

Unidad

# 12

## Elementos transmisores del movimiento



# 12.1. Breve introducción histórica sobre las máquinas

- ❑ Leonardo da Vinci (Italia, año 1600).
- ❑ Christopher Polhem (Suecia, año 1696).
- ❑ Constedt (Suecia, año 1729).
- ❑ Hachette (Francia, año 1811)

Receptores.  
Reguladores.  
Comunicadores.  
Modificadores.  
Operadores.



a) Curo.



b) Plano inclinado.



c) Tornillo.



d) Rueda.



e) Palanca.

*Máquinas simples de la antigüedad.*

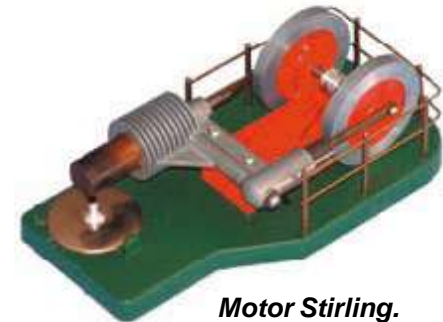
# 12.2. Máquinas o sistemas técnicos






Una **máquina** o **sistema técnico** es una combinación de mecanismos o dispositivos, agrupados adecuadamente, que aprovechan una forma predeterminada de energía, la transforman y producen un efecto final.

## A Elementos motrices

- ❑ Motores primarios.
- ❑ Motores secundarios.
  - ▶ Energía muscular.
  - ▶ Energía térmica.
    - a) Motores de combustión externa.
    - b) Motores de combustión interna.
  - ▶ Energía eléctrica



# B Elementos de máquinas

<i>Elementos de máquinas</i>	<i>Tipo</i>	<i>Clase</i>	<i>Algunas aplicaciones</i>
	<i>Mecánicos</i>	1. Transmisores del movimiento	
		2. Transformadores del movimiento	
		3. Auxiliares	
		4. De unión	
	<i>Eléctricos y electrónicos</i>	1. Generadores	
		2. Conductores (cables)	
		3. Receptores (bombillas, resistencias, motores, electroimanes, etcétera)	
		4. Acumuladores	
		5. Elementos de control (interruptor, conmutador, pulsador, etcétera)	
	<i>Neumáticos y óleo-hidráulicos</i>	1. Compresores, acumuladores, filtros, etcétera	
		2. Tuberías	
3. Válvulas de regulación			
4. Actuadores (motores, cilindros, etcétera)			

# 12.3. Elementos mecánicos transmisores del movimiento

Elementos mecánicos de transmisión del movimiento	Directos	Acoplamientos entre árboles	Rígidos		Bridas	
			Móviles		Junta elástica	
					Junta cardán	
					Junta homocinética	
					Junta Oldham	
	Ruedas	Deslizantes		Eje estriado		
		De fricción		Exteriores		
				Interiores		
				Troncocónicas		
		Dentadas (engranajes)	Montadas en ejes paralelos		Dientes rectos	
					Dientes helicoidales	
					Dientes en V	
					Epicicloidales	
			Montadas en ejes perpendiculares	Que se cortan	Engranajes cónicos rectos	
		Que se cruzan		Engranajes cónicos helicoidales		
Tornillo sin fin						
		Engranajes cónicos helicoidales				
		Hipoide				
Indirectos	Articulaciones	Movimiento de igual sentido				
		Movimiento en sentido contrario				
		Otra dirección				
	Por cuerda o cable	Mediante polea simple				
		Mediante polea compuesta (polipasto)				
	Por cadena	Entre engranajes (piñones)				
	Por correa	Entre poleas	Correa plana			
Correa trapezoidal						
Correa redonda						
		Entre engranajes	Correa dentada			

