Centro de Estudios ILLICE

PRUEBA DE ACCESO A GRADO SUPERIOR

TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

Tecnología Industrial · Prueba de acceso a Grado Superior

Primera edición: 2026

© 2026 Juan Marcos Sanmartín. Todos los derechos reservados.

Edita: Juan Marcos Sanmartín (Centro de Estudios Illice) · Pont dels Ortissos, 6, entresuelo · 03203 Elche (Alicante)
contacto@centrodeestudiosillice.com · www.centrodeestudiosillice.com

Este libro es para uso personal de quien lo ha comprado. Queda prohibida su reproducción, distribución, comunicación pública o transformación, total o parcial, por cualquier medio (incluidos WhatsApp, redes sociales y plataformas de apuntes), sin autorización escrita del titular, conforme a la Ley de Propiedad Intelectual.

Si has recibido este libro sin haberlo comprado, puedes conseguir tu propia copia en www.centrodeestudiosillice.com/libros

ÍNDICE

BLOQUE I. MATERIALES Y FABRICACIÓN

Tema 1 Los materiales: estructura, propiedades y ensayos 5
Tema 2 Los metales: obtención, corrosión y tratamientos 23
Tema 3 Plásticos, madera, cerámicos y nuevos materiales 39
Tema 4 Fabricación: conformado, mecanizado, uniones y seguridad 55

BLOQUE II. SISTEMAS MECÁNICOS

Tema 5 Estructuras y esfuerzos 73
Tema 6 Mecanismos de transmisión del movimiento 87
Tema 7 Mecanismos de transformación del movimiento, apoyos y uniones 103
Tema 8 Motores térmicos 117
Tema 9 Máquinas frigoríficas y bombas de calor 133
Tema 10 Neumática e hidráulica: principios y componentes 147
Tema 11 Circuitos neumáticos e hidráulicos 163

BLOQUE III. SISTEMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Tema 12 Circuitos de corriente continua 179
Tema 13 Componentes, generación y máquinas eléctricas 197

BLOQUE IV. AUTOMATIZACIÓN

Tema 14 Sistemas automáticos de control y sensores 213

BLOQUE V. TECNOLOGÍA SOSTENIBLE

Tema 15 Fuentes de energía y centrales eléctricas 227
Tema 16 Consumo, ahorro energético e impacto ambiental 245

ANEXOS

Anexo A Formulario, unidades y símbolos 261
Anexo B Ejercicios resueltos 271
Anexo C La prueba y las cinco últimas convocatorias, resueltas 293

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

Centro de Estudios ILLICE

PRUEBA DE ACCESO A GRADO SUPERIOR

TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DEL MOVIMIENTO

6

Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

Casi todas las máquinas tienen un motor que produce movimiento y una parte que lo aprovecha: la rueda de un vehículo, el tambor de una lavadora, la cuchilla de una batidora, la cinta de un ascensor. Entre los dos hay una serie de piezas que llevan ese movimiento de un sitio a otro y que, por el camino, cambian su velocidad, su fuerza o su sentido. Son los **mecanismos**.

Este tema estudia los mecanismos de transmisión: la palanca, las poleas con correa, las ruedas de fricción, los engranajes, el tornillo sin fin, la cadena y los trenes que se forman al combinarlos. Todos se resuelven con muy pocas ecuaciones, y casi todas dicen lo mismo: lo que se gana en velocidad se pierde en fuerza, y al revés. El tema siguiente trata los mecanismos que transforman un giro en un desplazamiento (y viceversa) y las piezas que sujetan y unen los elementos de una máquina.

1. Máquinas, mecanismos y movimientos

1.1. De la máquina al mecanismo

Una **máquina** es un conjunto de elementos que transforma una energía en otra o que aprovecha una energía para hacer un trabajo. Las más sencillas, las **máquinas simples** (la palanca, la polea, el plano inclinado, la rueda, la cuña y el tornillo), constan de una o dos piezas. Las **máquinas compuestas** encadenan varias.

