

## BLOQUE II. MÁQUINAS Y MECANISMOS

### A. Introducción.

El ser humano necesita realizar trabajos que sobrepasan sus posibilidades: mover rocas muy pesadas, elevar coches para repararlos, transportar objetos o personas a grandes distancias, realizar muchos cálculos de manera rápida, hacer trabajos repetitivos o de gran precisión, etc.

Para solucionar este problema se inventaron las **MÁQUINAS**.

La función de las máquinas es **reducir el esfuerzo** necesario para realizar un trabajo.

Ejemplos de máquinas son la grúa, la excavadora, la bicicleta, el cuchillo, las pinzas de depilar, los montacargas, las tejedoras, los robots, etc.



Fig 1: Máquina de escribir



Fig 2: Excavadora



Fig 3: Cortauñas

### Ejercicios

1. Las tres máquinas de las figuras anteriores nos ayudan a realizar trabajos reduciendo esfuerzos. Indica de qué tipo de trabajos se tratan.
2. Menciona al menos cinco máquinas distintas a las tres anteriores e indica qué tipo de trabajos realizan.

En general, las máquinas reciben la energía (fuerza o movimiento) de un **elemento motriz** (un motor, el esfuerzo muscular, etc.) y lo utilizan para realizar la función para la que fueron creadas.

## Ejercicios

3. Indica cuál es el elemento motriz de las siguientes máquinas: coche, bicicleta, avión, cortauñas, molino de viento, noria hidráulica, batidora eléctrica.

Para poder utilizar adecuadamente la energía proporcionada por el motor, las máquinas están formadas internamente por un conjunto de dispositivos llamados **MECANISMOS**.

Los mecanismos son **las partes de las máquinas** encargadas de **transmitir** o **transformar** la energía recibida del elemento motriz (una fuerza o movimiento de entrada), para que pueda ser utilizada por los elementos conducidos de salida (que tienen un movimiento de salida) que hacen que las máquinas funcionen.



se aplica al elemento motriz

se aplica en el elemento conducido

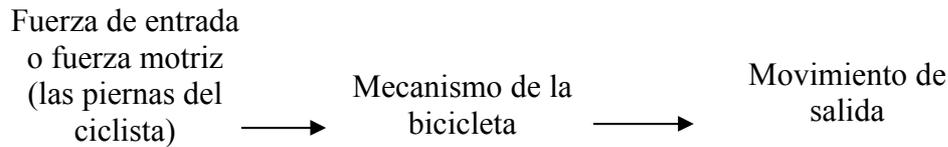


En todo mecanismo resulta indispensable un **elemento motriz (entrada)** que origine el movimiento gracias a una **fuerza motriz** (que puede ser un muelle, una corriente de agua, nuestros músculos, un motor eléctrico...). El movimiento originado por el motor se **transforma** y/o **transmite** a través de los mecanismos a los **elementos conducidos (salida)** (ruedas, brazos mecánicos...) realizando, así, el trabajo para el que fueron construidos.

*Fig 4: El mecanismo de la bicicleta (cadena) permite comunicar la fuerza motriz proporcionada por el ciclista desde el plato de los pedales al plato de la rueda trasera donde están los piñones.*

En la figura 4 se observa el mecanismo de la bicicleta: en este caso, **elemento motriz (elemento de entrada)** lo representan los **pedales**, que recibe una fuerza motriz por parte de las piernas del ciclista. El **elemento conducido (elemento de salida)** es la **rueda trasera**, pues es lo que recibe finalmente el movimiento. Observa el esquema...

En una bicicleta:...



Elemento motriz (pedales)

Elemento conducido (rueda trasera)

En estos mecanismos los elemento motrices y los movimientos conducidos pueden tener tres tipos de movimiento:

1. Movimiento **circular** o rotatorio, como el que tiene una rueda.
2. Movimiento **lineal**, es decir, en línea recta y de forma continua.
3. Movimiento **alternativo**: Es un movimiento de ida y vuelta, de vaivén. Como el de un péndulo.

Teniendo en cuenta los tres tipos de movimiento, los mecanismos se pueden dividir, básicamente, en dos grupos:

1. Mecanismos de **transmisión** del movimiento.
2. Mecanismos de **transformación** del movimiento.

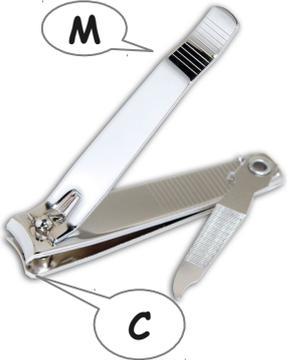
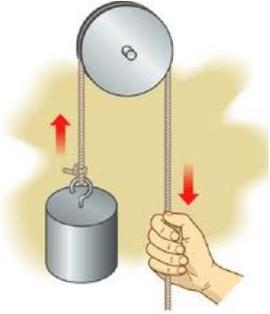
1. Los **mecanismos de transmisión** son aquellos en los que el elemento motriz (o de entrada) y el elemento conducido (o de salida) tienen **el mismo** tipo de movimiento.

Por ejemplo, **el mecanismo de la bicicleta** es de transmisión puesto que el elemento motriz tiene movimiento circular (los pedales) y el elemento conducido tiene también movimiento circular (la rueda trasera).

2. Los **mecanismos de transformación** son aquellos en los que el elemento motriz y el conducido tienen **distinto** tipo de movimiento.

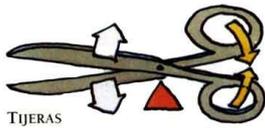
Por ejemplo, **el mecanismo que hace subir una persiana con una manivela** es de transformación, puesto que el elemento motriz (la manivela) tiene movimiento circular, pero el elemento conducido (la persiana) tiene movimiento lineal.

4. (\*) Identifica los elementos motrices, también llamados elementos de entrada, (M) y los elementos conducidos, también llamados elementos de salida (C) en las siguientes máquinas simples y mecanismos. Así mismo, identifica el tipo de movimiento que tiene cada elemento. Si coinciden, es de transmisión, si no coinciden, es de transformación. Te pongo un ejemplo con un cortauñas.

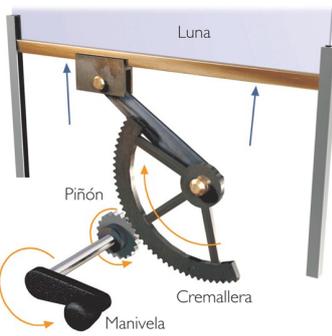
Máquina simple o mecanismo	Movimiento del elemento Motriz	Movimiento del elemento conducido	Tipo de mecanismo
	Lineal	Lineal	Transmisión
 <p>Mecanismo para abrir un compás</p>			
 <p>Sacacorchos</p>			
 <p>Polea simple</p>			



Abridor de botellas



TIJERAS



Mecanismo para elevar un cristal de un coche manualmente



Manivela que permite subir o bajar una persiana



Tornillo de banco para sujetar

## B. Mecanismos de transmisión del movimiento

Como su nombre indica, transmiten el movimiento desde un punto hasta otro distinto, siendo en ambos casos el mismo tipo de movimiento. Tenemos, a su vez, dos tipos:

1. **Mecanismos de transmisión lineal:** en este caso, el elemento de entrada y el de salida tienen movimiento lineal.
2. **Mecanismos de transmisión circular:** en este caso, el elemento de entrada y el de salida tienen movimiento circular.

Tipos:

- a) **Palanca:** Mecanismo de transmisión lineal.
- b) **Sistema de poleas:** Mecanismo de transmisión lineal.
- c) **Sistema de poleas con correa.** Mecanismo de transmisión circular.
- d) **Sistema de ruedas de fricción:** Mecanismo de transmisión circular.
- e) **Sistema de engranajes:** Mecanismo de transmisión circular.

### I. Palanca

Es un sistema de **transmisión lineal**. La palanca es una barra rígida que gira en torno a un punto de apoyo o articulación. En un punto de la barra se aplica una fuerza **F** con el fin de vencer una resistencia **R**.

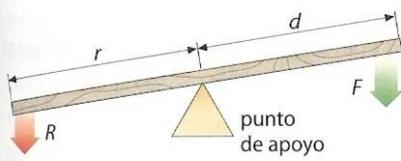
La ley de la palanca dice: Una palanca está en equilibrio cuando el producto de la fuerza **F**, por su distancia **d**, al punto de apoyo es igual al producto de la resistencia **R** por su distancia **r**, al punto de apoyo.

$$F \cdot d = R \cdot r$$

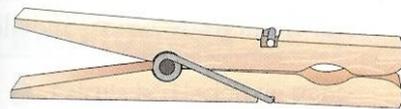
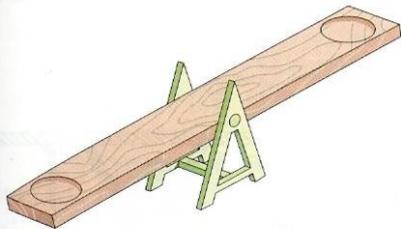
Hay tres tipos de palanca según donde se encuentre el punto de apoyo, la fuerza **F** y la resistencia **R**.

1. Palancas de primer grado
2. Palancas de segundo grado
3. Palancas de tercer grado

**Primer grado**

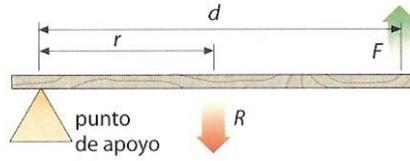


El punto de apoyo se encuentra entre la fuerza aplicada y la resistencia.

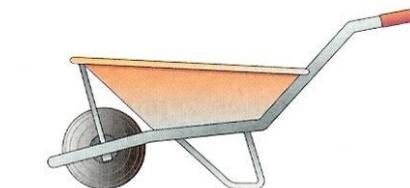
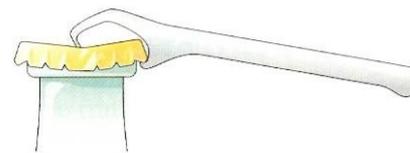


El efecto de la fuerza aplicada puede verse aumentado o disminuido.

**Segundo grado**

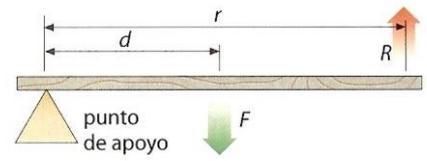


La resistencia se encuentra entre el punto de apoyo y la fuerza aplicada.

