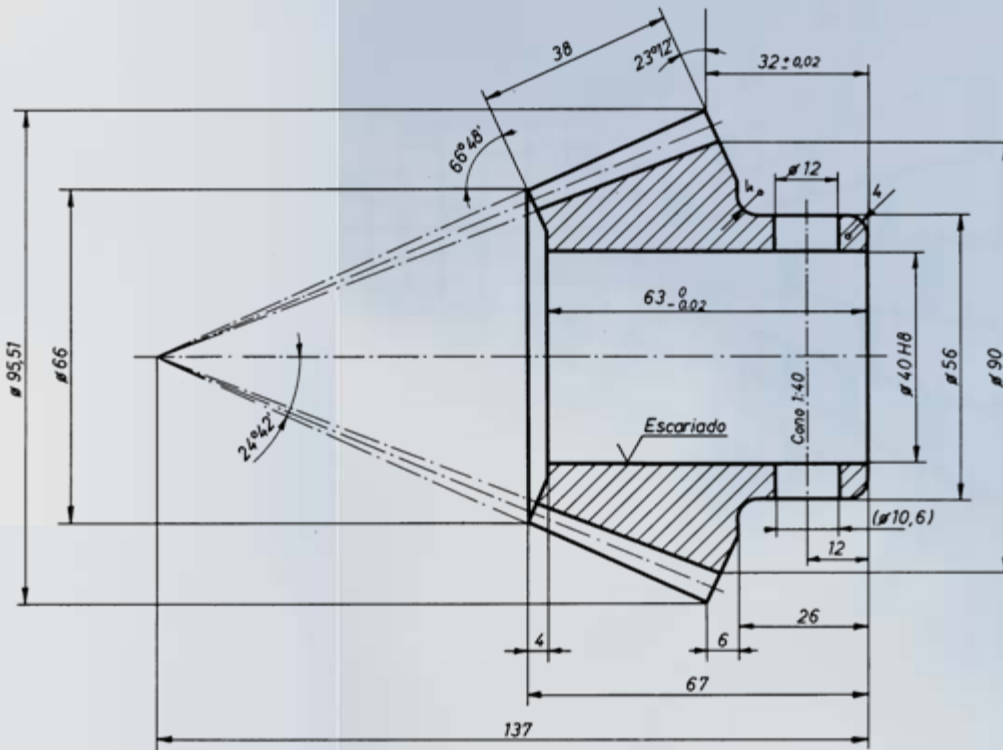


# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional



DATOS DEL PIÑÓN CONICO DE DIENTES RECTOS

Módulo normal	$M_n$	3
Nº de dientes	$Z_1$	30
Angulo de presión	$\alpha$	20°
Angulo entre ejes	$\delta$	90°
Angulo primitivo	$\varphi_1$	23°12'
Angulo exterior	$\varphi_e$	24°42'
Diámetro primitivo	$d_p$	90
Diámetro exterior	$d_e$	95,51
Altura del diente	$A_t$	6,75
Paso normal	$P_n$	9,42
Nº de dientes de la rueda	$Z_2$	70
Relación de transmisión	$i$	3:7

3,2 / (  $\sqrt{\text{Escariado}}$  )

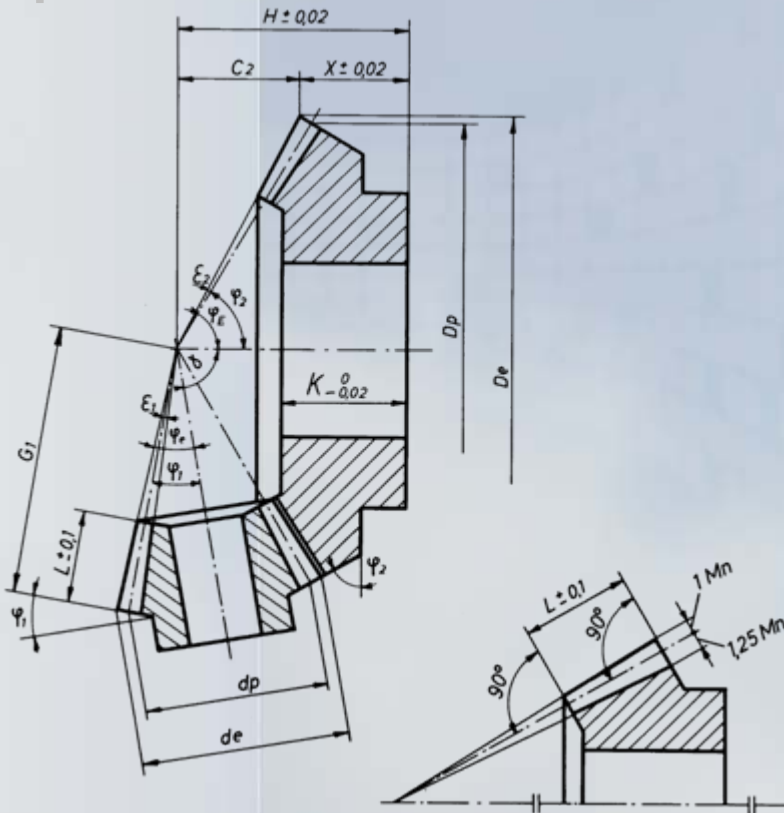


# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional



DATOS DEL ENGRANAJE CONICO DE DIENTES RECTOS	
Módulo normal	$M_n$
Nº de dientes del piñón	$Z_1$
Angulo de presión	$\alpha$
Angulo entre ejes	$\delta$
Angulo primitivo	$\varphi_1$
Angulo exterior	$\varphi_e$
Diámetro primitivo	$d_p$
Diámetro exterior	$d_e$
Altura del diente	$A_t$
Paso normal	$P_n$
Nº de dientes de la rueda	$Z_2$
Relación de transmisión	$i$





# INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

## 4.1 Diseño Mecánico

### 4.1.2 Definición y representación de Engranajes.

#### Representación convencional