En una máquina compuesta se distinguen tres partes:

- el **elemento motriz**, que recibe la energía y produce el movimiento (un motor eléctrico, un motor de combustión, la fuerza de una persona en un pedal o una manivela);
- el **mecanismo**, que lleva el movimiento hasta donde se necesita y lo adapta;
- el **elemento receptor**, que hace el trabajo útil (la rueda, la broca, el tambor, el brazo que levanta una carga).

Un **mecanismo** es, por tanto, el conjunto de piezas que transmite el movimiento y la fuerza del elemento motriz al receptor. Como un mecanismo no crea energía, si aumenta la fuerza tiene que disminuir la velocidad, y al revés. En un mecanismo real, además, una parte de la energía se pierde por rozamiento y se convierte en calor.

1.2. Los movimientos que maneja un mecanismo

Los movimientos de las piezas de una máquina son de cuatro tipos:

Tabla 6.1. Tipos de movimiento en las máquinas

Movimiento	Cómo es	Ejemplos
Rotatorio (circular)	La pieza gira alrededor de un eje, siempre en el mismo sentido	Eje de un motor, rueda, polea
Lineal (rectilíneo)	La pieza se desplaza en línea recta, en un solo sentido	Cinta transportadora, cremallera
Alternativo	La pieza va y viene en línea recta	Pistón de un motor, hoja de una sierra de calar
Oscilante (pendular)	La pieza gira a un lado y a otro, sin dar la vuelta completa	Péndulo de un reloj, balancín

Según lo que hagan con el movimiento, los mecanismos se dividen en dos grandes familias:

- **Mecanismos de transmisión**: el movimiento de salida es del mismo tipo que el de entrada (de giro a giro, o de lineal a lineal); solo cambian su velocidad, su fuerza, su sentido o su posición. Son los de este tema.

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

- **Mecanismos de transformación**: el movimiento de salida es de otro tipo (de giro a lineal, de giro a alternativo…). Son los del tema 7.

Un mecanismo es **reversible** si, intercambiando la entrada y la salida, también funciona: se puede mover el elemento de salida y el de entrada se mueve. Un engranaje de dos ruedas lo es; un tornillo sin fin con su corona, en general, no (apartado 5).

2. La palanca

Una **palanca** es una barra rígida que puede girar alrededor de un punto de apoyo llamado **fulcro**. Sobre ella actúan dos fuerzas: la **potencia** (F), que es la que se aplica, y la **resistencia** (R), que es la que se vence (un peso, la tapa que se quiere abrir, la fuerza de un tornillo atascado). La distancia del fulcro a la recta de cada fuerza es su **brazo**: brazo de potencia (B_F) y brazo de resistencia (B_R).

Una palanca está en equilibrio cuando la potencia por su brazo es igual a la resistencia por el suyo. Es la **ley de la palanca**:

$$F \cdot B_F = R \cdot B_R$$

Si el brazo de potencia es mayor que el de resistencia, basta una fuerza pequeña para vencer una resistencia grande, a cambio de que el extremo de la potencia recorra más camino. Si es menor, hace falta más fuerza, pero el extremo de la resistencia se mueve más deprisa y más lejos.

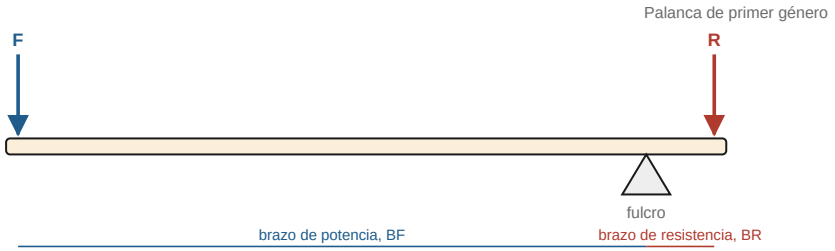


Figura 6.1. Palanca de primer género: el fulcro está entre la potencia y la resistencia. Con el brazo de potencia ocho veces mayor que el de resistencia, la fuerza necesaria es la octava parte de la resistencia.