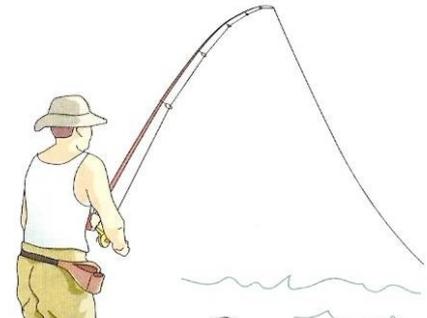


El efecto de la fuerza aplicada siempre se ve aumentado ( $d > r$ ).

**Tercer grado**



La fuerza aplicada se encuentra entre el punto de apoyo y la resistencia.

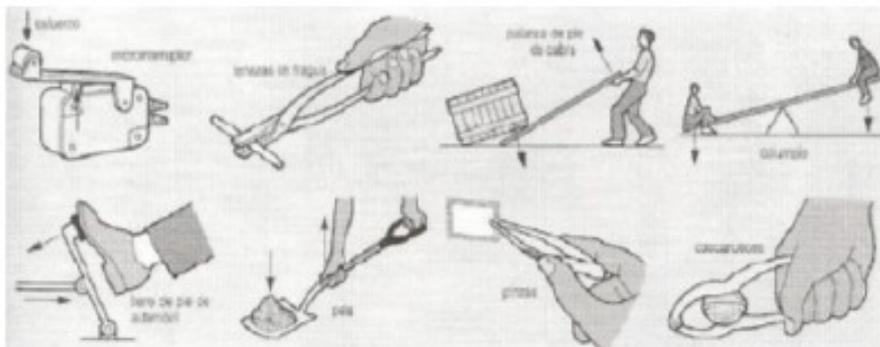
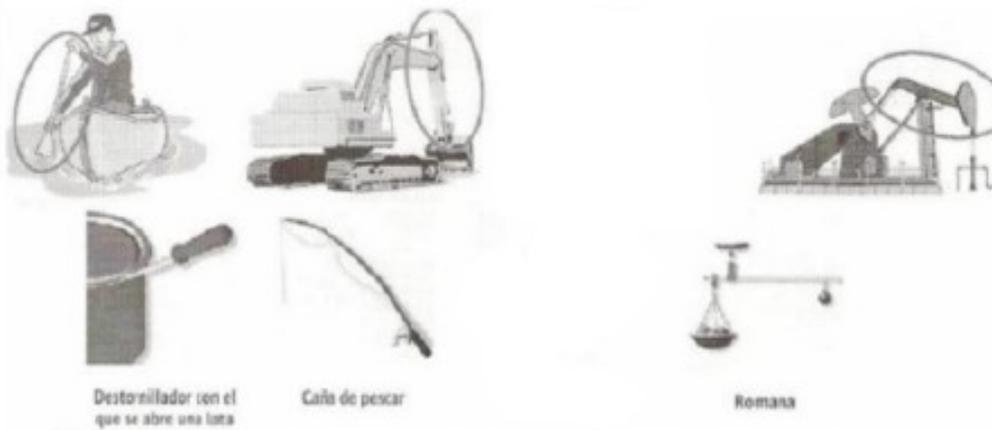
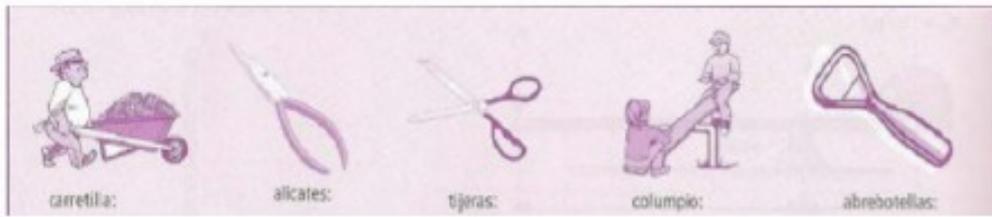


El efecto de la fuerza aplicada siempre se ve disminuido ( $d < r$ ).

5. (\*) A continuación se muestran muchos ejemplos de dispositivos cuyo funcionamiento se basa en el principio de la palanca. En cada uno de los objetos identifica donde se encuentran: la **resistencia** a vencer (R), el **punto de apoyo** (O) y la **fuerza** (F). A continuación indica a qué grado de palanca pertenece cada uno):







Máquina	Tipo de palanca	Señala en el dibujo la resistencia, la fuerza y el punto de apoyo
Abrechapas		
Fregona		
Tijeras		

Fíjate en el siguiente esquema: se trata de una palanca simple de primer grado. En ella se representa la **fuerza aplicada (F)**, la **resistencia (R)** y el **punto de apoyo**. Por otra parte, se identifica también:

1. **El Brazo de la fuerza:** Distancia que hay desde el punto de apoyo hasta el punto de la palanca donde se aplica la fuerza F.
2. **El Brazo de a resistencia:** Distancia que hay desde el punto de apoyo hasta el punto de la palanca donde existe la resistencia (R)



A partir de ahora, el Brazo de la fuerza lo representaremos con la letra **D** y el brazo de la resistencia con la letra **r**.

A partir de ahora, tanto la fuerza como la resistencia la mediremos con una unidad llamada **kilogramo-fuerza (kgf)**, también llamada **kilopondio (Kp)**, aunque podemos abreviar y llamarla simplemente **kilo**. Pero... ¿Qué es un kilogramo-fuerza? Pues es muy sencillo, es la fuerza que debes ejercer para sostener un objeto de un kilogramo de masa. Así, si levantas un saco de cemento de 25 kg, y lo sostienes durante un rato, estás ejerciendo una fuerza de 25 kilogramo-fuerza o 25 kgf.

En la página 6 te di una fórmula, llamada **LA LEY DE LA PALANCA**. La fórmula es...

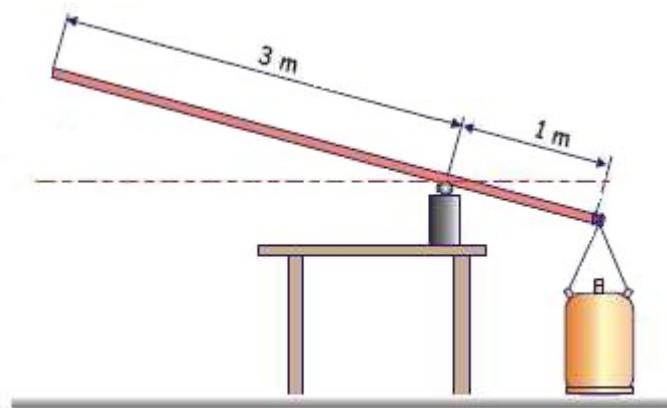
$$F \cdot d = R \cdot r$$

Esta fórmula nos dice una gran verdad: cuanto mayor sea la distancia de la fuerza aplicada al punto de apoyo (brazo de fuerza), menor será el esfuerzo a realizar para vencer una determinada resistencia". ( $d \uparrow \quad F \downarrow$ )

Vamos a hacer en clase un ejercicio con la LEY DE LA PALANCA...

6. (\*) Imagina que desea levantar la bombona de butano aplicando una fuerza en el otro extremo de la palanca que puede ver en la figura inferior. Las bombonas pesan 25 kg. Ahora responde a la siguiente pregunta

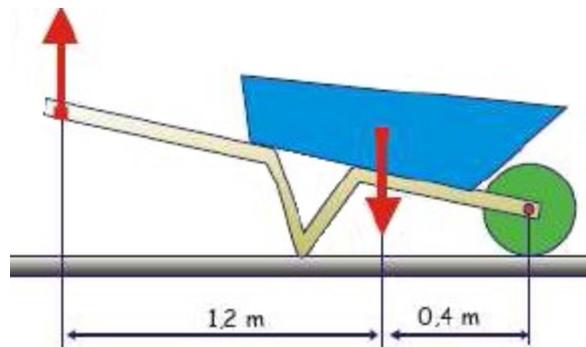
- ¿De qué grado es la siguiente palanca?
- Señala en el dibujo donde se aplica la fuerza aplicada (F) y la resistencia (R)
- Valor de la resistencia:  $R =$
- Valor del brazo de la fuerza aplicada:  $d =$
- Valor del brazo de la resistencia:  $r =$



- Calcula el valor de la fuerza aplicada

7. (\*) Ahora tienes una carretilla de obra que contiene una carga de arena de 60 kg como puedes ver en la figura inferior. Ahora responde a la siguiente pregunta

- ¿De qué grado es la siguiente palanca?
- Señala en el dibujo donde se aplica la fuerza aplicada (F) y la resistencia (R)
- Valor de la resistencia:  $R =$
- Valor del brazo de la fuerza aplicada:  $d =$
- Valor del brazo de la resistencia:  $r =$



8 (\*) Con una caña de pescar hemos pescado un cherne de 2 kg.

a) ¿Qué tipo de palanca es la caña de pescar?

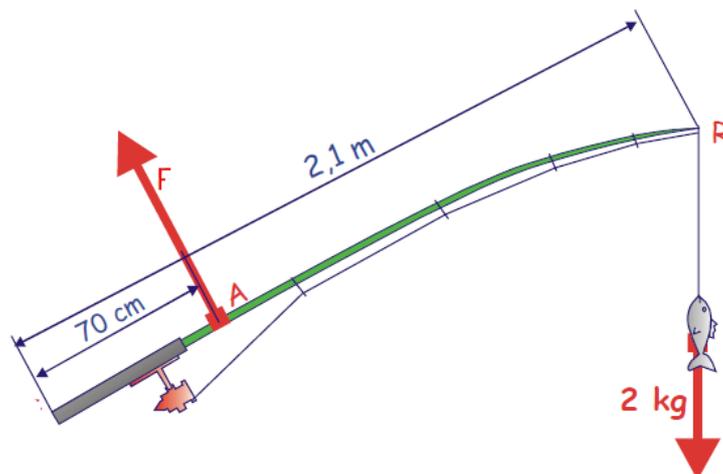
b) Valor de la resistencia,  $R =$

c) Valor de la fuerza aplicada,  $F =$

d) Señala en el dibujo el punto de apoyo

e) Valor del brazo de la fuerza aplicada,  $d =$

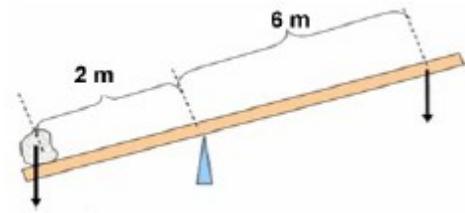
f) Valor del brazo de la resistencia,  $r =$



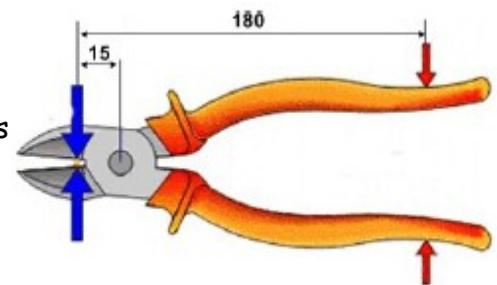
g) Calcula el valor de la fuerza que debes hacer para levantar el pescado

h) Si la posición de las manos fuera la misma, pero estuviéramos empleando una caña de pescar de 5 m de longitud ¿Qué esfuerzo tendríamos que realizar?