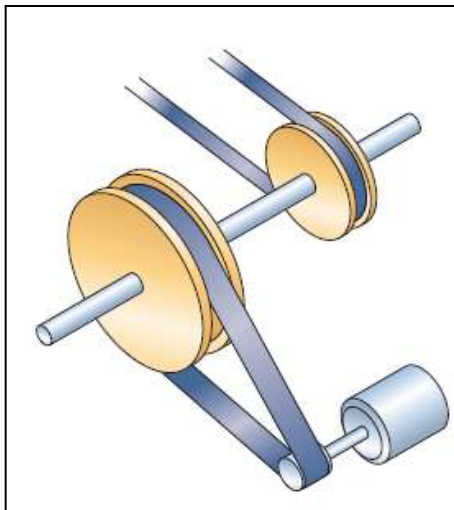
**Elementos mecánicos de transmisión del movimiento.**

## 12.4. Acoplamientos entre árboles

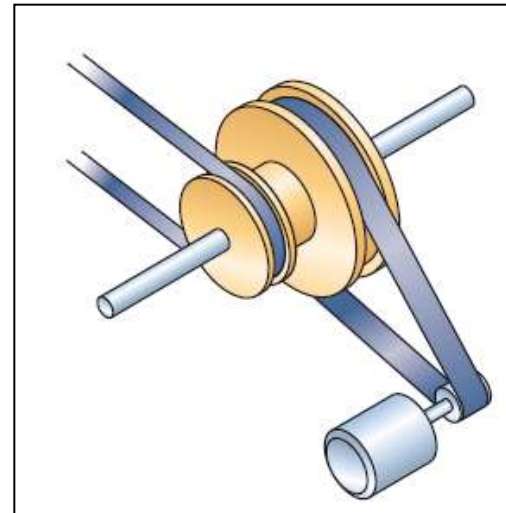


Se define como **árbol de transmisión** a un elemento de revolución que permite transmitir potencia o energía (véase la Figura 12.4).

Se define como **eje** a un elemento de máquinas, generalmente cilíndrico, que soporta diferentes piezas que giran, pero no transmite potencia. Por tanto, no se encuentra sometido a torsión (véase la Figura 12.5).



*Árbol de transmisión: está sometido a torsión.*



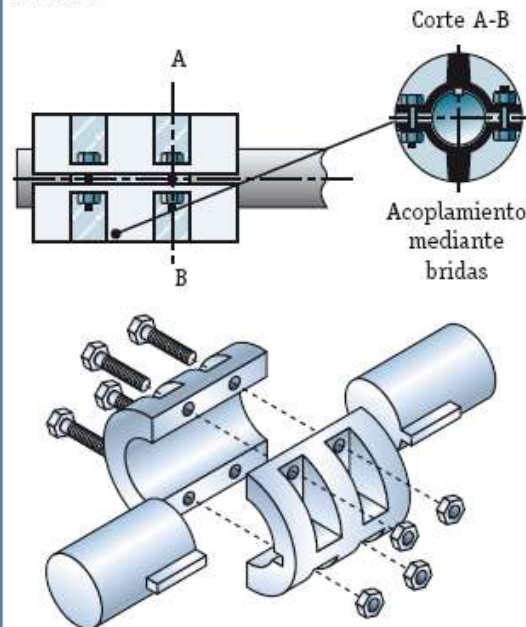
*Eje: solamente soporta el peso de las poleas.*

### Acoplamiento rígido

Los árboles se encuentran colocados en el mismo eje geométrico y no van a sufrir variación de posición durante el giro. Para ello se utilizan dos soluciones: *bridas* y *platillos*.

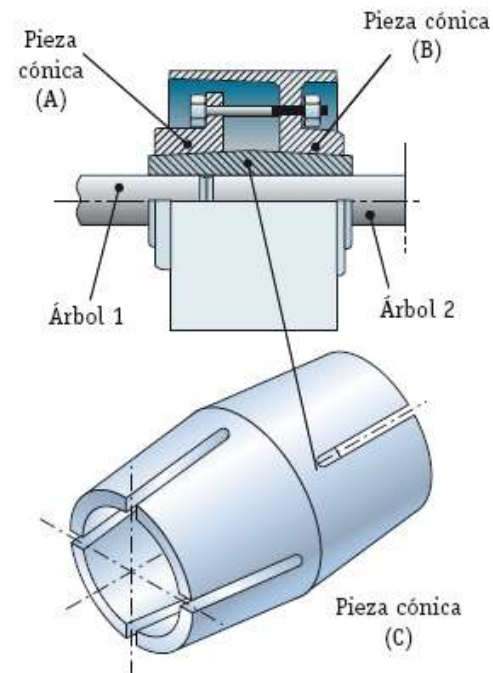
#### Mediante bridas

Se basa en colocar en los extremos de los dos árboles alineados dos medias bridas, de tal forma que, al apretar los tornillos que las unen, aprisionan los ejes impidiendo que se muevan uno con respecto al otro.