Según dónde esté el fulcro, hay tres géneros de palanca:

Tabla 6.2. Los tres géneros de palanca

Género	Qué está en medio	¿Ahorra fuerza?	Ejemplos
Primero	El fulcro	Depende de los brazos	Balancín, tijeras, alicates, pata de cabra
Segundo	La resistencia	Siempre ($B_F > B_R$)	Carretilla, cascanueces, abrebotellas
Tercero	La potencia	Nunca ($B_F < B_R$); gana en movimiento	Pinzas, caña de pescar, el antebrazo

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

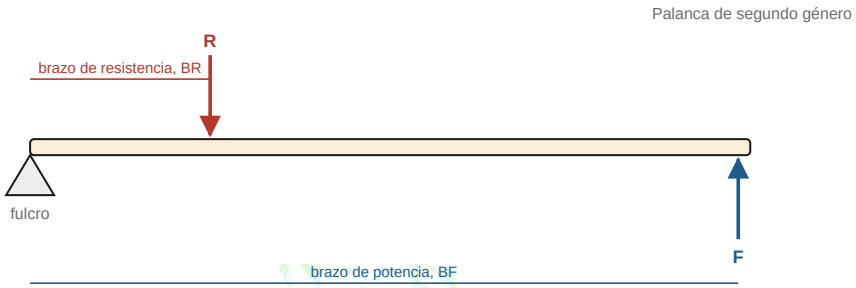


Figura 6.2. Palanca de segundo género: la resistencia está entre el fulcro y la potencia, así que el brazo de potencia es siempre el mayor.

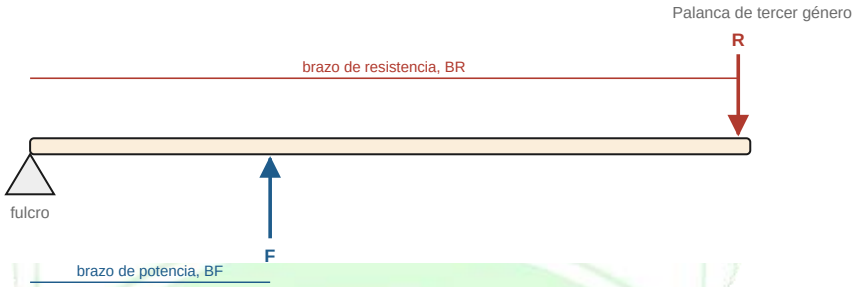


Figura 6.3. Palanca de tercer género: la potencia está en medio y su brazo es el menor; hace falta más fuerza que la resistencia.

EJEMPLO RESUELTO · UNA PATA DE CABRA

Con una pata de cabra se quiere arrancar un clavo que opone una resistencia de 600 N. El clavo queda a 5 cm del punto de apoyo y la mano empuja a 40 cm de él. Calcule la fuerza que hay que hacer.

Datos. $R = 600\ \text{N}$; $B_R = 5\ \text{cm}$; $B_F = 40\ \text{cm}$ (los dos brazos en la misma unidad; no hace falta pasarlos a metros).

Planteamiento. Es una palanca de primer género (el apoyo está entre la mano y el clavo). Ley de la palanca: $F \cdot B_F = R \cdot B_R$.

Despeje y sustitución. $F = \dfrac{R \cdot B_R}{B_F} = \dfrac{600 \cdot 5}{40} = 75\ \text{N}$.

Comentario. Como el brazo de potencia es ocho veces el de resistencia, la fuerza es ocho veces menor. A cambio, la mano recorre ocho veces más camino que la cabeza del clavo.

3. Poleas y correas

3.1. La polea

Una **polea** es una rueda con una ranura (la *garganta*) en su borde por la que pasa una cuerda, un cable o una correa. Una **polea fija**, colgada de un soporte, no ahorra fuerza pero cambia su dirección: es más cómodo tirar hacia abajo que levantar hacia arriba. Una **polea móvil**, que sube con la carga, reparte el peso entre los dos tramos de cuerda, y la fuerza necesaria es la mitad. Un **polipasto** combina varias poleas fijas y móviles: con n poleas móviles, la fuerza ideal es $F = R/2^n$ si cada polea móvil cuelga de la anterior, o $F = R/(2n)$ si todas las móviles van en un mismo bloque.