9. (\*) Calcular la fuerza que tendré que hacer para mover una piedra de 90 Kg con la palanca mostrada en la figura. ¿De qué grado es dicha palanca?



10. (\*) Con los alicates de la figura se quiere cortar un cable que opone una resistencia equivalente a 2 Kg. Responde a las siguientes preguntas:

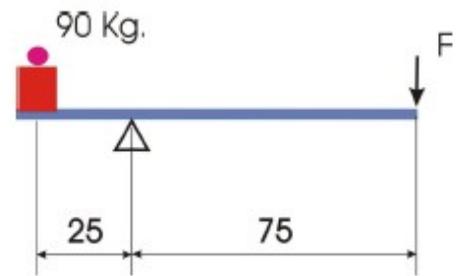


a) ¿De qué grado es la palanca mostrada?

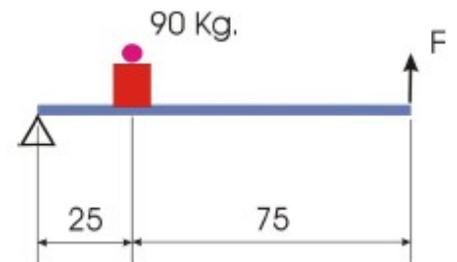
b) Calcular la fuerza que tendremos que aplicar para cortar el cable con los alicates.

Haz los siguientes ejercicios en el cuaderno

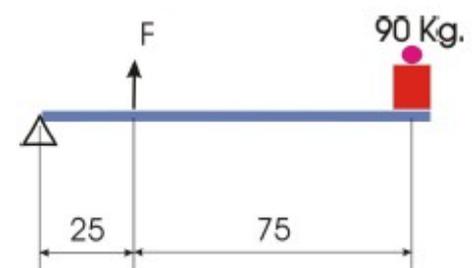
11. Calcular el valor de la fuerza F que tenemos que aplicar en el extremo para levantar un peso de 90 Kgf. utilizando la palanca representada.



12. Calcular el valor de la fuerza F que tenemos que aplicar en el extremo para levantar un peso de 90 Kgf. utilizando la palanca representada.

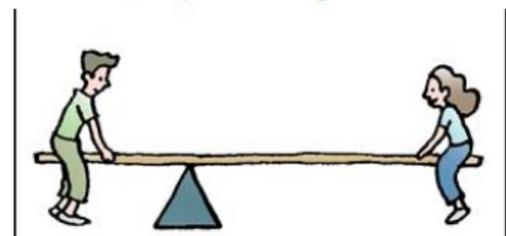


13. Calcular el valor de la fuerza F que tenemos que aplicar en el extremo para levantar un peso de 90 Kgf. utilizando la palanca representada.



14. En este balancín el punto de apoyo no está en el centro. En el brazo más corto se sienta un chico que pesa 45 kg. ¿Cuánto deberá pesar la chica para levantarlo?

El chico está sentado a 0,5 m del punto de apoyo, y la chica a 1 m.



15. Calcular la fuerza que tendremos que realizar para mover un objeto de 100 Kg con una palanca de primer grado sabiendo que los brazos de la resistencia y de la fuerza son 50 cm y 150 cm, respectivamente.

16. (\*) ¿En qué circunstancias, para una palanca de 3º grado la fuerza a aplicar es menor que la resistencia?

- |  |  |
|--|--|
| a) Nunca.  | c) Siempre   |
| b) Cuando el brazo de la resistencia es mayor que el brazo de la fuerza ( $r > d$ ). | d) Cuando el brazo de la fuerza es mayor que el brazo de la resistencia ( $r < d$ ). |

17. (\*) ¿En qué circunstancias, para una palanca de 1º grado la fuerza a aplicar es menor que la resistencia?

- |  |  |
|--|--|
| a) Nunca.  | c) Siempre   |
| b) Cuando el brazo de la resistencia es mayor que el brazo de la fuerza ( $r > d$ ). | d) Cuando el brazo de la fuerza es mayor que el brazo de la resistencia ( $r < d$ ). |

18. (\*) ¿En qué circunstancias, para una palanca de 2º grado la fuerza a aplicar es menor que la resistencia?

- |  |  |
|--|--|
| a) Nunca.  | c) Siempre   |
| b) Cuando el brazo de la resistencia es mayor que el brazo de la fuerza ( $r > d$ ). | d) Cuando el brazo de la fuerza es mayor que el brazo de la resistencia ( $r < d$ ). |

19. (\*) Una palanca de 2º grado permite.....

- |   |   |
|---|---|
| a) Reducir la fuerza necesaria para vencer una resistencia. | c) Aumentar la fuerza necesaria para vencer una resistencia |
| b) Ambas cosas.   |   |

20. (\*) Para que con una palanca nos cueste poco vencer una resistencia, el punto de apoyo deberá situarse...

- |                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| a) Lejos de la resistencia .    | c) Cerca de la resistencia.    |
| b) En un extremo de la palanca. | d) En el centro de la palanca. |

21. (\*) Explica que pasa con la fuerza necesaria para vencer una resistencia (aumenta, disminuye o no varía) en una palanca en los siguientes casos (R: resistencia, r: brazo de la resistencia y d: brazo de la fuerza).

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| a) Al aumentar r. | c) Al disminuir R. |
| b) Al aumentar d. | d) Al disminuir r. |

## II. Sistemas de poleas

Una polea es una rueda con una ranura que gira alrededor de un eje por la que se hace pasar una cuerda que permite vencer una **resistencia R** de forma cómoda aplicando una **fuerza F**. De este modo podemos elevar pesos hasta cierta altura. Es un sistema de **transmisión lineal**, pues el movimiento de entrada y salida es lineal.

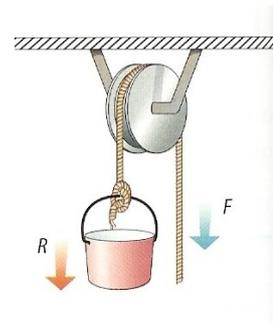
Tenemos tres casos:

### a) Polea fija:

La polea fija, como su nombre indica consta de una sola polea fija a algún lugar. La fuerza **F** que debo aplicar para vencer una resistencia **R** es tal que:

$$\text{Fuerza} = \text{Resistencia}$$

Así, si quiero levantar 40 kg de peso, debo hacer una fuerza de 40 kgf. No gano nada, pero es más cómodo.

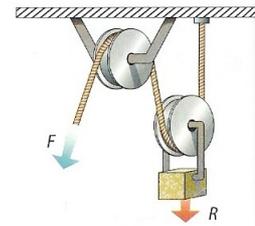


### b) Polea simple móvil

Es un conjunto de dos poleas, una de las cuales es fija y la otra móvil. En una polea móvil la fuerza **F** que debo hacer para vencer una resistencia **R** **se reduce a la mitad**. Por ello, este tipo de poleas permite elevar más peso con menos esfuerzo.

$$F = \frac{R}{2}$$

Así, si quiero levantar 40 kg de peso, me basta hacer una fuerza de 20 kgf. En definitiva: Una polea móvil divide por dos la fuerza realizada, pero es necesario recoger el doble de cuerda.



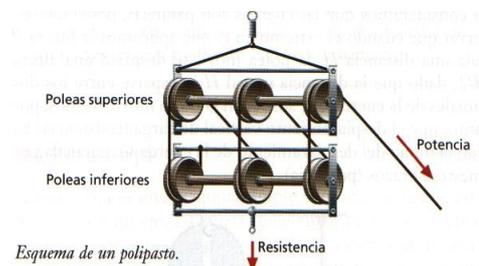
### c) Polipasto

A un conjunto de **dos o más poleas se le llama polipasto**.

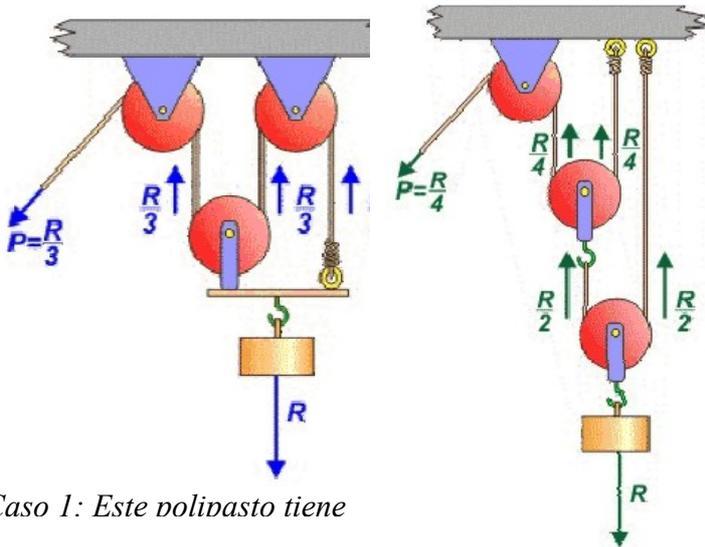
En un polipasto, si quiero vencer una resistencia **R** debo hacer una fuerza mucho menor, de modo que

El polipasto está constituido por dos grupos de poleas:

- **Poleas fijas:** son poleas inmóviles, porque están fijadas a un soporte.
- **Poleas móviles:** son poleas que se mueven.

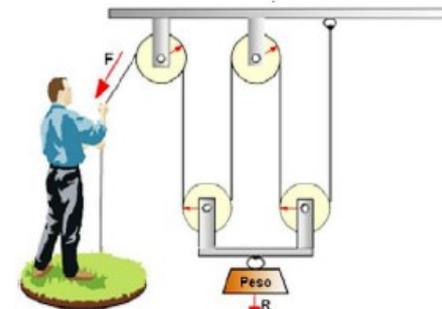


A medida que aumentamos el número de poleas en un polipasto, el mecanismo es más complejo, pero permite reducir mucho más el esfuerzo necesario para levantar una carga. Los polipastos se usan para elevar cargas muy pesadas con mucho menor esfuerzo.