#### Mediante platillos

Apretando dos piezas cónicas interiores (A y B) entre sí, se comprime la pieza cónica (C) contra los dos árboles (1 y 2). De esta manera, al girar uno de los árboles, arrastrará al otro.



**Acoplamiento rígido entre árboles.**

**Acoplamiento móvil**

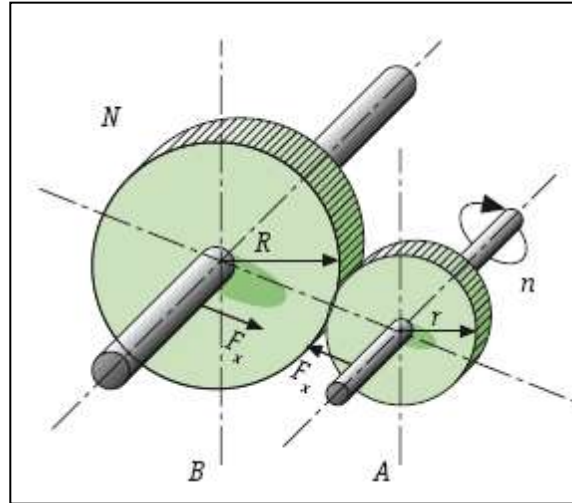
Permite una cierta inclinación entre los árboles de transmisión. Es decir, los ejes geométricos de ambos árboles pueden no estar alineados en algún momento durante el funcionamiento.

Junta	Figura	Características
<p>Juntas elásticas</p>		<p>Se trata de un acoplamiento elástico, generalmente de caucho, goma o neopreno, semejante al de la figura de la izquierda, que absorbe pequeñas irregularidades de giro y permite una variación máxima de 15° de desalineación entre ejes.</p>
<p>Juntas cardán o universales</p>		<p>La junta cardán o junta Hook se utiliza para transmitir el movimiento entre dos árboles no alineados. En la figura se puede ver su composición. En los extremos del eje se colocan dos horquillas (h), que se unen mediante una cruz o cruceta (c). Para permitir el giro entre la cruceta y la horquilla, se colocan unos rodamientos (r). Debido a las oscilaciones que produce este tipo de juntas durante el movimiento de giro, se colocan siempre dos en el mismo árbol.</p>
<p>Juntas homocinéticas</p>		<p>Cumplen la misma misión que las juntas cardán, pero no producen oscilaciones (como su nombre indica: homo, «igual»; cinética, «movimientos»). Este tipo de juntas se emplea principalmente en la industria del automóvil y, en concreto, en la transmisión del movimiento a las ruedas. En la figura se puede observar una de ellas.</p>
<p>Juntas Oldham</p>		<p>El acoplamiento de las diferentes partes que lo forman se muestra en la figura adjunta. En ambos extremos van colocados los discos (d) solidarios a los árboles (e). Para la transmisión del movimiento entre ambos árboles se coloca otro disco (f).</p> <p>Esta junta se emplea para transmitir movimiento entre dos árboles paralelos, separados por muy poca distancia.</p>
<p>Eje estriado deslizante</p>		<p>Este tipo de acoplamiento permite que el árbol pueda variar su longitud. También se le conoce con el nombre de <b>manguito deslizante</b>.</p>

**Acoplamiento móvil entre árboles.**



# 12.5. Transmisión por ruedas de fricción



*Transmisión de potencia sin deslizamiento mediante ruedas de fricción exteriores.*

$$F_x = \frac{60 P}{2 \pi n r \mu} ;$$

$n$  = número de revoluciones por minuto (rpm)