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

3.2. Transmisión por correa

Dos poleas unidas por una **correa** transmiten un movimiento de giro de un eje a otro alejado de él. La polea que mueve el motor es la **motriz** (o conductora), y la otra, la **conducida**. Si la correa no resbala, todos sus puntos llevan la misma velocidad, que es la del borde de las dos poleas. Por eso la polea pequeña gira más deprisa que la grande, en proporción inversa a los diámetros:

$$d_1 \cdot n_1 = d_2 \cdot n_2$$

donde d es el diámetro de cada polea y n su velocidad de giro, que en tecnología se da casi siempre en **revoluciones por minuto** (rpm, vueltas por minuto). El subíndice 1 es la motriz y el 2 la conducida.

La **relación de transmisión** (i) compara la velocidad de salida con la de entrada:

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

- Si $i < 1$, la conducida gira más despacio que la motriz: el mecanismo es **reductor** (gana fuerza, pierde velocidad).
- Si $i > 1$, gira más deprisa: es **multiplicador**.
- Si $i = 1$, las dos giran igual.

Se suele escribir como fracción o como proporción: una relación $i = 1/3$ (o 1:3) quiere decir que la conducida da una vuelta por cada tres de la motriz. Algunos libros definen la relación de transmisión al revés, como n_1/n_2; lo importante es decir siempre cuál se usa. Aquí, $i = n_2/n_1$.

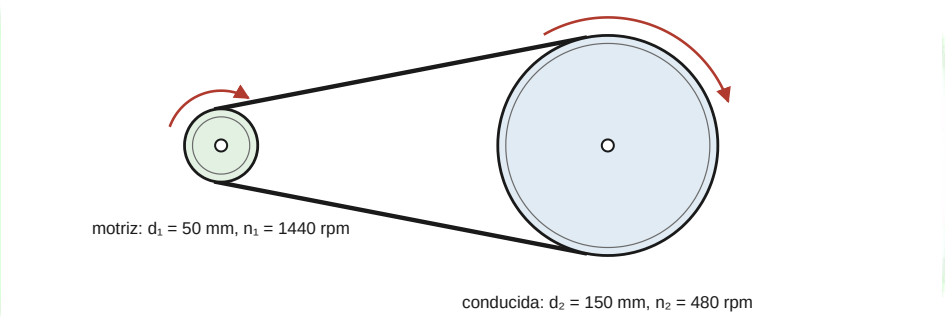


Figura 6.4. Transmisión por correa abierta: las dos poleas giran en el mismo sentido. La conducida, tres veces mayor, gira tres veces más despacio.

EJEMPLO RESUELTO · UN REDUCTOR DE CORREA

Un motor gira a 1440 rpm y lleva una polea de 50 mm de diámetro, unida por correa a otra de 150 mm. Calcule la velocidad de la polea conducida y la relación de transmisión. ¿Es reductor o multiplicador?

Datos. $d_1 = 50\ \text{mm}$; $n_1 = 1440\ \text{rpm}$; $d_2 = 150\ \text{mm}$.

Planteamiento. Sin deslizamiento, $d_1 n_1 = d_2 n_2$.

Despeje y sustitución. $n_2 = \dfrac{d_1 \cdot n_1}{d_2} = \dfrac{50 \cdot 1440}{150} = 480\ \text{rpm}$; $i = \dfrac{d_1}{d_2} = \dfrac{50}{150} = \dfrac{1}{3}$.

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

Comentario. Como $i < 1$, es un reductor: la polea grande da una vuelta por cada tres de la pequeña. Comprobación: $n_2/n_1 = 480/1440 = 1/3$.

3.3. Correa cruzada, tipos de correa y poleas escalonadas

Si la correa se cruza en forma de ocho, la conducida gira en **sentido contrario** a la motriz; las velocidades se calculan igual. Las correas pueden ser **planas**, **trapezoidales** (en V, que se encajan en la garganta y resbalan menos) o **dentadas** (síncronas), que no resbalan nada porque sus dientes encajan en los de la polea; por eso se usan cuando dos ejes tienen que ir exactamente sincronizados, como el cigüeñal y el árbol de levas de un motor.