Caso 1: Este polipasto tiene

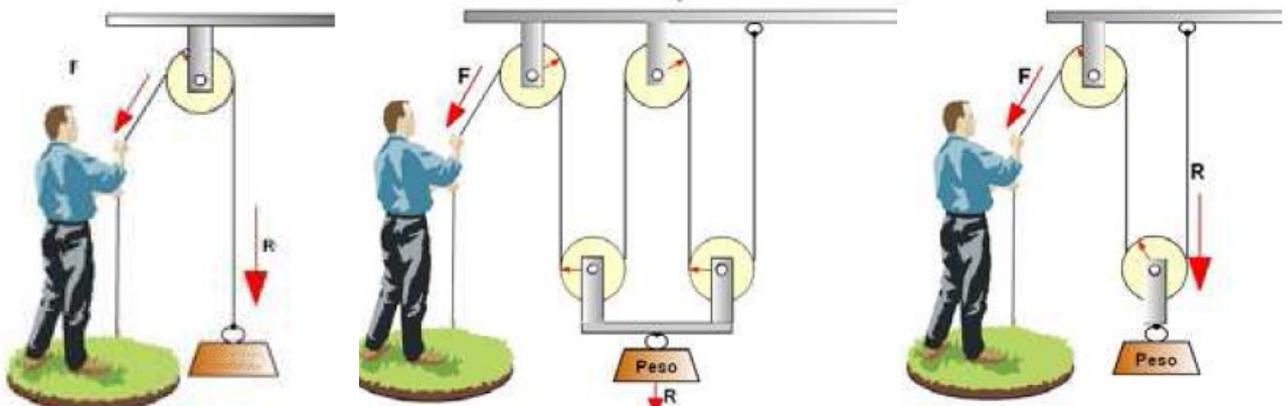
Caso 2: Este polipasto

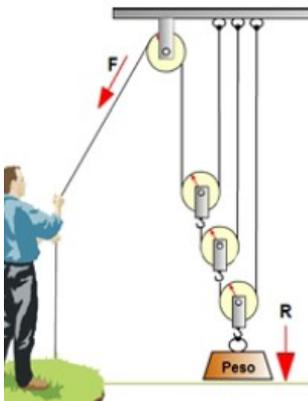
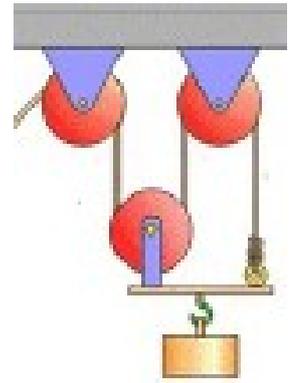
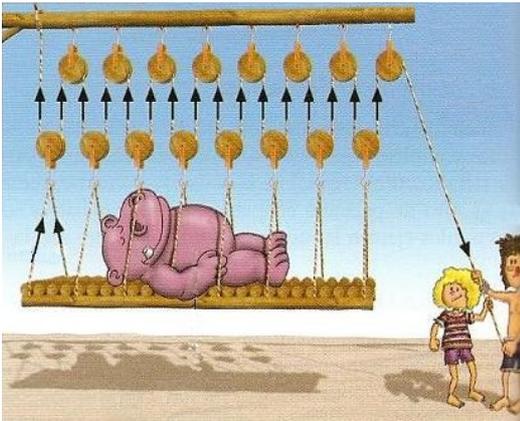


Caso 3: Este es otro caso de polipasto que contiene dos poleas móviles y dos poleas fijas que permite reducir el esfuerzo a la cuarta parte ( $F=R/4$ )

En casos similares al tercero, si posees un polipasto que tiene tres poleas fijas y tres móviles, el esfuerzo es una sexta parte ( $F=R/6$ ), si son cuatro poleas móviles y cuatro fijas, el esfuerzo es ( $F=R/8$ ) y así sucesivamente. De este modo, si tienes x poleas fijas y x poleas móviles, el esfuerzo que debes hacer es ( $F=R/2 \cdot x$ )

22. Calcula la fuerza mínima que tendremos que hacer para levantar un cuerpo de 160 kgf con los siguientes poleas y polipastos. Indica cuáles son las poleas fijas (F) y cuáles son móviles (M).

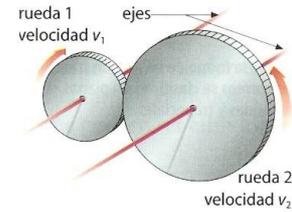




23 (\*) Dibuja un polipasto de 8 poleas (4 móviles y 4 fijas) ¿Qué fuerza tendremos que hacer para elevar un peso de 160 Kg. usando este polipasto?

### III. Sistema de ruedas de fricción

Consisten en dos ruedas que se encuentran en contacto. Es un sistema de transmisión circular. Pues la rueda de entrada (motriz) transmite el movimiento circular a una rueda de salida (conducida). El sentido de giro de la rueda conducida es contrario al de la rueda motriz y, siempre, la rueda mayor gira a menor velocidad que la otra. No están muy extendidas porque son incapaces de transmitir mucha potencia, pues se corre el riesgo de que patinen las ruedas.

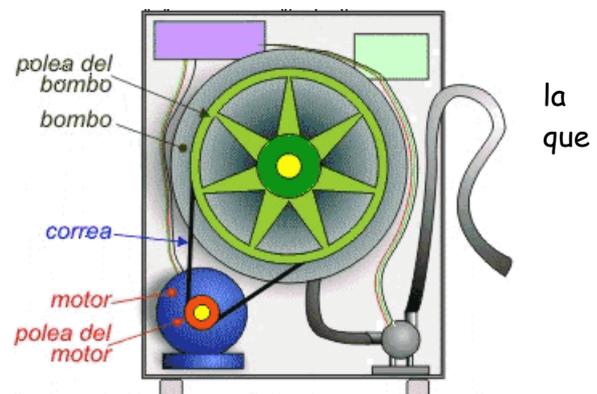
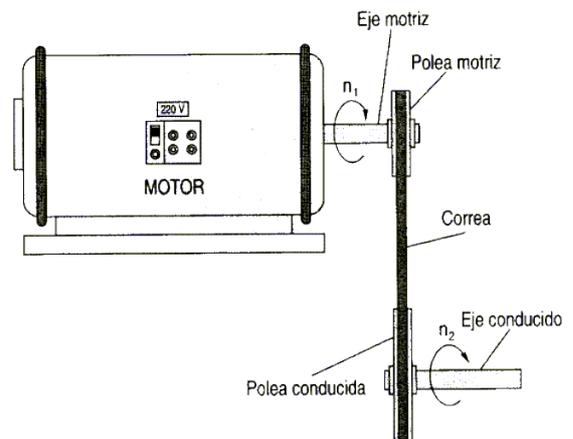
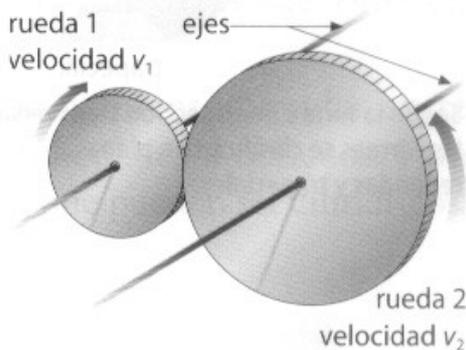


### IV. Sistemas de poleas con correa.

Se trata de dos ruedas situadas a cierta distancia, que giran a la vez por efecto de una correa. Las correas suelen ser cintas de cuero flexibles y resistentes.

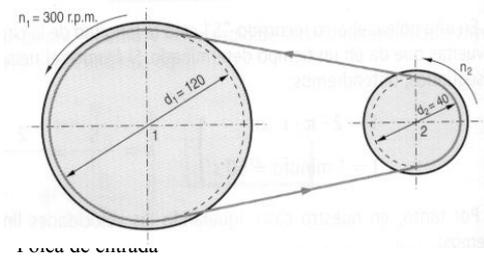
Según el tamaño de las poleas tenemos dos tipos:

1. **Sistema reductor de velocidad:** En este caso, la velocidad de la polea conducida (o de salida) es menor que la velocidad de polea motriz (o de salida). Esto se debe a la polea conducida es mayor que la polea motriz.



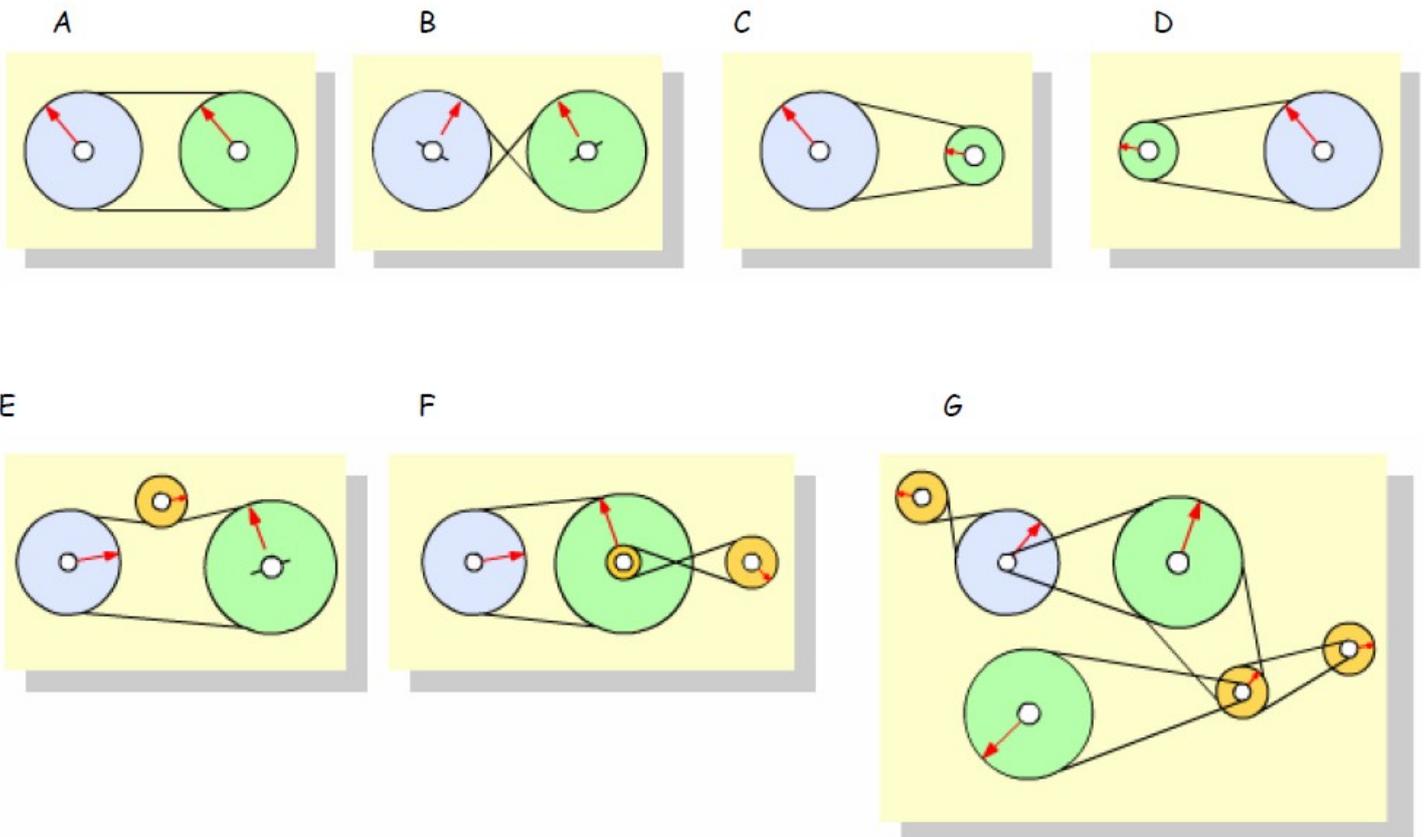
Transmisión de movimiento en una lavadora  
Ejemplo de aplicación de un reductor.

2. **Sistema multiplicador de velocidad:** En este caso, la velocidad de la polea conducida es mayor que la velocidad de la polea motriz. Esto se debe a que la polea conducida es menor que la polea motriz.



La velocidad de las ruedas se mide normalmente en revoluciones por minuto (rpm) o vueltas por minuto.

24. (\*) Indica el sentido de giro de todas las poleas, si la polea motriz (la de la izquierda) girase en el sentido de las agujas del reloj. Indica también si se son mecanismos reductores o multiplicadores de la velocidad



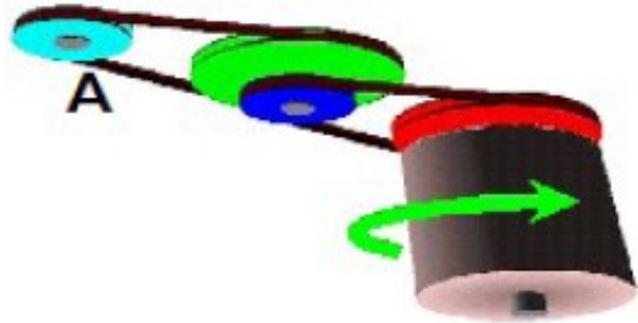
25. (\*) En el siguiente montaje el motor gira en el sentido indicado por la flecha. Selecciona la opción correcta.

a) ¿En qué sentido girará la polea A?

- > En el del motor
- > En sentido contrario al del motor

b) La velocidad de giro de la polea A es....

- > Mayor que la de giro del motor
- > Igual que la de giro del motor
- > Menor que la de giro del motor
- > No se puede determinar.



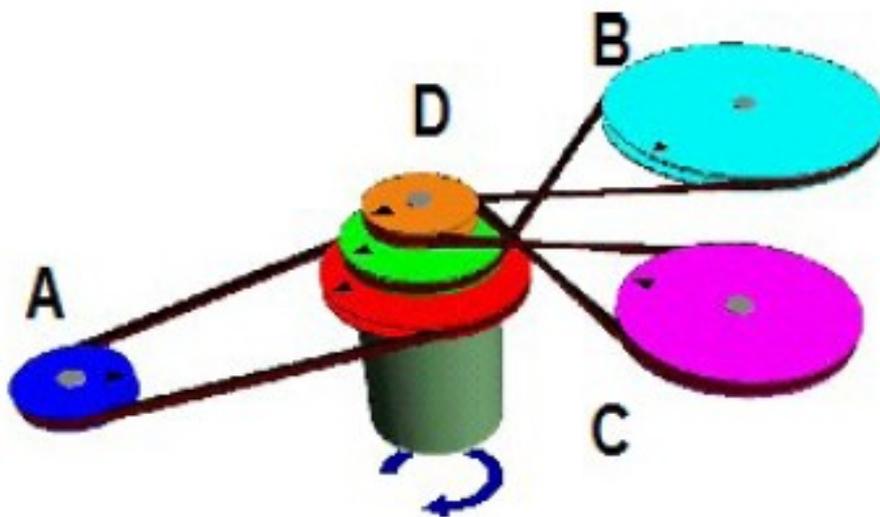
Motor

26. (\*) En el siguiente mecanismo la potencia total del motor se distribuye a tres árboles conducidos distantes (A,B y C), mediante transmisiones por correa.

a) Para cada una de las poleas indica en qué sentido girarán (si en el mismo, o en el sentido contrario que el motor).

b) Para las poleas A, B,C y D indica si la velocidad de giro será igual, mayor o menor que la del motor.

- A)
- B)
- C)
- D)



Motor

Definición: Definimos la **relación de transmisión** ( $i$ ) como la relación que existe entre la velocidad de la polea de salida ( $n_2$ ) y la velocidad de la polea de entrada ( $n_1$ ).

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

La relación de transmisión, como su nombre indica, es una relación de dos cifras, no una división.

**Ejemplo 1** : Supongamos un sistema reductor de modo que

$n_1$  = velocidad de la polea motriz (entrada) es de 400 rpm.

$n_2$  = velocidad de la polea motriz (entrada) es de 100 rpm.

En este caso, la relación de transmisión es:

(tras simplificar)

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{100}{400} = \frac{1}{4}$$

Una relación de transmisión 1:4 significa que la velocidad de la rueda de salida es cuatro veces menor que la de entrada.

**Ejemplo 2** : Supongamos un sistema multiplicador de modo que

$n_1$  = velocidad de la polea motriz (entrada) es de 100 rpm.

$n_2$  = velocidad de la polea conducida (salida) es de 500 rpm.

En este caso, la relación de transmisión es:  $i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{500}{100} = \frac{5}{1}$

Una relación de transmisión 5:1 significa que la velocidad de la rueda de salida es cinco veces mayor que la de entrada. Nota que la relación es 5/1 y no 5, pues ambos número nunca deben dividirse entre sí (todo lo más simplificarse).

La relación de transmisión también se puede calcular teniendo en cuenta el tamaño o diámetro de las poleas.

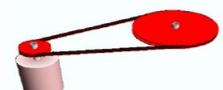
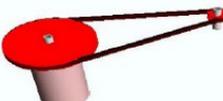
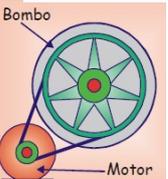
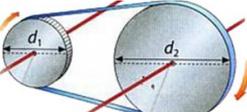
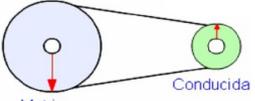
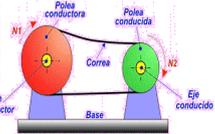
$$i = \frac{d_1}{d_2}$$

donde

$d_1$  = diámetro de la polea motriz (entrada).

$d_2$  = diámetro de la polea conducida (salida).

27. (\*) Completa la siguiente tabla

Caso	Sistema de poleas con correa	Cálculo de la relación de transmisión	Explicación	Indicar si es <u>multiplicador (M)</u> o <u>reductor (R)</u>
1.	$d_1 = 20 \text{ cm}$ $d_2 = 60 \text{ cm}$ 			
2.	$d_1 = 50 \text{ cm}$ $d_2 = 10 \text{ cm}$ 			
3.	 $d_1 = 8 \text{ cm}$ $d_2 = 32 \text{ cm}$			
4.	$n_1 = 1800 \text{ rpm}$ $n_2 = 1200 \text{ rpm}$ 			
5.	 $n_1 = 2000 \text{ rpm}$ $n_2 = 500 \text{ rpm}$			
6.	 $n_1 = 1000 \text{ rpm}$ $n_2 = 1500 \text{ rpm}$			

Se puede calcular las velocidad de las poleas a partir de los tamaños de las mismas

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

expresión que también se puede colocar como...

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

Ejemplo:

Tengo un sistema de poleas de modo que:

La polea de salida tiene 40 cm de diámetro y la de entrada 2 cm de diámetro. Si la polea de entrada gira a 200 rpm

- Halla la relación de transmisión
- Halla la velocidad de la polea de salida
- ¿Es un reductor o un multiplicador?

**Datos:**  $n_1$  = velocidad de la polea entrada) es de 200 rpm.

$n_2$  = velocidad de la polea salida es la incógnita

$d_1$  = diámetro de la polea entrada es 2 cm

$d_2$  = diámetro de la polea salida es 40 cm

$$a) \quad i = \frac{d_1}{d_2} = \frac{2}{40} = \frac{1}{20}$$

$$b) \quad n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2 \quad \text{=====} \rightarrow \quad 200 \text{ rpm} \cdot 2 \text{ cm} = n_2 \cdot 40 \text{ cm}$$

$$n_2 = \frac{200 \cdot 2}{40} = \frac{400}{40} = 10 \text{ rpm}$$

- Es un reductor porque la velocidad de la polea de salida es menor que la velocidad de la polea de entrada ( $n_2 < n_1$ ).

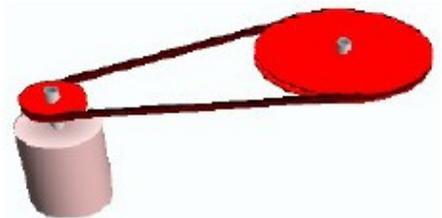
28. Suponiendo que los motores de los tres primeros sistemas de poleas del **ejercicio 27** giran a la velocidad de 1500 rpm, halla en cada caso la velocidad de la polea conducida, también llamada polea de salida. **Haz los ejercicios en la libreta.**

Ejercicios de mecanismos de poleas con correa. Ejercicios de repaso y profundización.

**Realiza estos ejercicios en el cuaderno. No los hagas en esta hoja**

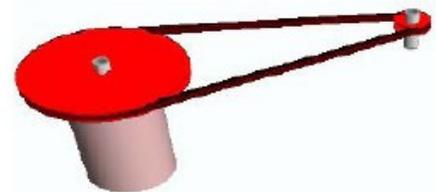
1. Si tenemos un motor que gira a 900 r.p.m. con una polea de 12 cm acoplada en su eje, unida mediante correa a una polea conducida de 36 cm.

- Representa el sistema de poleas en dos dimensiones, indicando cuál es la polea motriz y la conducida, y los sentidos de giro mediante flechas
- ¿Cuál es la relación de transmisión?
- ¿Qué velocidad adquiere la polea CONDUcida en este montaje?
- ¿Se trata de un mecanismo reductor o multiplicador de la velocidad?