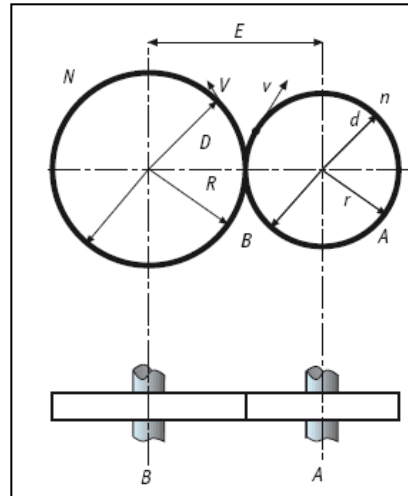
$r$  = radio de la rueda conductora (en m)

$\mu$  = coeficiente de rozamiento (entre 0 y 1)

$P$  = potencia a transmitir (en W)

$F_x$  = fuerza axial (en N)

# A Ruedas de fricción exteriores



*Ruedas de fricción y sus parámetros importantes.*

- Distancia entre ejes.

$$E = r + R$$

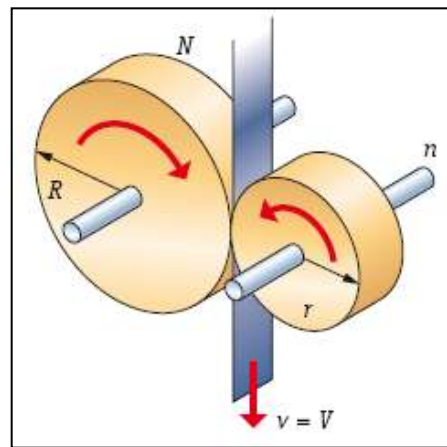
$$E = d / 2 + D / 2 = (d + D) / 2$$

## □ Relación de transmisión.

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot r \cdot n}{1000} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot N}{1000} ; r \cdot n = R \cdot N ; \text{ de donde: } \frac{r}{R} = \frac{N}{n}$$

$$\text{Pero como: } r = \frac{d}{2} \text{ y } R = \frac{D}{2}, \text{ se deduce que: } i = \frac{r}{R} = \frac{d}{D} = \frac{N}{n}$$

A  $i$  se le denomina **relación de transmisión**.



*Velocidad tangencial.*

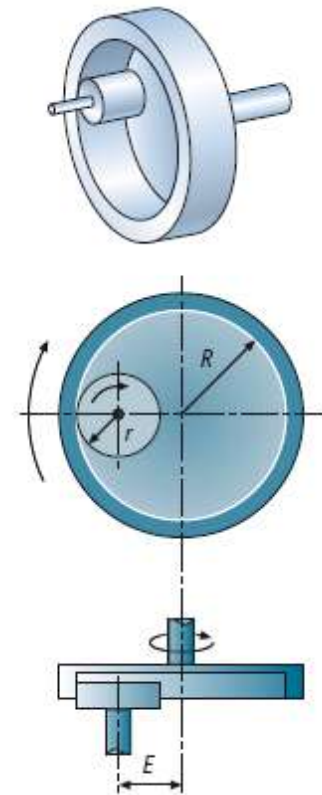
## B Ruedas de fricción interiores

- Distancia entre ejes.

$$E = R - r = \frac{(D - d)}{2}$$

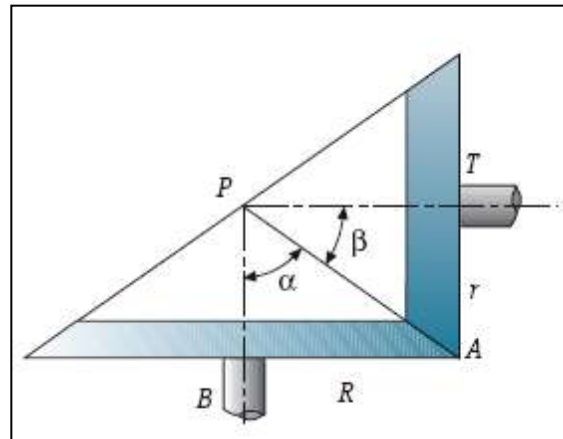
- Relación de transmisión.