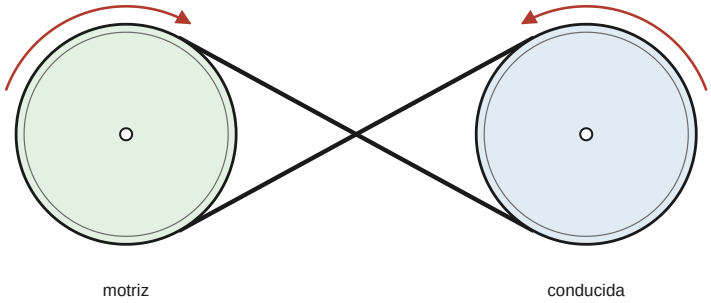


Figura 6.5. Con la correa cruzada, la polea conducida gira en sentido contrario a la motriz.

La correa tiene ventajas claras: es barata, silenciosa, puede unir ejes alejados y, si la máquina se atasca, resbala y protege el motor. Su inconveniente es ese mismo resbalamiento (salvo en las dentadas), que hace que la relación de transmisión real sea algo menor que la calculada, y que se desgasta y hay que tensarla.

Para tener varias velocidades con un mismo motor se usan **poleas escalonadas** (o conos de poleas): dos poleas con varias gargantas de distinto diámetro, montadas en sentido opuesto para que la correa pueda pasar de un escalón a otro sin cambiar de longitud. Cada pareja de escalones da una relación de transmisión distinta; la velocidad máxima se obtiene con la garganta más grande en el eje motriz y la más pequeña en el conducido, y la mínima, al revés.

3.4. Ruedas de fricción

Las **ruedas de fricción** transmiten el giro por contacto directo, sin correa: una rueda empuja a la otra gracias al rozamiento. Se cumple la misma ley que en las poleas, $d_1 n_1 = d_2 n_2$, pero las dos ruedas giran en **sentidos contrarios** (si son exteriores). Solo sirven para fuerzas pequeñas, porque resbalan con facilidad: dinamos de bicicleta, algunos reproductores y aparatos de laboratorio.

4. Engranajes

4.1. Qué son y cómo se describen

Un **engranaje** es un par de ruedas dentadas cuyos dientes encajan unos en otros, de modo que al girar una arrastra a la otra sin resbalar. A la rueda menor se la suele llamar **piñón**, y a la mayor, *rueda* o *corona*. Transmiten fuerzas mucho mayores que las correas y mantienen la relación de transmisión exacta, a cambio de ser más caros y ruidosos y de necesitar que los ejes estén cerca y bien alineados.

Para describir una rueda dentada se usan estas magnitudes (Figura 6.6):

- **Número de dientes**, z.

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

- **Diámetro primitivo**, d: el de la circunferencia (primitiva) en la que dos ruedas que engranan se tocan como si fueran ruedas de fricción. Es el que se usa en los cálculos.
- **Paso** (circular), p: la distancia entre dos dientes consecutivos, medida sobre la circunferencia primitiva. Como en la circunferencia caben z pasos, $p = \pi d / z$.
- **Módulo**, m: el cociente entre el diámetro primitivo y el número de dientes. Se da en milímetros y mide el tamaño del diente: a más módulo, dientes más grandes y más robustos.

$$m = \frac{d}{z} \qquad\qquad p = \pi \cdot m$$

Además, la altura del diente por encima de la primitiva (la *cabeza*) es igual al módulo, de modo que el **diámetro exterior** es $d_e = d + 2m$. Por debajo de la primitiva el diente se hunde algo más, $1{,}25\,m$, hasta la circunferencia de fondo.