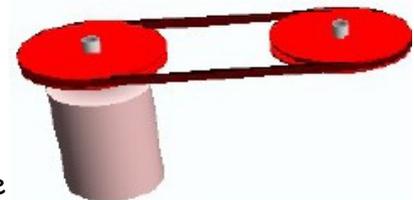
2. Si tenemos un motor que gira a 100 r.p.m. con una polea de 40 cm, acoplada en su eje, unida mediante correa a una polea conducida de 10 cm.

- Representa el sistema de poleas en dos dimensiones, indicando cuál es la polea motriz y la conducida, y los sentidos de giro mediante flechas
- ¿Cuál es la relación de transmisión  $i$ ?
- ¿Qué velocidad adquiere la polea CONDUcida en este montaje?
- ¿Se trata de un mecanismo reductor o multiplicador de la velocidad?



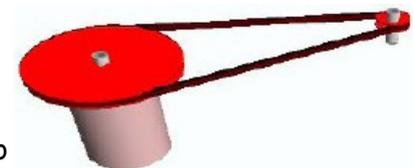
3. Si tenemos un motor que gira a 1000 r.p.m. con una polea de 40 cm, acoplada en su eje, unida mediante correa a una polea conducida de 40 cm.

- Representa el sistema de poleas en dos dimensiones, indicando cuál es la polea motriz y la conducida, y los sentidos de giro mediante flechas.
- ¿Cuál es la relación de transmisión  $i$ ?
- ¿Qué velocidad adquiere la polea CONDUcida en este montaje?
- ¿Se trata de un mecanismo reductor o multiplicador de la velocidad?

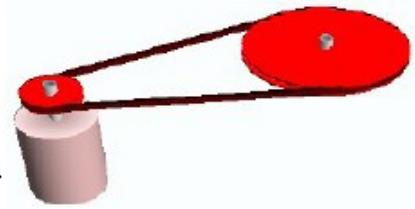


4. Si tenemos un motor que gira a 1000 r.p.m. con una polea de 50 cm, acoplada en su eje, unida mediante correa a una polea conducida de 10 cm.

- Representa el sistema de poleas en dos dimensiones, indicando cuál es la polea motriz y la conducida, y los sentidos de giro mediante flechas
- ¿Cuál es la relación de transmisión?
- ¿Qué velocidad adquiere la polea CONDUcida en este montaje?
- ¿Se trata de un mecanismo reductor o multiplicador de la velocidad?



5. Si tenemos un motor que gira a 1000 r.p.m. con una polea de 20 cm acoplada en su eje, unida mediante correa a una polea conducida de 60 cm.

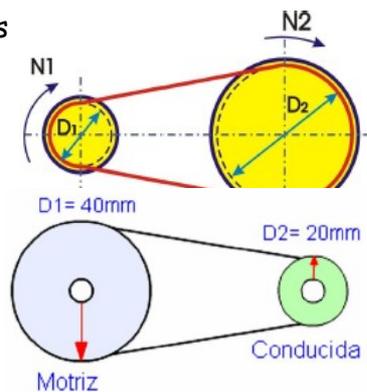


- a) Representa el sistema de poleas en dos dimensiones, indicando cuál es la polea motriz y la conducida, y los sentidos de giro mediante flechas
- b) ¿Cuál es la relación de transmisión?
- c) ¿Qué velocidad adquiere la polea CONDUCTIDA en este montaje?
- d) ¿Se trata de un mecanismo reductor o multiplicador de la velocidad?

6. En un mecanismo de transmisión por correas conocemos que el motor que gira a 900 rpm tiene acoplada una polea de 10 cm de diámetro, que esta a su vez transmite movimiento mediante correa a otra polea de 30 cm De diámetro. Se pide:

- a) Dibuja un esquema del mecanismo.
- b) Calcula la velocidad con que girará el eje de la segunda polea.
- c) La relación de transmisión.

7. En la transmisión por poleas de la figura se conocen los siguientes datos:  $N_1= 1000$  rpm;  $D_1= 10$  cm;  $D_2= 20$  cm. Se pide calcular:

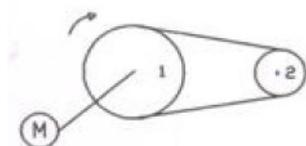


- a) La velocidad de giro del eje de salida  $N_2$
- b) La relación de transmisión.

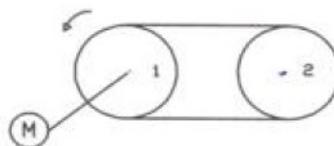
8. En el siguiente mecanismo:

- a) Si la rueda motriz gira a 100 rpm, ¿a qué velocidad gira la polea conducida?
- b) Calcula la relación de transmisión.

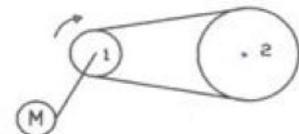
9. Calcula la velocidad de giro de la polea nº 2 e indica el sentido de giro de cada una de ellas. Donde "D" es diámetro de la polea y "N" es velocidad de giro.



$D_1 = 10$  cm ;  $D_2 = 5$  cm  
 $N_1 = 500$  rpm; ¿  $\omega_2$  ?

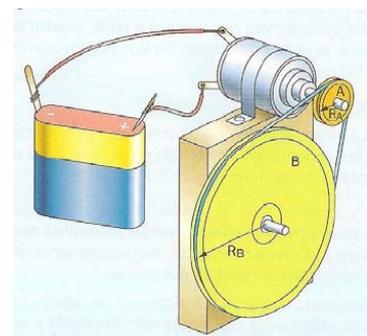


$D_1 = 20$  cm ;  $D_2 = 20$  cm  
 $N_1 = 1.500$  rpm; ¿  $\omega_2$  ?



$D_1 = 10$  cm ;  $D_2 = 40$  cm  
 $N_1 = 1000$  rpm; ¿  $\omega_2$  ?

10. A partir de los datos de la figura, calcular la velocidad con la que girará la polea de mayor diámetro.  $D_1= 2$  cm (motriz);  $D_2=8$  cm (conducida)  $n_1= 160$  r.p.m. (motor)



## V. Transmisión por engranajes

Los engranajes son ruedas dentadas que encajan entre sí, de modo que, unas ruedas transmiten el movimiento circular a las siguientes.

El tamaño de los dientes de todos los engranajes debe ser igual.

Los engranajes giran de modo que, los más pequeños giran a mayor velocidad, de modo similar al caso del sistema de poleas con correa. En este caso, en lugar de tener en cuenta el diámetro de la polea, se tienen en cuenta el número de dientes de cada rueda.

Fíjate en el dibujo de la izquierda: Supongamos que, en este caso, la rueda mayor es la rueda motriz (entrada) y la rueda conducida es la menor. En este caso:



- La rueda de entrada tiene 20 dientes. ( $Z_1 = 20$ ).
- La rueda de salida tiene 10 dientes. ( $Z_2 = 10$ ).

Se puede intuir que la rueda conducida, que tiene la mitad de dientes que la motriz, girará al doble de velocidad.

Se puede calcular la velocidad de los engranajes a partir de los tamaños de las mismas

$$n_1 \cdot Z_1 = n_2 \cdot Z_2$$

Siendo:

$n_1$  = velocidad del engranaje de entrada

$n_2$  = velocidad del engranaje de salida

$Z_1$  = número de dientes del engranaje de entrada (motriz)

$Z_2$  = número de dientes del engranaje de salida (conducido)

Los engranajes tienen la ventaja de que transmiten movimiento circular entre ejes muy próximos y además transmiten mucha fuerza (porque los dientes no deslizan entre sí), al contrario que con el sistema de poleas con correa.

La relación de transmisión ( $i$ ) en un sistema de engranajes se puede calcular del siguiente modo:

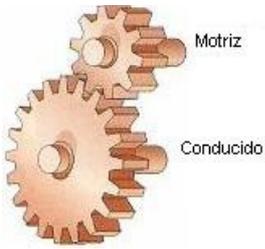
$$i = \frac{Z_1}{Z_2}$$

o también como ...

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

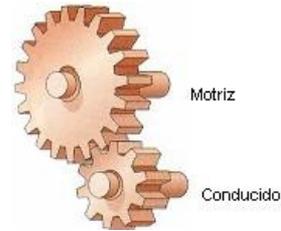
Normalmente al engranaje mayor se le llama rueda y al menor piñón.

Al igual que con el sistema de poleas con correa, hay dos tipos de sistemas de transmisión por engranajes.



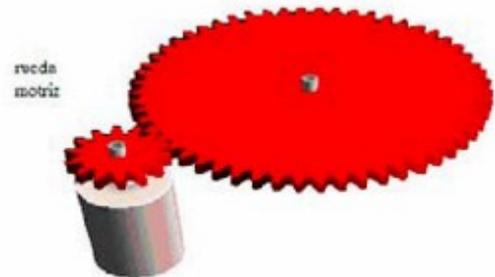
a) **Reductor:** El piñón es el engranaje motriz y la rueda es el engranaje conducido. En este caso, la velocidad de salida (rueda) es menor que la velocidad de entrada (piñón).

b) **Multiplificador:** El piñón es el engranaje conducido y la rueda es el engranaje motriz. En este caso, la velocidad de salida (piñón) es mayor que la velocidad de entrada (rueda).



29. (\*) Observa el siguiente dibujo y sabiendo que el engranaje motriz tiene 14 dientes y gira a 4000 rpm y el conducido 56.

a. ¿Se trata de una transmisión que aumenta o reduce la velocidad?, justifica tu respuesta.



b) Calcula la relación de transmisión. Explica el resultado.

b. Calcula el número de revoluciones por minuto de la rueda conducida.

c. Si la rueda motriz gira en el sentido de las agujas del reloj, ¿en qué sentido girará la rueda conducida?

**Ejercicios de engranajes.**

**Realiza estos ejercicios en el cuaderno. No los hagas en esta hoja**

**30.** En el sistema de la figura el engranaje grande posee 40 dientes y está acoplado a un motor, mientras que el piñón posee 20.

- Calcula la relación de transmisión.
- ¿A qué velocidad gira el piñón si la otra rueda lo hace a 300 rpm?
- ¿Se trata de un reductor o un multiplicador de velocidad?

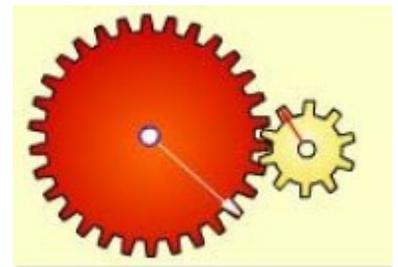


**31.** Un motor que gira a 100 r.p.m. tiene montado en su eje un engranaje de 60 dientes y está acoplado a otro engranaje de 20 dientes.

- Dibujar el esquema del mecanismo
- Calcular la relación de transmisión
- Calcular las revoluciones por minuto a las que gira el engranaje conducido
- ¿Se trata de un mecanismo reductor o multiplicador?

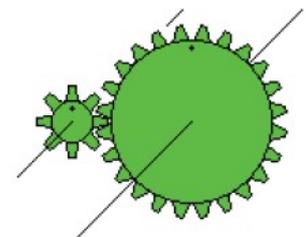
**32.** Tenemos un motor que gira a 3000 r.p.m. con un engranaje de 45 dientes acoplado en su eje. Sabiendo que el engranaje conducido posee 15 dientes:

- Indica cuál es el motriz y el conducido, y los sentidos de giro mediante flechas
- ¿Cuál es la relación de transmisión?
- ¿Qué velocidad adquiere el engranaje de salida?
- ¿Se trata de un mecanismo reductor o multiplicador de la velocidad?



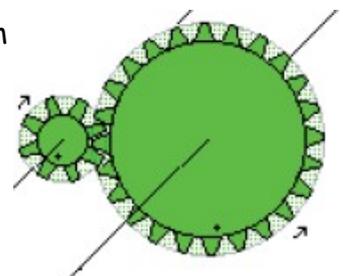
**33.** Observa el engranaje de la figura en el que la rueda motriz gira (movimiento de entrada) a 40 rpm y la rueda de salida a 120 rpm.

- ¿Cuál es la rueda de entrada y la de salida?
- ¿Se trata de un mecanismo multiplicador o reductor de velocidad?
- ¿Cuál es su relación de transmisión?



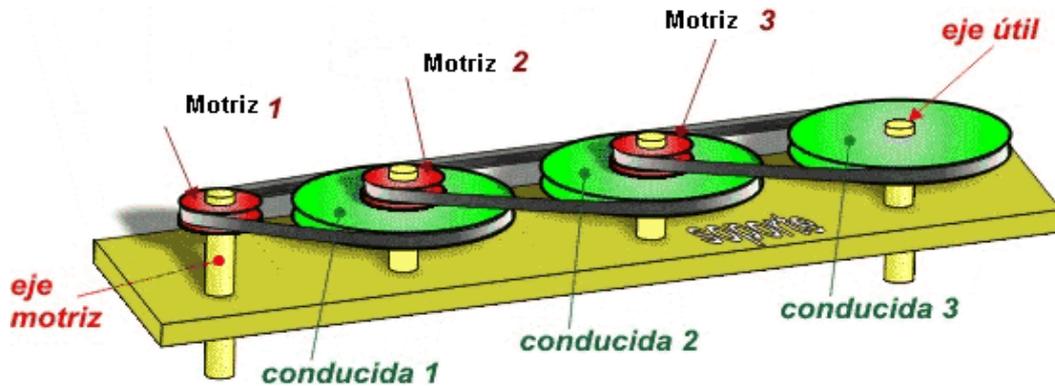
**34.** Observa el mecanismo de la figura en el que el motor gira a 15 rpm y la rueda de salida gira a 5 rpm:

- ¿Se trata de un mecanismo multiplicador o reductor de velocidad?
- ¿Cuál es su relación de transmisión?
- Si motor girara a 90 rpm, ¿a qué velocidad gira la rueda de salida?
- Si volvemos a variar la velocidad del motor y vemos que la rueda de salida gira a 120 rpm, ¿a qué velocidad gira ahora el motor?



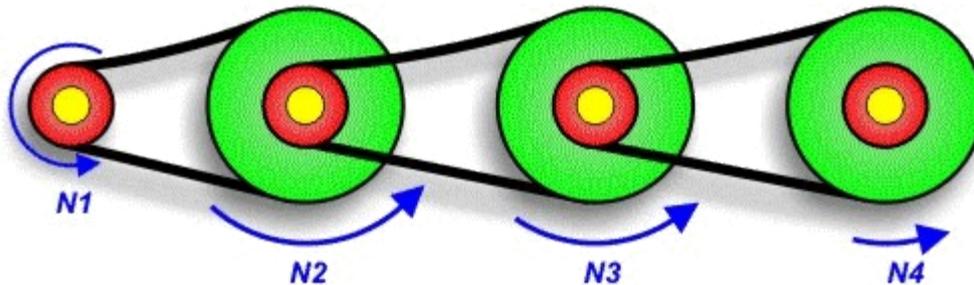
## VI. Tren de sistema de poleas y engranajes

Un tren de un sistema de poleas con correa consiste en la combinación de más de dos poleas. Veamos un ejemplo:



La rueda de entrada del sistema de poleas es la **motriz 1** y la rueda de salida es la **conducida 3**. En este caso hay cuatro ejes de transmisión. El movimiento circular del eje motriz se transmite al eje 2 a través de la polea motriz 1 y la conducida 1. Las poleas motriz 2 y conducida 1 está acopladas al mismo eje, giran a igual velocidad. La polea motriz 2 transmite el movimiento a la conducida 2 gracias a la acción de otra correa. Las poleas motriz 3 y conducida 2 giran a igual velocidad porque comparten el mismo eje. Por último y gracias a una tercera correa el movimiento circular se transmite desde la motriz 3 a la conducida 3.

Se puede observar el movimiento circular se va reduciendo más a medida que añadimos más poleas y más correas, pues el tren de poleas lo constituyen en realidad tres reductores.



$n_1$  = velocidad de la polea motriz 1

$n_2$  = velocidad de la polea conducida 1 = velocidad de la polea motriz 2

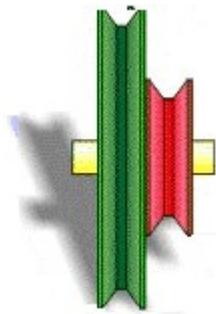
$n_3$  = velocidad de la polea conducida 2 = velocidad de la polea motriz 3

$n_4$  = velocidad de la polea conducida 3

La relación de transmisión del sistema es...

$$i = \frac{n_4}{n_1}$$

Se puede hallar esta relación de transmisión a partir de la relación de transmisión de cada par de poleas



Ejemplo polea

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3$$

siendo

$$i_1 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

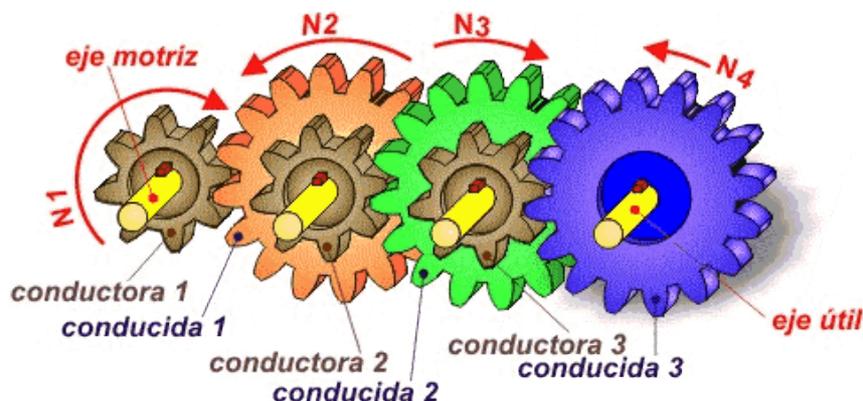
$$i_2 = \frac{n_3}{n_2} = \frac{d_2}{d_3}$$

$$i_3 = \frac{n_4}{n_3} = \frac{d_3}{d_4}$$

Si solo tenemos los diámetros de las poleas, se puede calcular la relación de transmisión con la expresión

$$i = \frac{d_2 \cdot d_4 \cdot d_6 \cdot \dots}{d_1 \cdot d_3 \cdot d_5 \cdot \dots} = \frac{\text{producto del diámetro de las ruedas pares}}{\text{producto del diámetro de las ruedas impares}}$$

Los engranajes también se pueden combinar formando un tren de engranajes



Con la gran ventaja de que, a diferencia del tren de poleas, ocupan mucho menos espacio.

El funcionamiento es similar al tren de poleas, pero no existen correas.

La relación de transmisión del sistema al completo es idéntico al caso de las poleas.

$$i = \frac{n_4}{n_1}$$

Se puede hallar esta relación de transmisión a partir de la relación de transmisión de cada par de engranajes.

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3$$

siendo

$$i_1 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$i_2 = \frac{n_3}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_3}$$

$$i_3 = \frac{n_4}{n_3} = \frac{Z_3}{Z_4}$$

**Sí solo tenemos el número de dientes de cada engranaje, obtenemos una expresión similar al caso de las poleas.**

$$i = \frac{Z_2 \cdot Z_4 \cdot Z_6 \cdot \dots}{Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_5 \cdot \dots} = \frac{\text{producto del diámetro de las ruedas pares}}{\text{producto del diámetro de las ruedas impares}}$$

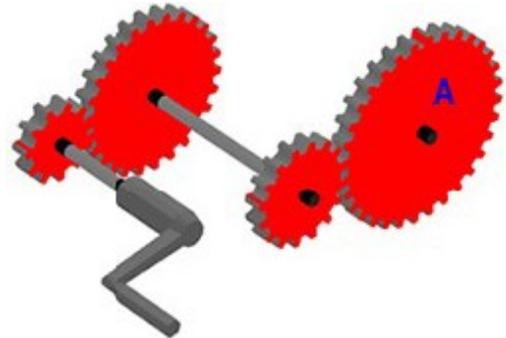
**35. (\*)** En el siguiente montaje la manivela se gira en el sentido de las agujas del reloj (sentido horario).

a) ¿En qué sentido girará el engranaje A?

- > Antihorario
- > Horario

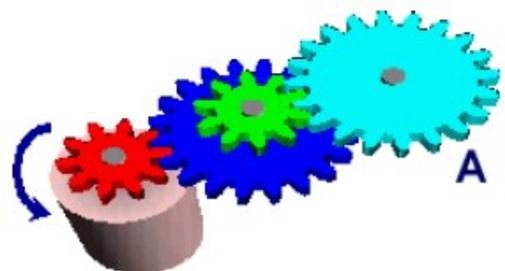
b) La velocidad de giro del engranaje A es....

- > Mayor que la de giro de la manivela
- > Menor que la de giro de la manivela
- > No se puede determinar.
- > Igual que la de giro de la manivela



**36. (\*)** ¿A qué velocidad girará el engranaje A, en el tren de engranajes mostrado?:

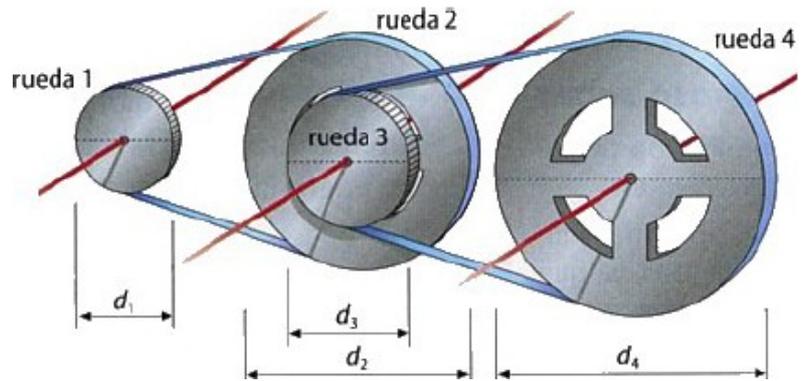
- > Más rápido que el motor.
- > Más lento que el motor.
- > A la misma velocidad que el motor.



Por tanto, el mecanismo mostrado es un sistema:

- > Reductor.
- > Multiplicador.
- > En el que la velocidad de giro no se ve modificada.

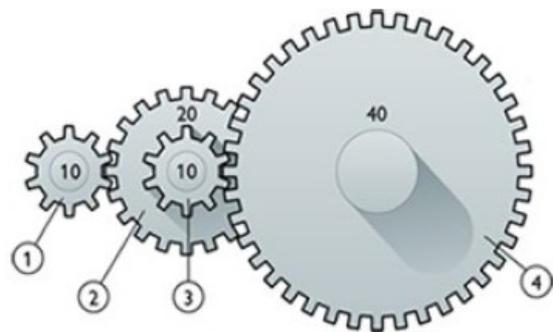
37.(\*) Calcular las relaciones de transmisión, y la velocidad de las siguientes ruedas sabiendo que la velocidad de giro de la rueda 1 gira a una velocidad de 100 rpm.  $d_1= 10$  cm  $d_2= 20$  cm  $d_3= 15$  cm  $d_4= 30$  cm.



Indica si es un reductor o un multiplicador de velocidad

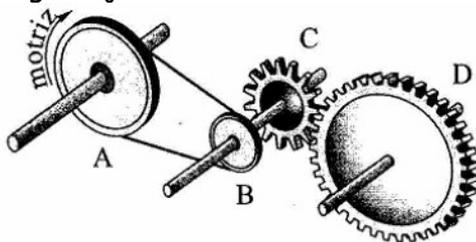
$i_1 = \frac{d_1}{d_2} = i$		
$i_2 = \frac{d_3}{d_4} = i$		

38.(\*) En la siguiente figura se muestra un mecanismo en el que el engranaje motriz gira a 800 rpm (engranaje 1). Calcular las relaciones de transmisión y la velocidad de giro de cada uno de los engranajes.



$i_1 = \frac{Z_1}{Z_2} = i$		
$i_2 = \frac{Z_3}{Z_4} = i$		

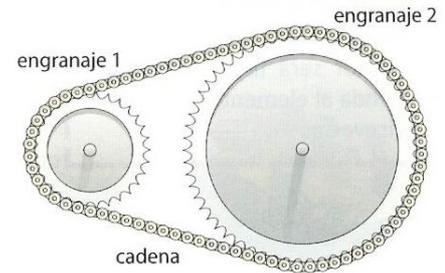
39. (\*) El siguiente tren de mecanismos está formado por un sistema de transmisión por polea y otro de engranajes. Indica con flechas el sentido de giro de las poleas y engranajes. Rodea con un círculo la respuesta correcta.



- D La polea «A» va +-= rápida que la polea «B»  
 La polea «B» va +-= rápida que el engranaje «C»  
 El engranaje «C» va +-= rápido que el engranaje «D»

### VII. Engranajes con cadena

Este sistema de transmisión consiste en dos ruedas dentadas de ejes paralelos, situadas a cierta distancia la una de la otra, y que giran a la vez por efecto de una cadena que engrana a ambas. Es el mecanismo que emplean las bicicletas. La relación de transmisión se calcula como en el caso de los engranajes, es decir, ...



$$i = \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$i = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{Donde}$$

$n_1$  = velocidad del engranaje de entrada 1

$n_2$  = velocidad del engranaje de salida 2

$Z_1$  = número de dientes del engranaje de entrada 1 (motriz)

$Z_2$  = número de dientes del engranaje de salida 2 (conducido)

40. (\*) Una bicicleta tiene dos platos de 44 y 56 dientes y una corona de cinco piñones de 14, 16, 18, 20 y 22 dientes, respectivamente.

a) Calcula la relación de transmisión para las siguientes combinaciones:



COMBINACIÓN	RELACIÓN DE TRANSMISIÓN
➤ Plato grande piñón grande	
➤ Plato grande piñón pequeño	
➤ Plato pequeño piñón pequeño	
➤ Plato pequeño piñón grande	

b) Ahora indica con cuál de las cuatro combinaciones correrás más rápido y con cuál irás más lento. Justifica la respuesta.

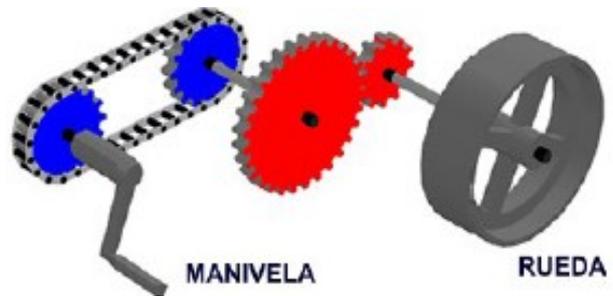
41. (\*) En el siguiente montaje la manivela gira en sentido antihorario

a) ¿En qué sentido girará la rueda?

- > Antihorario
- > Horario

b) La velocidad de giro de la rueda será...

- > Mayor que la de giro de la manivela
- > Menor que la de giro de la manivela
- > Igual que la de giro de la manivela
- > No se puede determinar.



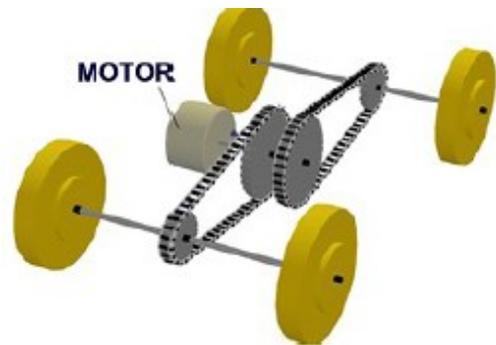
42. (\*) En la figura se muestra el sistema de transmisión por cadena de las cuatro ruedas motrices de un coche de juguete.

a) ¿En qué sentido girarán las ruedas del coche?

- > En el mismo que el motor
- > En sentido contrario al del motor

b) La velocidad de giro de las ruedas será...

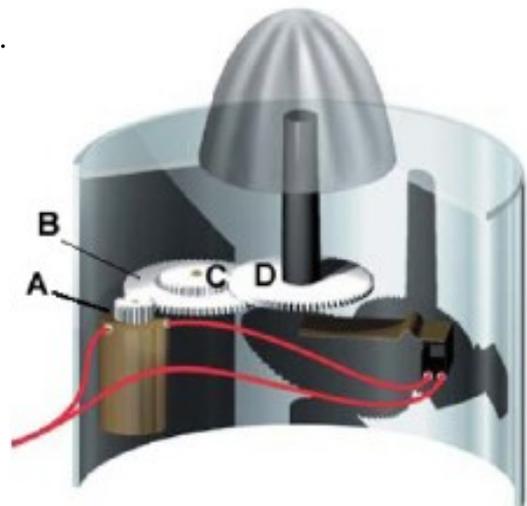
- > Mayor que la del motor
- > Menor que la del motor
- > Igual que la del motor
- > No se puede determinar.



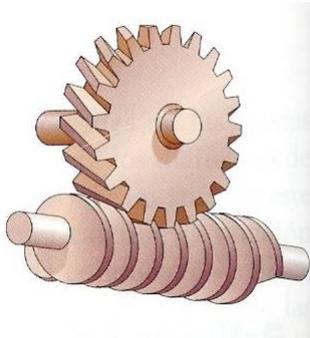
43. (\*) En la figura se muestra un exprimidor de fruta. El eje del motor, que mueve un engranaje de 10 dientes gira a 1800 rpm.

a) Si la rueda B posee 50 dientes, ¿a qué velocidad girará?

b) La rueda C de 15 dientes gira solidariamente con la rueda B. ¿A qué velocidad girará la rueda D de 45 dientes?



## VIII. Tornillo sinfín



Este es un mecanismo de transmisión circular, es decir, tanto el elemento motriz como el conducido tienen movimiento circular. Se trata de un tornillo que se engrana a una rueda dentada, cuyo eje es perpendicular al eje del tornillo. Por cada vuelta del tornillo sinfín acoplado al eje motriz, la rueda dentada acoplada al eje de arrastre gira un diente.

Este sistema tiene una relación de transmisión muy baja, es decir, es un excelente reductor de velocidad. Se emplea, por ejemplo, en

las clavijas que tensan las guitarras.

El elemento motriz es el tornillo y el elemento conducido es la rueda dentada. **NUNCA A LA INVERSA**, es decir, que este mecanismo no es REVERSIBLE.

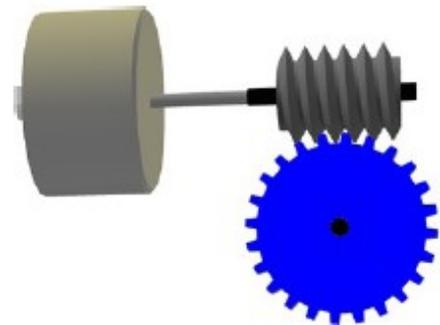
Si la rueda de salida tiene **Z** dientes, la relación de transmisión de este sistema se calcula como...

$$i = \frac{1}{Z} = \frac{n_2}{n_1}$$

En este ejemplo de tornillo sinfín, la rueda dentada tiene 20 dientes: Así pues, la relación de transmisión es ...

$i = \frac{1}{20}$ , es decir, por cada 20 vueltas que gire el tornillo, la rueda sólo gira una vuelta.

45. (\*) . Para el siguiente montaje



a) ¿En qué sentido girará el engranaje?

- > En el mismo que el motor
- > En el sentido contrario que el motor

b) ¿Qué tipo de sistema muestra la figura?

- > Un sistema reductor.
- > Un sistema multiplicador.
- > Un sistema donde la velocidad del motor no se modifica

c) ¿Es el tornillo sinfín reversible? \_\_\_\_\_ ¿Por qué?

e) Calcula la relación de transmisión sabiendo que la rueda dentada posee 24 dientes.

f) Si el motor gira a 2400 rpm. ¿A qué velocidad girará la rueda dentada?