$$i = \frac{r}{R} = \frac{d}{D} = \frac{N}{n}$$



*Ruedas de fricción interiores.*

## C Ruedas de fricción troncocónicas

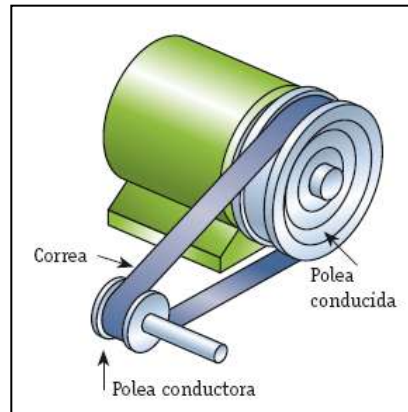


*Ruedas de fricción troncocónicas formando un ángulo recto.*

$$\frac{r}{R} = \operatorname{tg} \beta$$

$$i = \frac{r}{R} = \frac{d}{D} = \frac{N}{n} = \operatorname{tg} \beta$$

## D Transmisión mediante poleas y correas





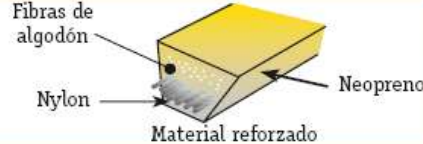

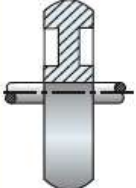



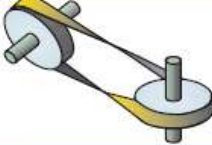

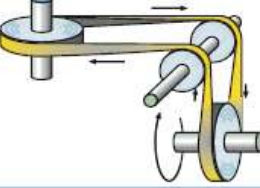
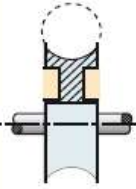

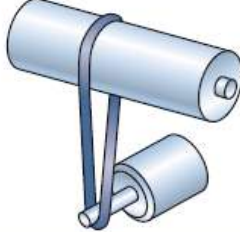
*Poleas y correa.*

### □ Relación de transmisión

$$i = \frac{r}{R} = \frac{d}{D} = \frac{N}{n}$$

Donde  $r$  es el radio de la polea conductora y  $R$  el radio de la conducida.

## □ Tipos de poleas y correas

Tipos	Polea	Correa	Material / aplicaciones	
<p><i>Trapezoidal.</i></p> <p>Es la más utilizada para usos industriales.</p>			<p>Fibras de algodón</p> <p>Nylon</p> <p>Neopreno</p> <p>Material reforzado</p> 	
<p><i>Plana/rectangular.</i></p> <p>Muy empleada para transmitir pequeñas potencias, como, por ejemplo, en el interior de casetes, o para transmitir el movimiento entre ejes que no son paralelos.</p> <p>La forma curvada de la polea evita su salida durante el giro (se auto-centra).</p>			 <p>Las dos ruedas giran en sentido contrario.</p>	
			 <p>Ejes que se cruzan.</p>	
			 <p>Ejes que se cortan formando un ángulo cualquiera.</p>	
<p><i>Redonda.</i></p> <p>Suele emplearse en máquinas que giran a muy pocas revoluciones (por ejemplo, máquinas de coser antiguas) o cuando es necesario transmitir el movimiento entre ejes que no son paralelos.</p>				

Principales tipos de poleas y correas.

## 12.6. Transmisión por engranajes



*Eje: Relación entre engranajes y ruedas de fricción.*

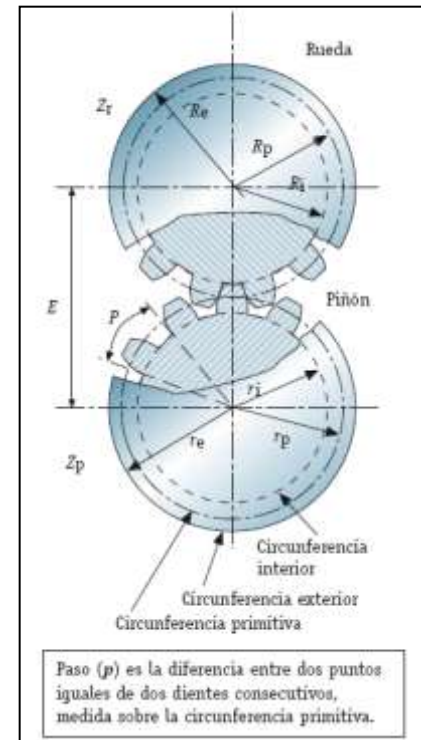


# A Transmisión entre árboles o ejes paralelos

## □ Engranajes de dientes rectos

- ▶ Tipo de circunferencia:
  - Circunferencia primitiva.
  - Circunferencia interior.
  - Circunferencia exterior.
- ▶ Módulo ( $m$ ).