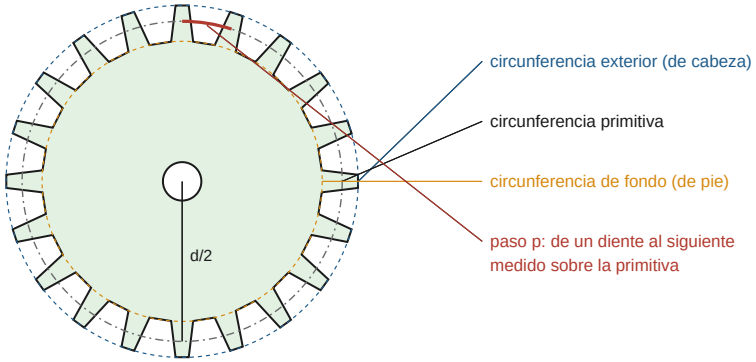


Figura 6.6. Medidas de una rueda dentada. El diámetro primitivo es el que entra en los cálculos; el paso se mide sobre la circunferencia primitiva.

Los módulos están normalizados (norma ISO 54) para que las ruedas de distintos fabricantes sean intercambiables. Los de la serie preferente son 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20 mm…

4.2. La condición para que dos ruedas engranen

Para que los dientes de una rueda encajen en los huecos de la otra, el diente y el hueco tienen que ser del mismo tamaño: **dos ruedas solo engranan si tienen el mismo módulo** y, por tanto, el mismo paso. El número de dientes y el diámetro pueden ser distintos. Como $d = m \cdot z$, en un par que engrana los diámetros son proporcionales al número de dientes, y la distancia entre los ejes es la suma de los radios primitivos:

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m\,(z_1 + z_2)}{2}$$

EJEMPLO RESUELTO · MÓDULO, PASO Y RUEDA COMPAÑERA

Una rueda dentada tiene 36 dientes y un diámetro primitivo de 90 mm. Calcule su módulo, su paso y su diámetro exterior. Si se quiere que engrane con otra de 50 dientes, ¿qué diámetro primitivo debe tener la segunda y a qué distancia quedarán los ejes?

Datos. $z_1 = 36$; $d_1 = 90\ \text{mm}$; $z_2 = 50$.

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

Planteamiento. $m = d/z$; $p = \pi m$; $d_e = d + 2m$. Para engranar, la segunda rueda tiene el mismo módulo.

Sustitución. $m = \dfrac{90}{36} = 2{,}5\ \text{mm}$; $p = \pi \cdot 2{,}5 = 7{,}85\ \text{mm}$; $d_e = 90 + 2 \cdot 2{,}5 = 95\ \text{mm}$. Segunda rueda: $d_2 = m \cdot z_2 = 2{,}5 \cdot 50 = 125\ \text{mm}$. Distancia entre ejes: $a = \dfrac{90 + 125}{2} = 107{,}5\ \text{mm}$.

Comentario. El módulo de 2,5 mm es uno de los normalizados. La rueda de 50 dientes es más grande en la misma proporción que tiene más dientes: $125/90 = 50/36$.

4.3. Velocidades y relación de transmisión

En un engranaje, cada diente de la motriz que pasa por el punto de contacto empuja un diente de la conducida. En un minuto pasan $z_1 n_1$ dientes de una y $z_2 n_2$ de la otra, y tienen que ser los mismos:

$$z_1 \cdot n_1 = z_2 \cdot n_2 \qquad\qquad i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

Las dos ruedas de un engranaje exterior giran en **sentidos contrarios**.

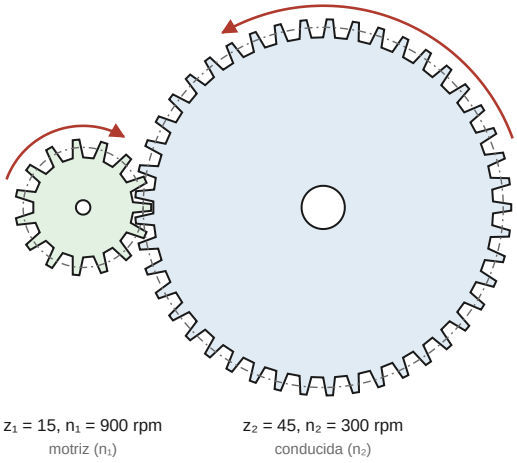


Figura 6.7. Engranaje reductor: el piñón de 15 dientes arrastra una rueda de 45 dientes, que gira tres veces más despacio y en sentido contrario.