$$p = \pi m.$$



**Forma y características de los engranajes de dientes rectos.**

*Módulos normalizados ( $m$ ), según norma UNE 18001*

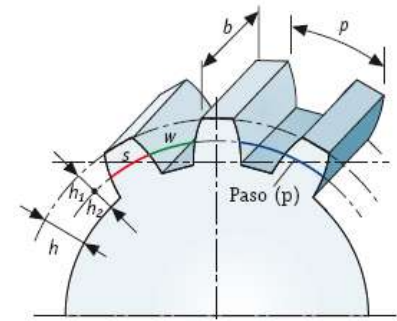
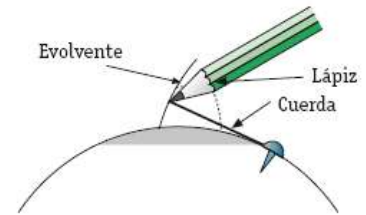
1 - 1,25 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20 - 25 - 32 - 40 y 50

► Relación de transmisión.

$$\frac{\pi d_p}{\pi D_p} = \frac{p Z_p}{p Z_r} = \frac{2 \pi r_p}{2 \pi R_p} \quad ; \quad i = \frac{r_p}{R_p} = \frac{d_p}{D_p} = \frac{Z_p}{Z_r} = \frac{N}{n}$$

► Características del dientes.

$h_1 =$ altura de <i>addendum</i> = 1 m $h_2 =$ altura de <i>dedendum</i> = 1,25 m $h =$ altura del diente = $h_1 + h_2 = 2,25$ m $b =$ longitud del diente = 10 m	$S =$ grueso del diente = $(19/40) p$ $W =$ hueco del diente = $(21/40) p$ Paso = $p = \pi m = W + S$
---	---

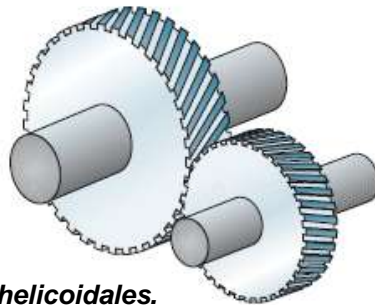


**Generación teórica del perfil de un diente y algunas características.**

► Valor de los diámetros

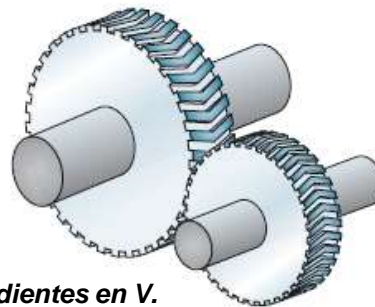
Diámetro	Para la rueda	Para el piñón
Primitivo	Longitud de la circunferencia primitiva = $= n D_p = p Z_r = \pi m Z_r ; D_p = m Z_r$	Longitud de la circunferencia primitiva = $= n d_p = p Z_p = \pi m Z_p ; d_p = m Z_p$
Exterior	$D_e = D_p + 2 h_1 = m Z_r + 2 m = m (Z_r + 2)$ $D_e = m (Z_r + 2)$	$d_e = d_p + 2 h_1 = m Z_p + 2 m = m (Z_p + 2)$ $d_e = m (Z_p + 2)$
Interior	$D_i = D_p - 2 h_2 = m Z_r - 2 \cdot 1,25 m = m (Z_r - 2,5)$ $D_i = m (Z_r - 2,5)$	$d_i = d_p - 2 h_2 = m Z_p - 2 \cdot 1,25 m = m (Z_p - 2,5)$ $d_i = m (Z_p - 2,5)$

## □ Engranajes de dientes helicoidales



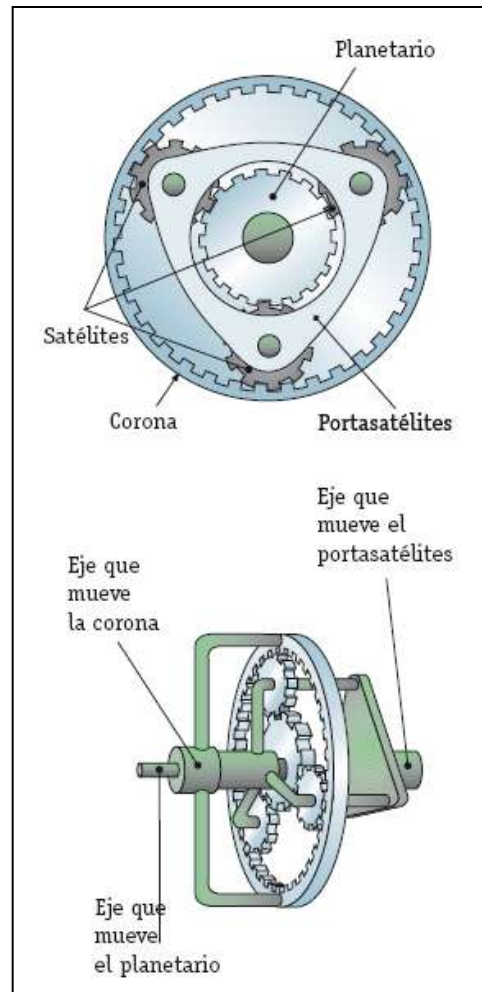
*Engranajes helicoidales.*

## □ Engranajes de dientes en V


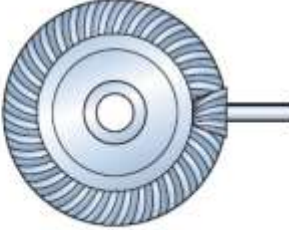


*Engranajes de dientes en V.*

## □ Engranajes epicicloidales



# B Transmisión entre ejes perpendiculares que se cortan

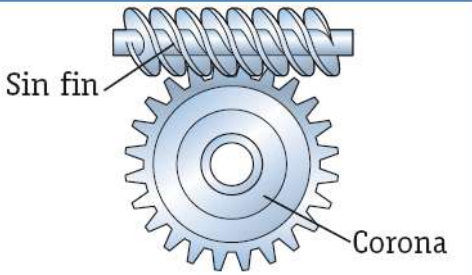
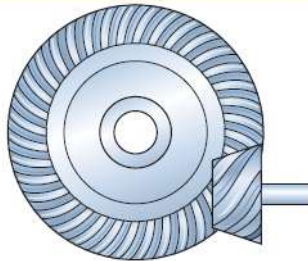
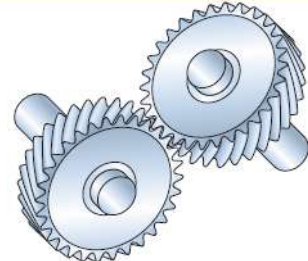
<i>Engranajes cónicos</i>	
<i>De dientes rectos</i>	<i>De dientes helicoidales</i>
	

*Engranajes cónicos.*



*Aplicación directa de los engranajes cónicos.*

# C Transmisión entre ejes perpendiculares que se cruzan

<i>Tornillo sin fin-corona</i>	<i>Hipoide</i>	<i>Engranaje helicoidal</i>
 <p>Sin fin</p> <p>Corona</p>		
<p>El movimiento solamente se transmite de la corona al tornillo y nunca al revés. Esto lo hace muy adecuado para uso en tomos que suben agua o materiales de construcción, ascensores, etcétera.</p>	<p>Se trata de dos engranajes cónicos helicoidales. Uno de ellos se ha desplazado para que no se corten sus ejes geométricos.</p>	<p>El ángulo que forman los engranajes es opuesto. La suma algebraica (ángulo de uno menos ángulo de otro) es igual al ángulo que forman sus ejes.</p>

***Soluciones para la transmisión entre ejes perpendiculares que se cruzan.***