EJEMPLO RESUELTO · UN ENGRANAJE REDUCTOR

Un piñón de 15 dientes, montado en el eje de un motor que gira a 900 rpm, engrana con una rueda de 45 dientes. Calcule la velocidad de la rueda y la relación de transmisión, e indique el sentido de giro de la rueda.

Datos. $z_1 = 15$; $n_1 = 900\ \text{rpm}$; $z_2 = 45$.

Planteamiento. $z_1 n_1 = z_2 n_2$.

Despeje y sustitución. $n_2 = \dfrac{z_1 n_1}{z_2} = \dfrac{15 \cdot 900}{45} = 300\ \text{rpm}$; $i = \dfrac{15}{45} = \dfrac{1}{3}$.

Comentario. Reductor 1:3. La rueda gira en sentido contrario al piñón: si el motor gira en sentido horario, la rueda lo hace en sentido antihorario.

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

4.4. La rueda loca

Si entre la motriz y la conducida se intercala una tercera rueda, la **rueda loca** (o intermedia), la conducida pasa a girar en el **mismo sentido** que la motriz. La relación de transmisión no cambia, sea cual sea el número de dientes de la loca: lo que gana al recibir el giro lo pierde al darlo ($z_1 n_1 = z_L n_L = z_2 n_2$). Se usa para invertir el sentido (la marcha atrás de una caja de cambios) o para salvar la distancia entre dos ejes.

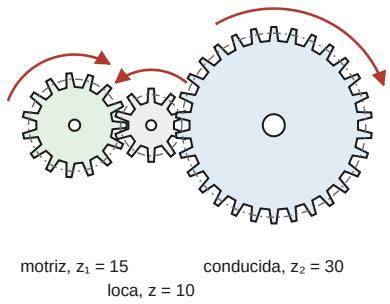


Figura 6.8. Con una rueda loca en medio, la conducida gira en el mismo sentido que la motriz. Su velocidad depende solo de z_1 y z_2: aquí, la mitad que la de la motriz.

4.5. Tipos de engranajes según la posición de los ejes

Tabla 6.3. Tipos de engranajes

Tipo	Ejes	Características y usos
Cilíndricos de dientes rectos	Paralelos	Los más sencillos y baratos; algo ruidosos a alta velocidad
Cilíndricos de dientes helicoidales	Paralelos (o que se cruzan)	Dientes inclinados que entran en contacto poco a poco: más silenciosos y resistentes; cajas de cambios
Cónicos	Que se cortan (casi siempre a 90°)	Ruedas con forma de tronco de cono; diferencial de un automóvil, taladro de mano
Tornillo sin fin y corona	Perpendiculares que se cruzan sin cortarse	Grandes reducciones en poco espacio (apartado 5)
Interiores	Paralelos	El piñón engrana por dentro de una corona dentada; las dos giran en el mismo sentido

5. El tornillo sin fin y la corona

El **tornillo sin fin** es un tornillo cuya rosca encaja en los dientes de una rueda, la **corona**, de eje perpendicular al suyo; los dos ejes se cruzan sin llegar a cortarse. Cada vuelta del tornillo hace avanzar la corona tantos dientes como **entradas** (o filetes) tiene el tornillo: uno si es de una entrada, dos si es de dos. Para que la corona dé una vuelta completa, el tornillo tiene que dar z/e vueltas, donde z es el número de dientes de la corona y e el de entradas del tornillo. Por tanto:

$$i = \frac{n_{\text{corona}}}{n_{\text{tornillo}}} = \frac{e}{z}$$

Como z suele ser mucho mayor que e, el tornillo sin fin consigue reducciones muy grandes con dos piezas: con una entrada y una corona de 60 dientes, $i = 1/60$. El movimiento entra normalmente por el tornillo.

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice