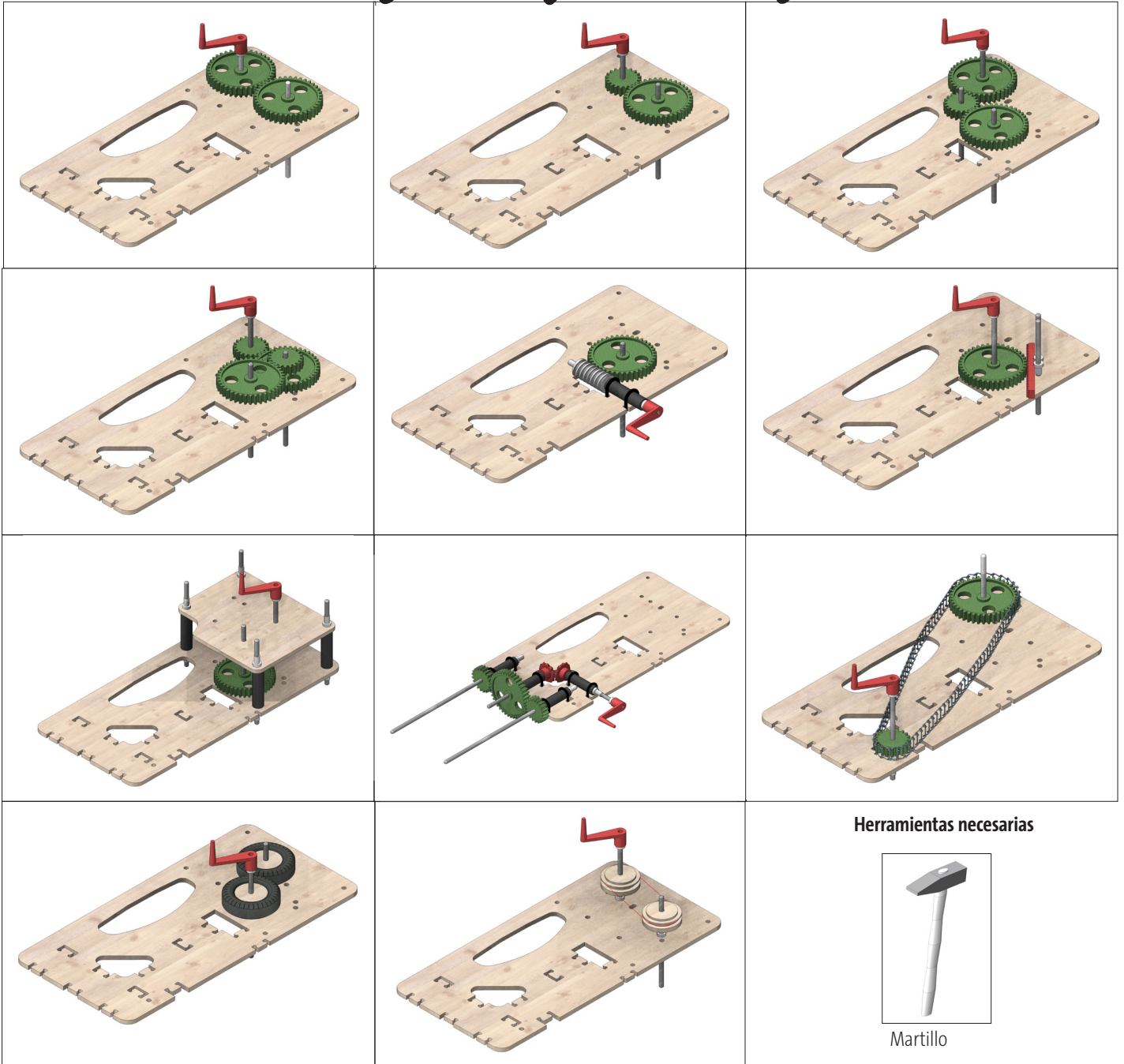


121.043

# Programa de aprendizaje Engranajes Easy



**Importante:**

Las maquetas de OPITEC, una vez terminadas, no deberían ser consideradas como juguetes en el sentido comercial del término. De hecho, se trata de material pedagógico adecuado para un uso didáctico. Es imprescindible la supervisión de un adulto. Kit no adecuado para niños menores de 3 años, dado que existe riesgo de asfixia por piezas pequeñas.

**Instrucciones nº 121.043**  
**Programa de aprendizaje sobre engranajes Easy**

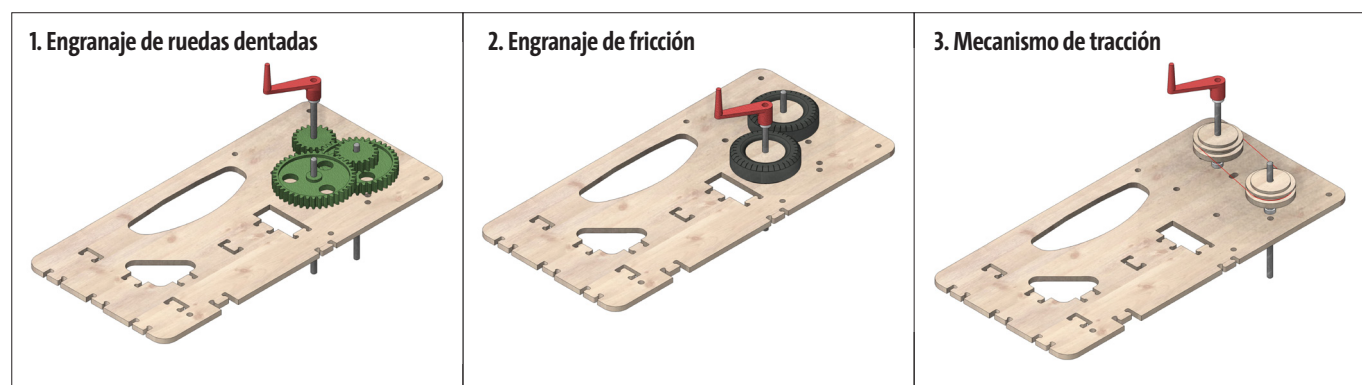
Lista de piezas	Artículo nº	Medidas (mm)	Aplicación	Pieza nº
Piezas de madera para caja de engranajes (kit)	1		Placa base	1
Eje de metal	2	∅3x150	Eje	2
Eje de metal	6	∅3x70	Eje	3
Rueda dentada (40 dientes) verde	2	∅41	Engranaje	4
Rueda dentada (20 dientes) verde	2	∅ 21	Engranaje	5
Rueda cónica	2		Rueda cónica	6
Tornillo sin fin	1		Tornillo sin fin	7
Cremallera	1		Cremallera	8
Manivela	1		Manivela	9
Polea	2	∅ 35	Polea	10
Llanta de madera de haya	2	∅ 25	Llanta/polea	11
Tubo separador	5	∅8x30	Soporte de eje/separador	12
Goma elástica	6		Sujeción	13
Cadena de metal	1	45	Cadena	14
Reductor	15	4/3	Reductor/separador	15
Goma elástica	1	∅ 40	Transmisión	16

**Tecnología de engranajes**

Los engranajes permiten modificar distintas propiedades mecánicas.

Principalmente sirven para transmitir pares, amplificar fuerzas tangenciales, aumentar o disminuir revoluciones y invertir el sentido del giro. Dependiendo de la configuración, también sirven para transformar un movimiento circular en uno lineal (rotación a traslación) y viceversa. Asimismo, se utilizan para salvar la distancia entre el mecanismo de propulsión y el de salida o para cambiar la dirección de la propulsión un cierto número de grados.

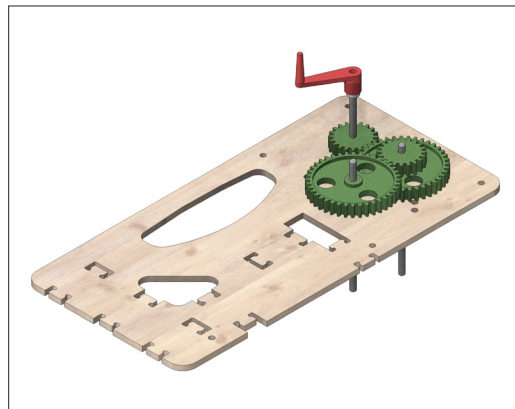
Los engranajes de este programa se pueden dividir en las categorías siguientes:



### ¿Cómo funciona un engranaje de ruedas dentadas?

Una rueda dentada dispone de dientes repartidos uniformemente en el perímetro. Cumplen la regla: a mayor diámetro, mayor número de dientes. La fuerza tangencial se transmite de los dientes de la rueda motriz a los dientes de la rueda empujada.

Un diente de una rueda empuja un diente de la otra rueda el recorrido de un diente. El diente siguiente de la rueda motriz mueve el siguiente diente de la rueda secundaria. Se distingue entre los engranajes rectos, en que los ejes de giro son paralelos; los de ruedas cónicas, en que los ejes se cortan, y los de corona y tornillo sin fin, en que los ejes se cruzan. En los engranajes de corona y tornillo sin fin se producen las relaciones de transmisión mayores. Pero, ¿qué es realmente una relación de transmisión?



### Relación de transmisión

Tomemos como ejemplo un engranaje recto, como en los experimentos 1 y 2. La rueda pequeña tiene menos dientes, por lo que con mover menos dientes se completa una revolución. Por ejemplo, si la rueda pequeña tiene 20 dientes y la grande tiene 40 dientes, entonces la pequeña completa dos revoluciones por cada vez que la grande completa una. Este engranaje tiene una relación de transmisión de 2:1.

Si las dos ruedas tienen el mismo número de dientes (y también el mismo diámetro), entonces la relación de transmisión es de 1:1.

Nota para los docentes: la relación de transmisión de las ruedas permite explicar también la "regla de oro de la mecánica".

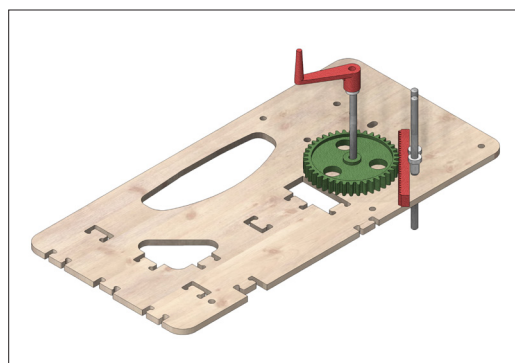
Tanto al comparar la longitud de las palancas en la ley de la palanca, o el diámetro de las ruedas de un engranaje, en ambos casos se produce una relación de transmisión.

### Engranajes de formas especiales

Existen muchas más configuraciones y subtipos de engranajes con ruedas dentadas. Por ejemplo, engranajes con dientes internos, engranajes rectos y similares.

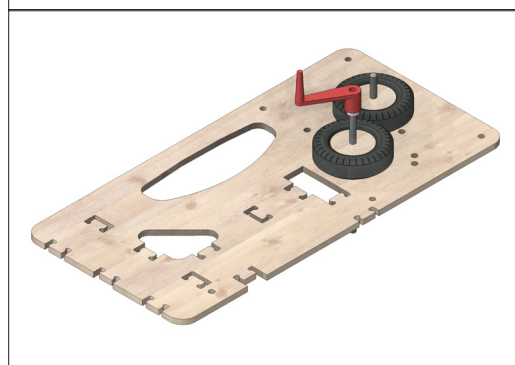
En el contexto de este kit, se trata únicamente el caso especial de la cremallera.

Lo característico de este engranaje es que la rotación de la rueda se transforma en un movimiento en línea recta, hacia delante y hacia atrás.



### En el engranaje de fricción

la rotación se transmite por medio de la fricción entre dos ruedas, que hacen presión una contra otra. Se habla de transmisión no positiva, p. ej. la dinamo de una bicicleta.

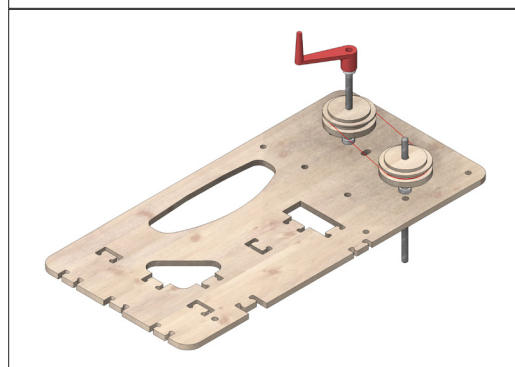


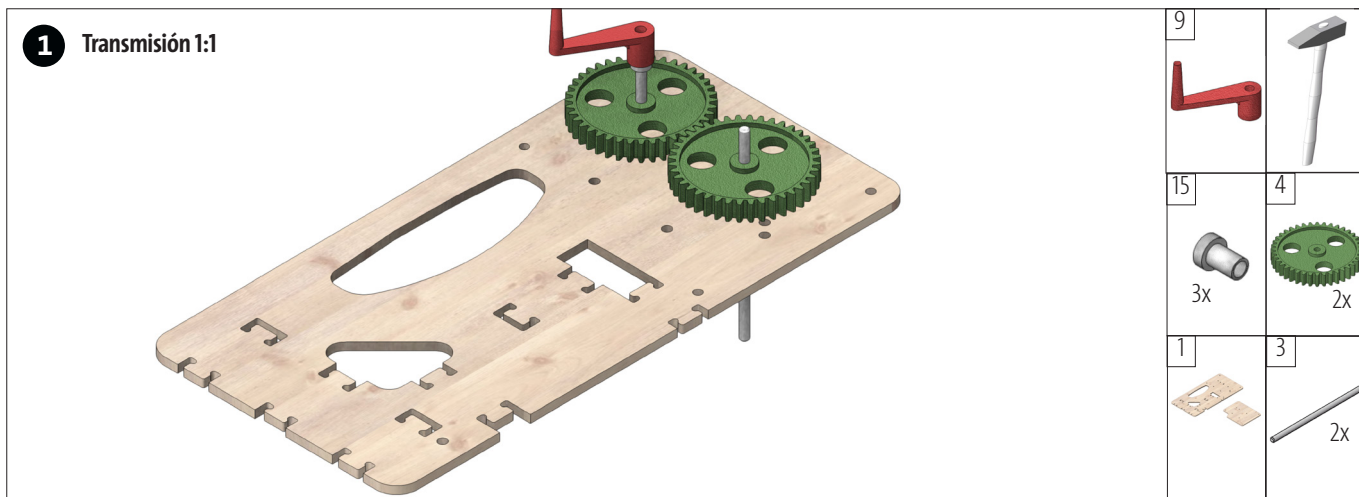
### El mecanismo de tracción

se caracteriza por transmitir el movimiento salvando la distancia entre dos ejes separados. Asimismo, permite invertir fácilmente el sentido de giro (transmisión por correa cruzada). Las variantes más conocidas son las transmisiones por correa (plana, en cuña y circular) y por cadenas o correas dentadas.

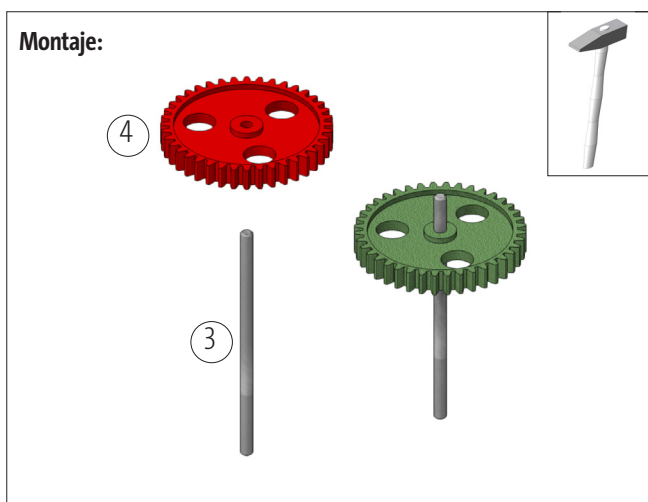
Las diferencias más importantes entre ellas son:

Las correas transmiten el movimiento mediante fricción y siempre se produce cierto deslizamiento. Las cadenas y correas dentadas transmiten la fuerza por bloqueo positivo y pueden utilizarse también para un posicionamiento exacto (correas de dirección del motor, propulsión del mecanismo de una máquina de CNC).

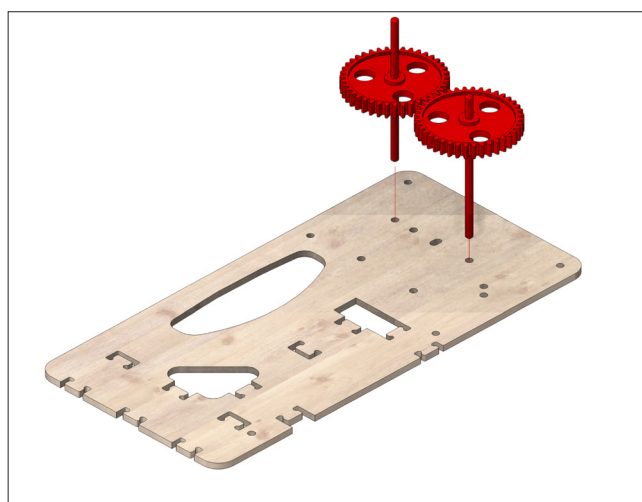




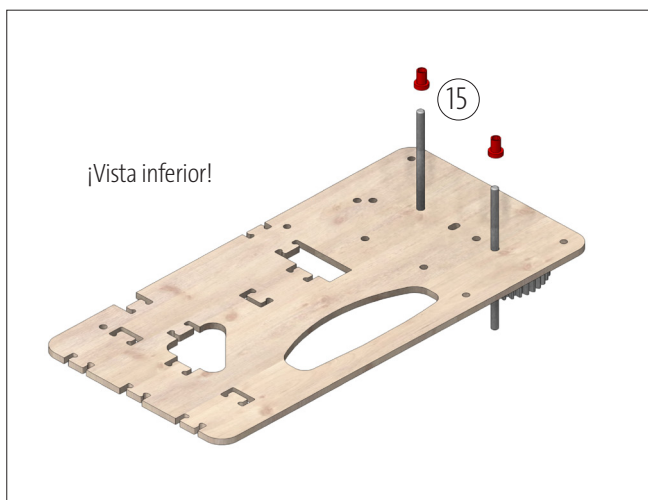
Las ruedas dentadas tienen el mismo número de dientes y el mismo diámetro. Por consiguiente, ambas se mueven a la misma velocidad, con las mismas revoluciones y el mismo par de fuerzas. Solo cambia el sentido del giro.



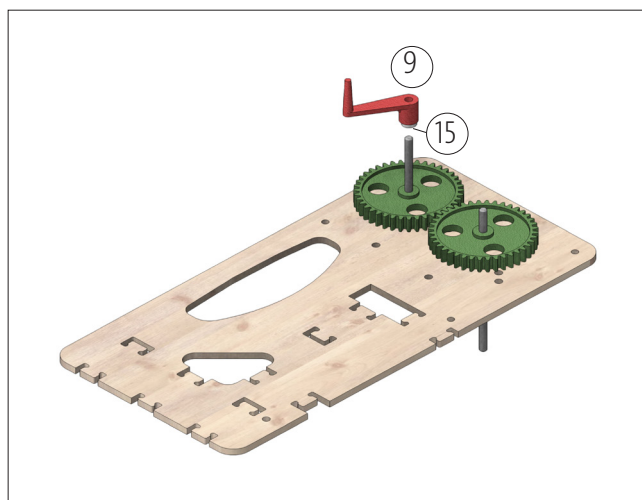
Insertar un eje (3) en cada rueda dentada (4) uno 10 y el otro 20 mm. Si es necesario, utilizar un martillo.



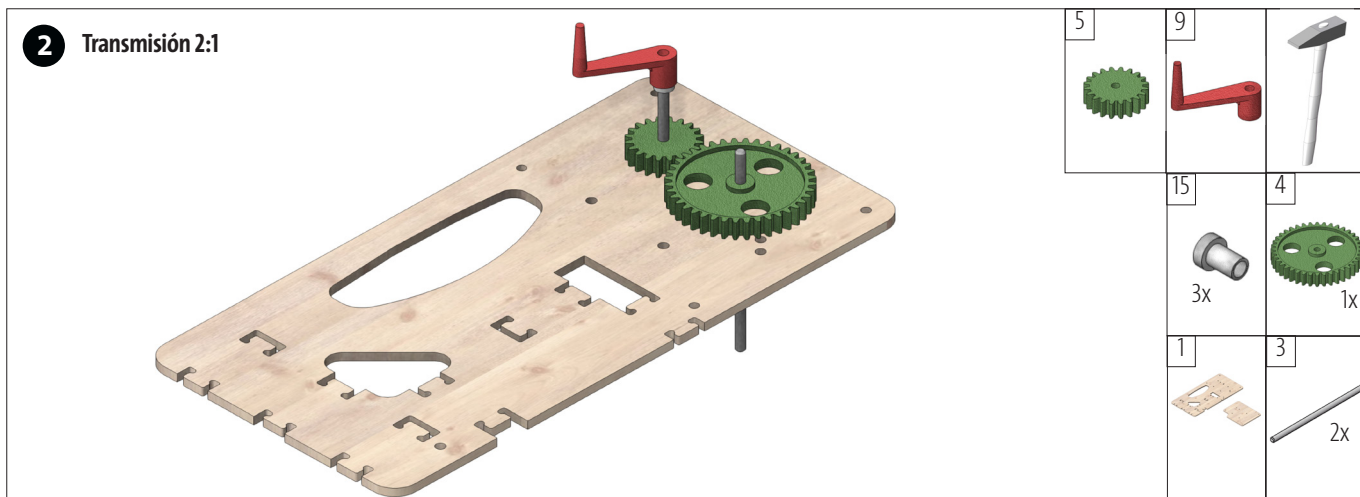
Introducir los dos ejes con sus respectivas ruedas en los orificios (ver imagen) de la placa base (1).



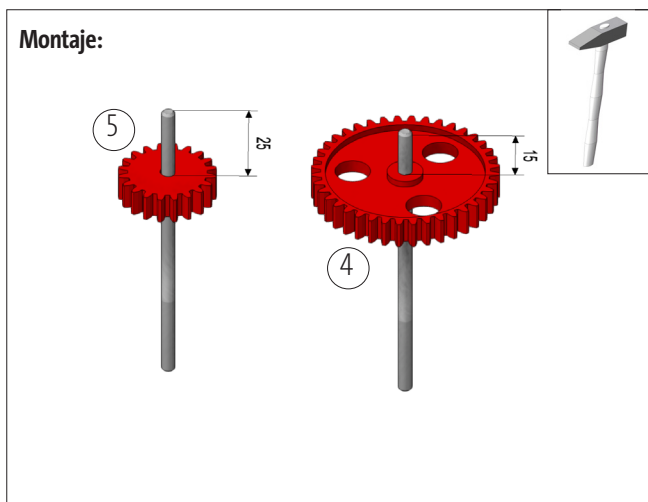
Introducir por debajo un reductor (15) en cada eje y fijarlo.



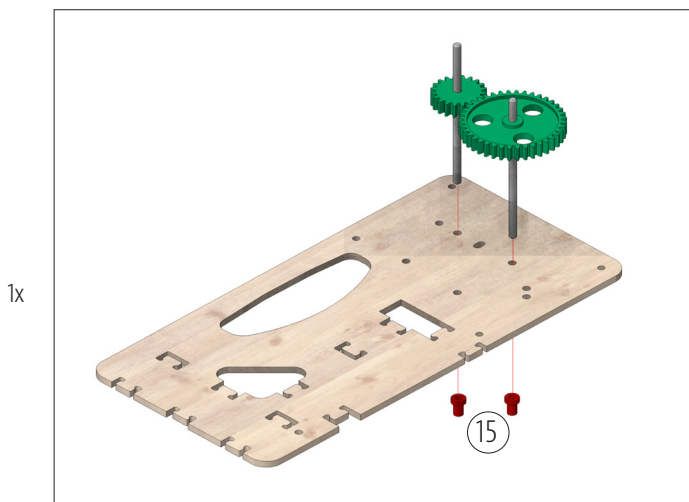
Introducir un reductor (15) debajo de la manivela (9) y montarla en uno de los ejes (3) como se muestra. ¡Listo!



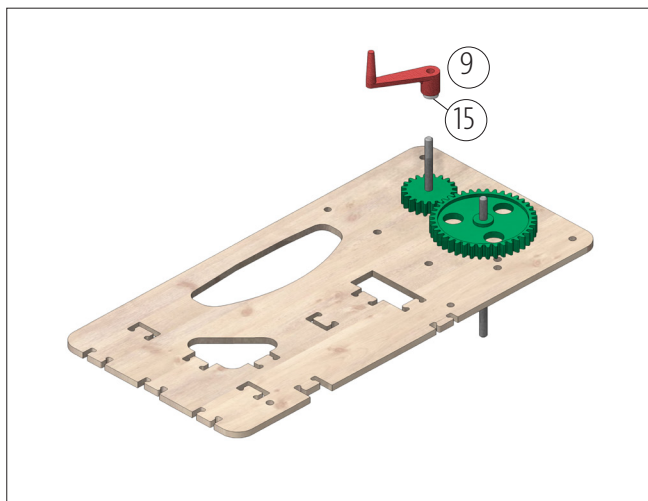
Las ruedas dentadas tienen un número de dientes diferente. La pequeña tiene 20 dientes y la grande 40, es decir, la rueda grande tiene el doble de dientes que la pequeña y su diámetro también es el doble de grande. Media revolución, doble fuerza tangencial.



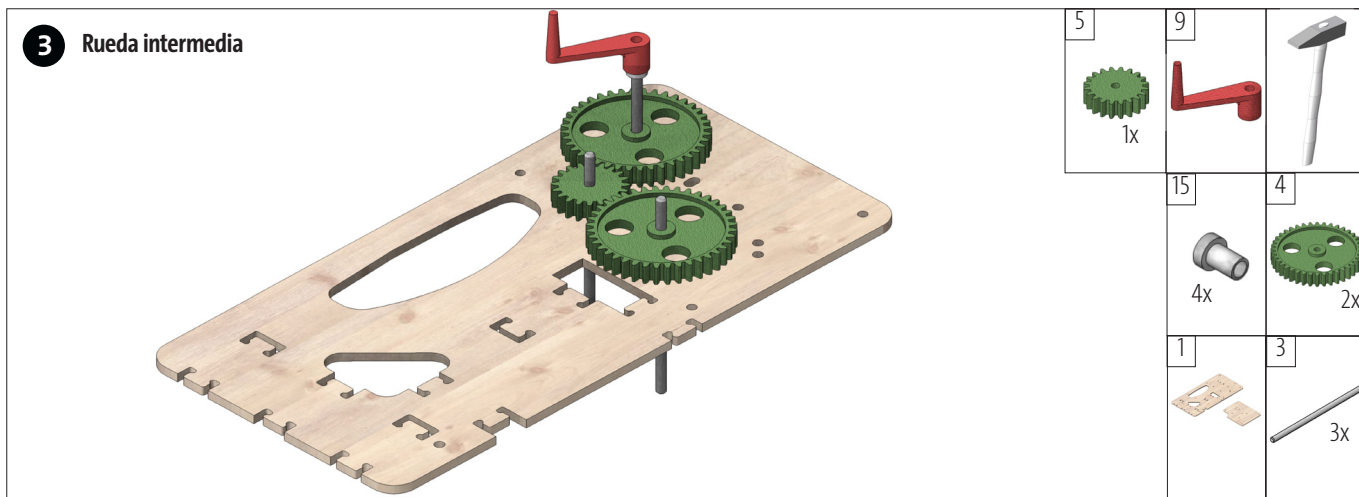
Introducir un eje (3) en una rueda dentada (5) 25 mm, como se muestra. Introducir otro eje (3) en una rueda dentada (4) 15 mm. Si es necesario, utilizar un martillo.



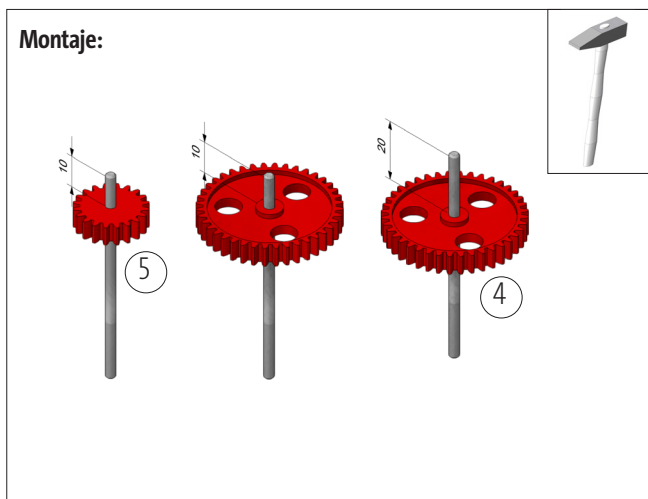
Introducir los dos ejes con sendas ruedas dentadas a través de los orificios de la placa base (ver ilustración) y fijar cada uno por debajo con un reductor (15).



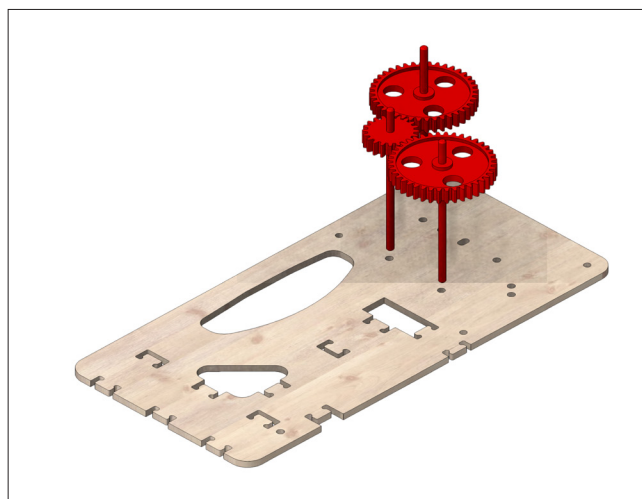
Introducir un reductor (15) debajo de la manivela (9) y montarla en uno de los ejes (3) como se muestra. ¡Listo!



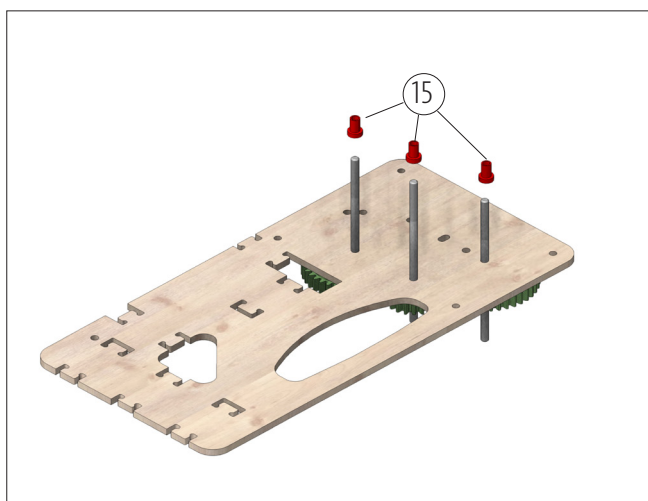
La rueda intermedia no altera la transmisión, no importa lo grande o pequeña que sea. Cada diente de la primera rueda empuja un diente de la rueda intermedia, provocando el desplazamiento de un diente de la tercera rueda. Es decir, una transmisión 1:1. El propósito de la rueda intermedia es invertir el sentido de giro de la tercera rueda, o salvar una distancia corta entre la primera y la tercera rueda.



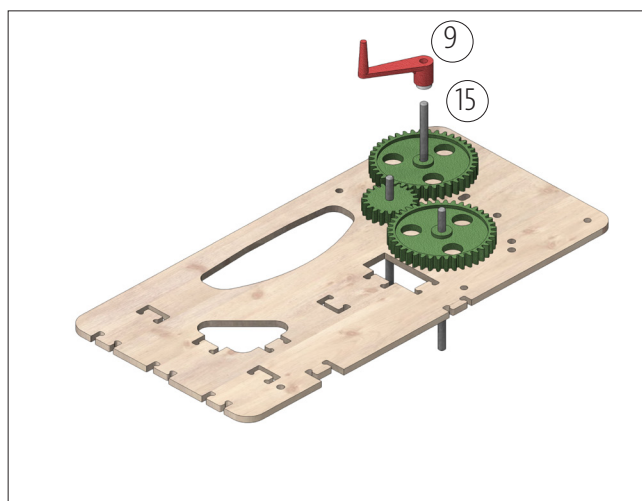
Introducir un eje (3) en una rueda dentada (5) 25 mm, como se muestra. Introducir otro eje (3) en una rueda dentada (4) 15 mm. Si es necesario, utilizar un martillo.



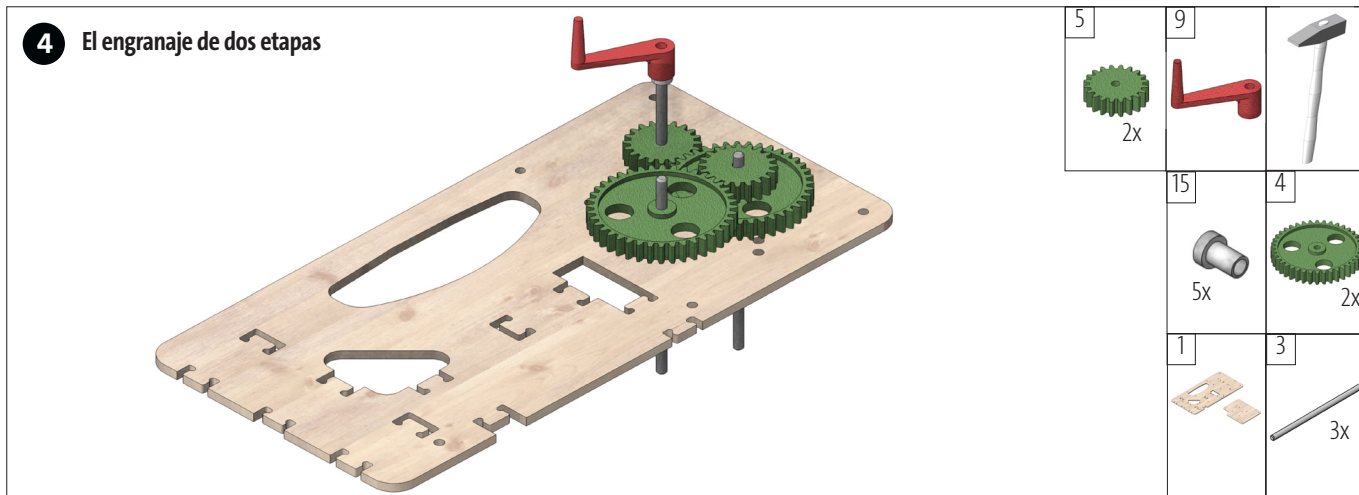
Introducir los dos ejes con sendas ruedas dentadas a través de los orificios de la placa base (ver ilustración) y fijar cada uno por debajo con un reductor (15).



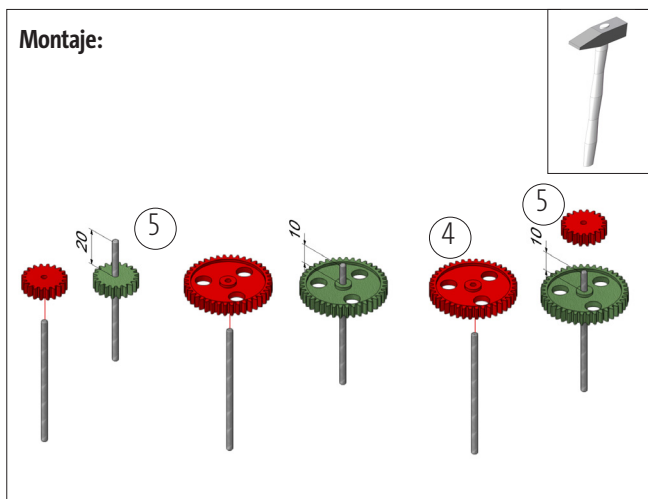
Fijar cada eje por debajo mediante un reductor (15).



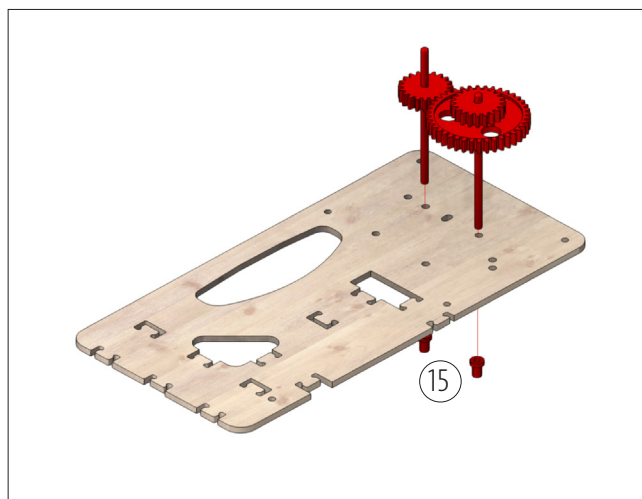
Introducir un reductor (15) debajo de la manivela (9) y montarla en uno de los ejes (3) como se muestra. ¡Listo!



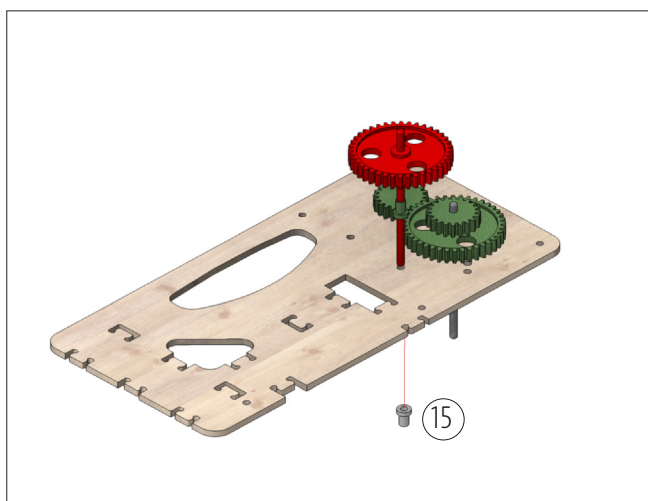
La transmisión entre dos ruedas no puede ser lo grande que se quiera. Normalmente no es superior a 1:6. Si se desea utilizar una transmisión mayor, se puede añadir un segundo nivel (un total de 4 ruedas dentadas) o utilizar un engranaje de dos etapas.



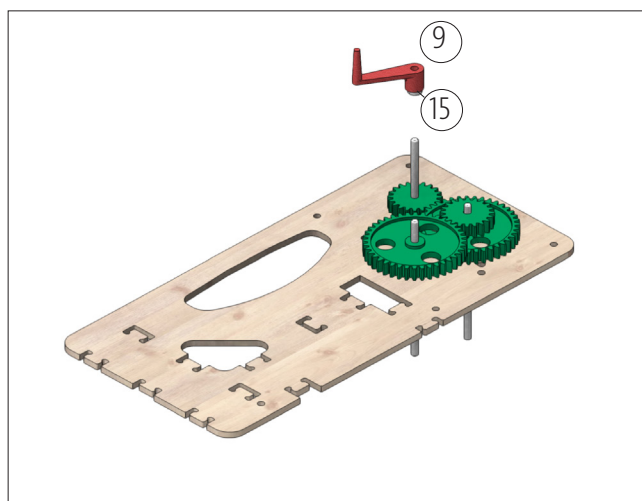
Introducir un eje (3) en una rueda dentada (5) 20 mm, como se muestra. Introducir otro eje (3) en una rueda dentada (4) 10 mm. Si es necesario, utilizar un martillo.



Introducir los dos ejes, con una rueda dentada (5) y con una doble rueda dentada (4/5), en la placa base como se muestra y fijarlos por debajo con un reductor cada uno.

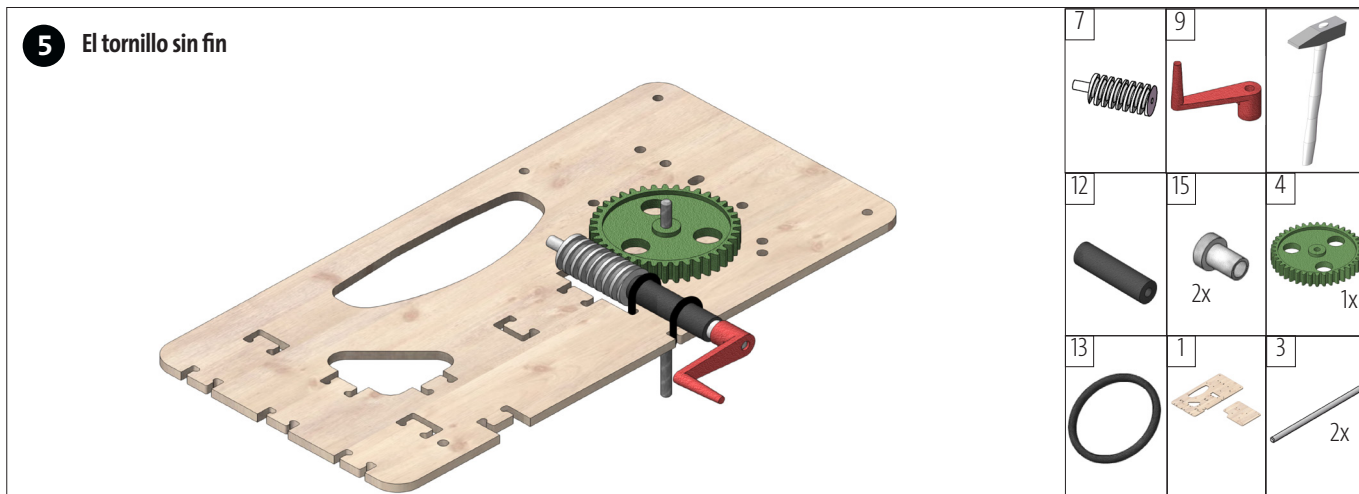


Encajar el eje con la segunda rueda dentada grande (4) como se muestra y fijarlo por debajo con un reductor (15).



Introducir un reductor (15) debajo de la manivela (9) y montarla en uno de los ejes (3) como se muestra. ¡Listo!

**5 El tornillo sin fin**



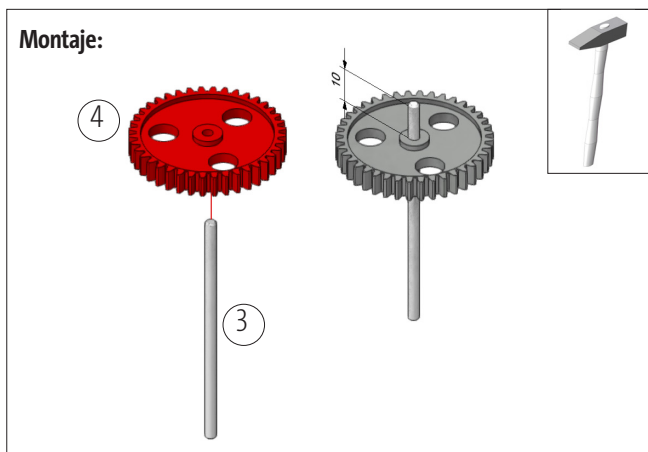
El engranaje de tornillo sin fin presenta ciertas características.

Permite realizar transmisiones muy grandes (hasta de 1:100 o más) en una sola etapa. Actúa de freno, es decir, el tornillo sin fin debe ser la parte motriz. Siempre se cruzan el eje motriz y el eje de salida. El tornillo puede tener una, dos o tres entradas. Si tiene una sola entrada, cada rotación del tornillo sin fin produce el avance de un único diente de la corona. En los de dos entradas avanzan, naturalmente, dos dientes, y en el de tres entradas, tres dientes.

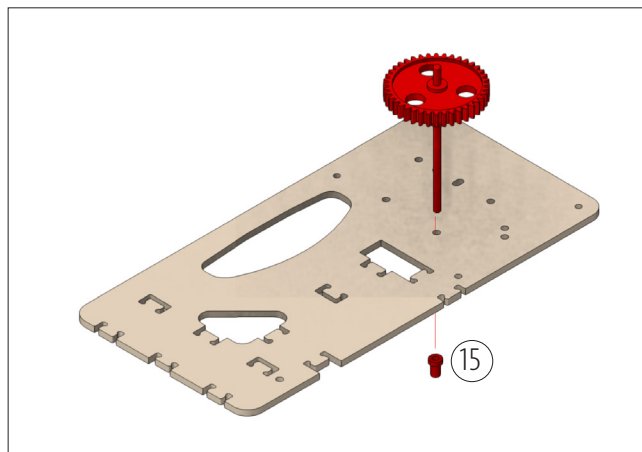
Para calcular la relación de transmisión, el tornillo se considera una rueda de uno, dos o tres dientes.

Ejemplo: un engranaje compuesto de un tornillo sin fin de una entrada y una corona con 60 dientes. La relación de transmisión  $i = \text{número de dientes de la rueda motriz} / \text{número de dientes de la rueda de salida} = 1/60$ .

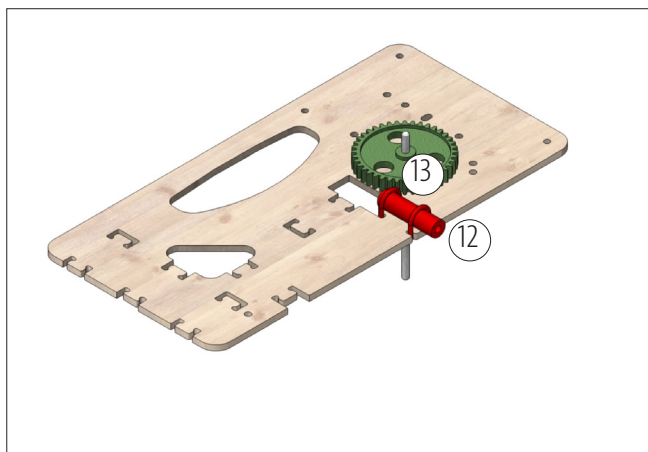
**Montaje:**



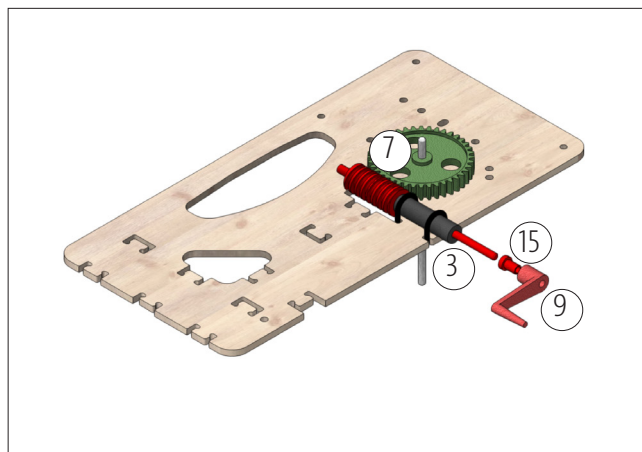
Introducir un eje (3) en una rueda dentada (4) 10 mm, como se muestra.



Introducir el eje con la rueda dentada en la placa base como se muestra y fijar por debajo con un reductor (15).



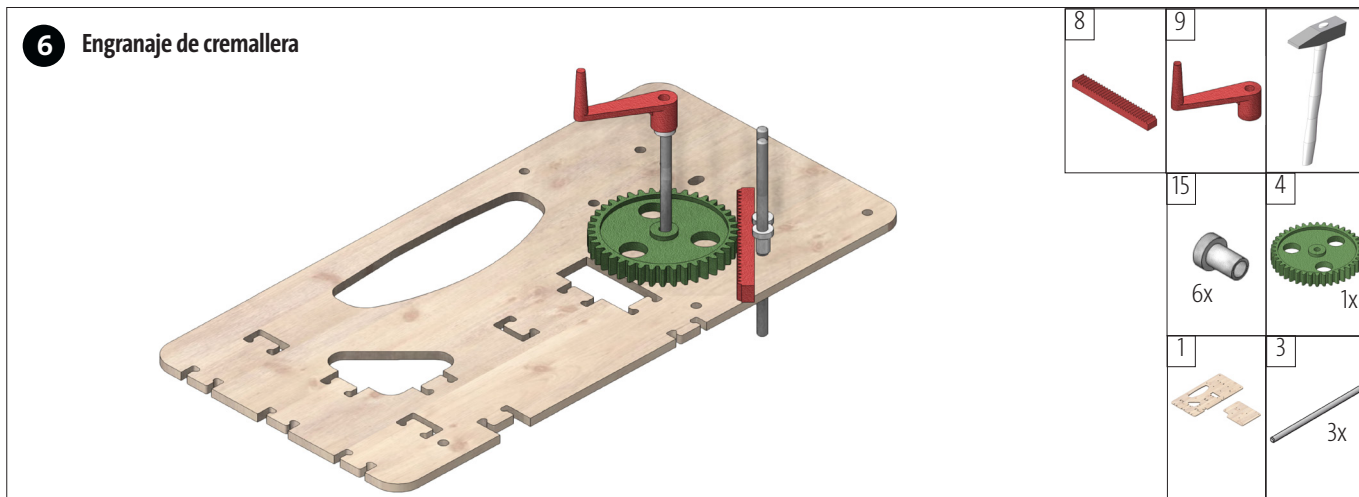
Fijar el separador (12) en la abertura prevista para ello con una goma elástica (13).



Pasar el eje (3) a través del separador y encajarlo contra el tornillo sin fin (7). Introducir un reductor (15) en la manivela (9) y ésta en el extremo del tornillo.

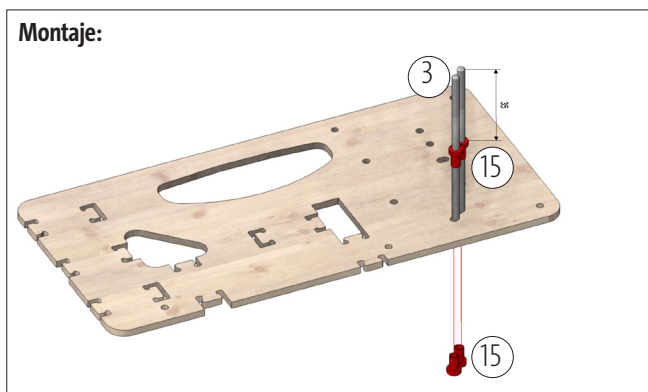


**6** Engranaje de cremallera

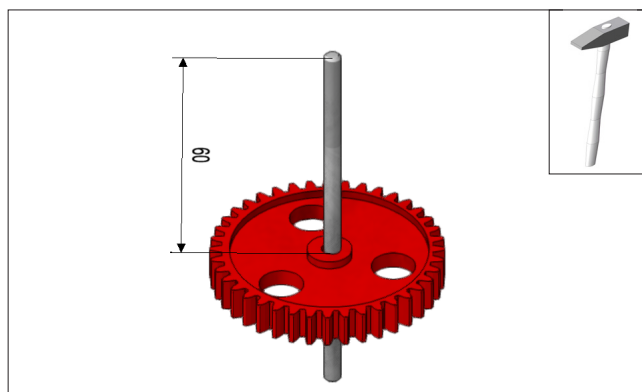


En los engranajes de cremallera, se puede considerar la cremallera como una rueda dentada de diámetro infinito. Este tipo de engranaje transforma la rotación en traslación, en línea recta (o viceversa). Ejemplo de aplicación: ajustar la altura de mesas de máquinas.

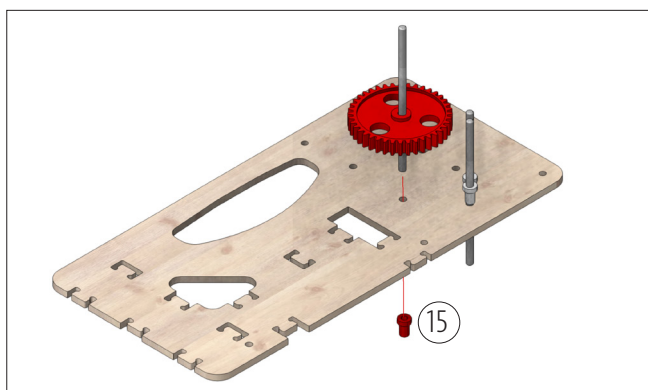
**Montaje:**



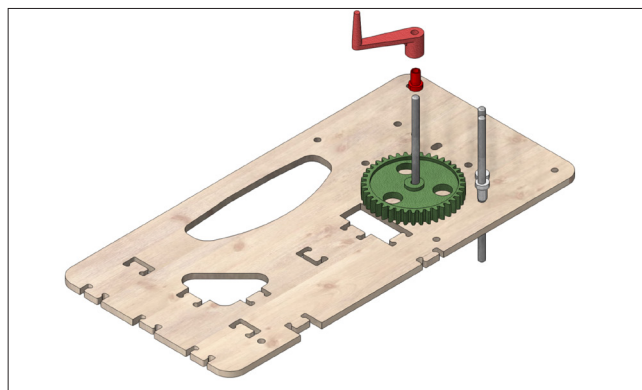
Colocar un reductor (15) en cada eje (3) dejando una distancia de 35 mm. Finalmente, encajar los ejes como se muestra y fijar cada uno por debajo con un reductor (15).



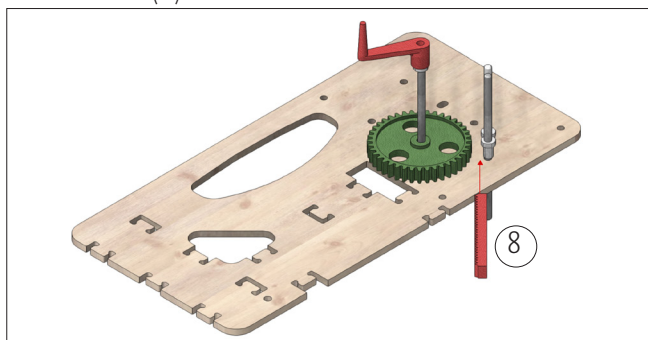
Introducir un eje (3) en una rueda dentada (4) 60 mm. Si es necesario, utilizar un martillo.



Montar el eje con la rueda dentada como se muestra y fijarlo por debajo con un reductor (15).

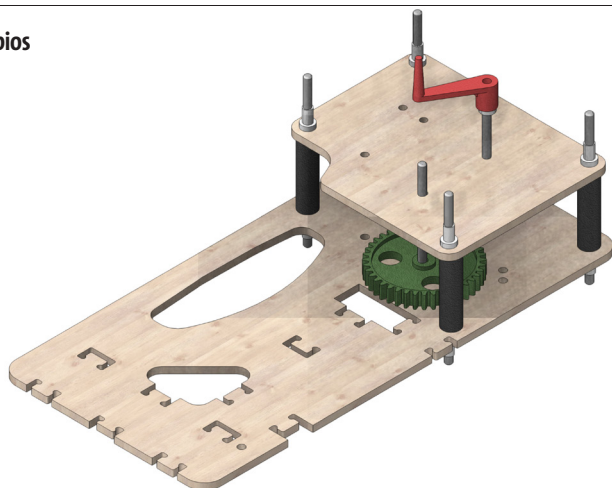


Introducir un reductor (15) en la manivela (9) por debajo. Montar la manivela en el eje (3) como se muestra.



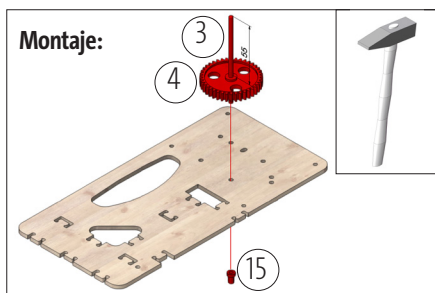
Deslizar la cremallera (8) entre la rueda dentada y la guía (ejes con reductores).

**7** La caja de cambios

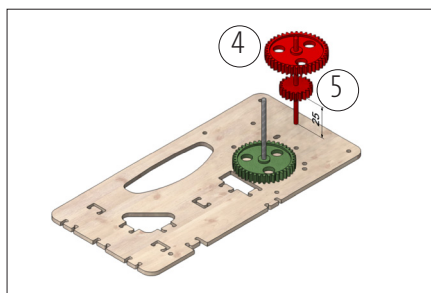


5 2x 	9 	
12 4x 	15 10x 	4 
	1 	3 6x 

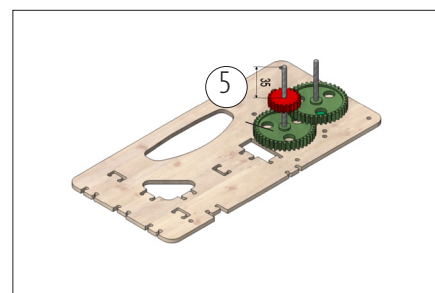
Si se necesita un engranaje con numerosas transmisiones, se echa mano de una caja de cambios. Para pasar de una marcha a otra han de poderse deslizar de una a varias ruedas a lo largo del eje de giro. El ejemplo más conocido es el cambio de marchas de un coche.



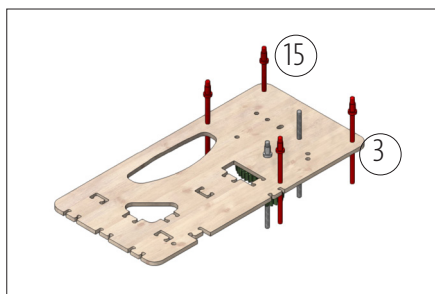
Introducir un eje 55 mm en una rueda dentada (4) y fijarla por debajo con un reductor (15).



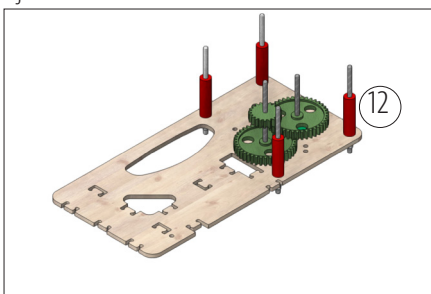
Introducir el eje 25 mm desde abajo en una rueda dentada (5) como se muestra. Montar otra rueda dentada (4) de modo que se asiente encima de la rueda pequeña. Después, encajar el eje como se muestra.



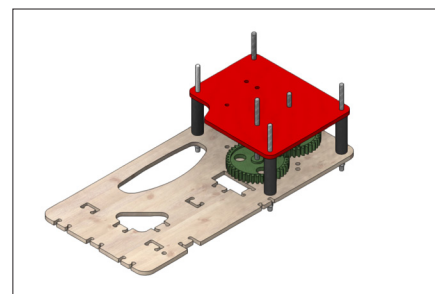
Introducir el eje 35 mm en una rueda dentada (5), como se muestra.



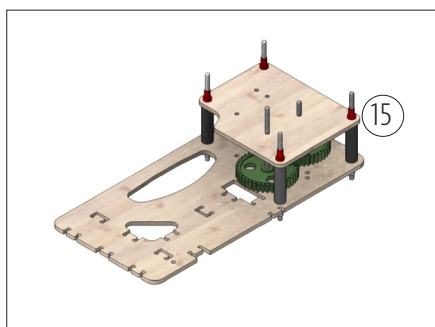
Montar 4 ejes (3) desde el reverso y fijar cada uno con un reductor (15).



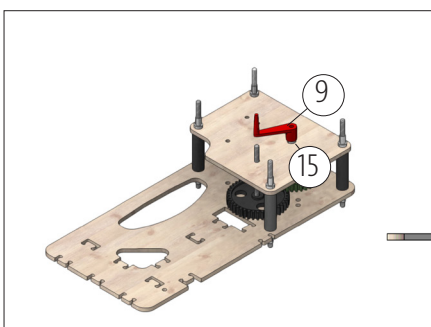
Volver a girar la placa base y montar un tubo separador (12) en cada eje por arriba.



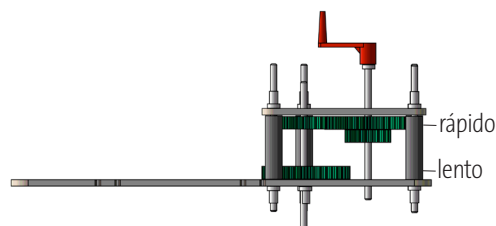
Montar encima la placa pequeña (1) como se muestra.



Fijar cada esquina por arriba con un reductor (15).



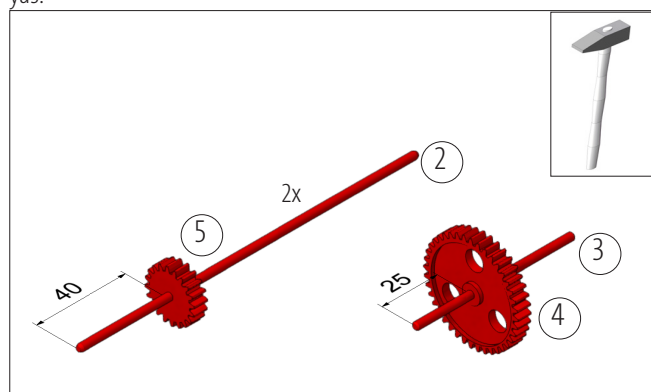
Introducir un reductor (15) por debajo de la manivela (9) y montarla en el eje (3) como se muestra.



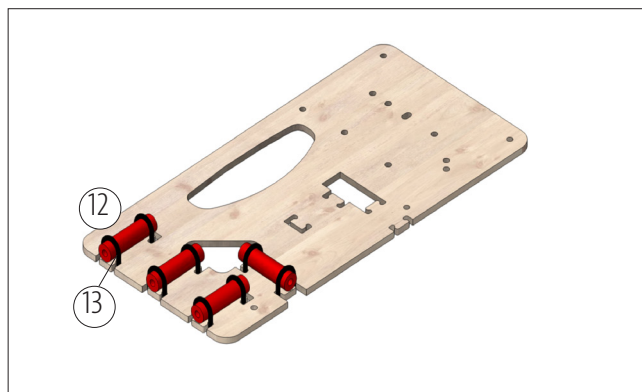
**8** El engranaje en ángulo



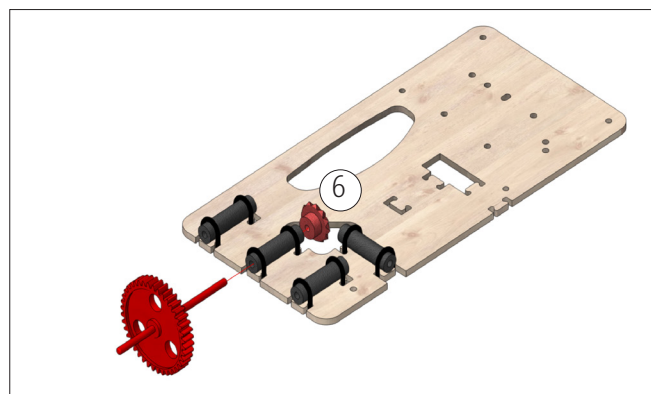
El engranaje en ángulo cambia 90 grados la dirección de la transmisión del eje, igual que el engranaje con tornillo sin fin. A diferencia de este último, en el engranaje perpendicular son posibles las transmisiones pequeñas. La más utilizada es 1:1. Ejemplo de aplicación: equipo de operación de claraboyas.



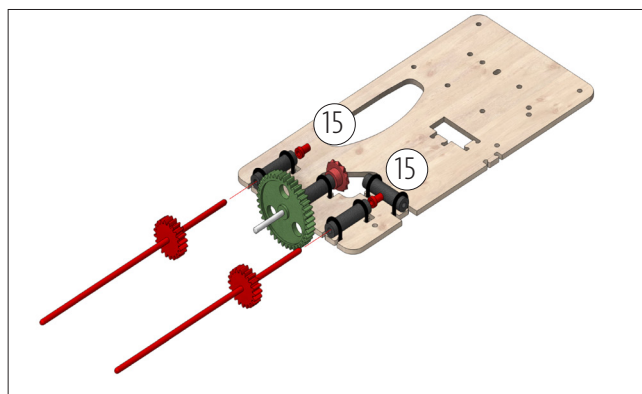
Introducir cada uno de dos ejes (2) en una rueda dentada (5) 40 mm. Introducir un eje (3) en una rueda dentada (4) unos 25 mm.



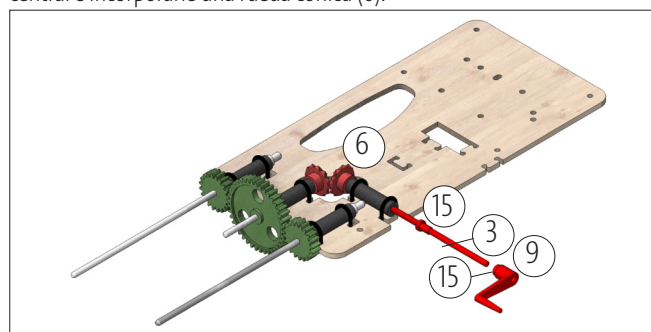
Fijar 4 tubos separadores (12) cada uno con una goma elástica (13) en los lugares previstos (ver ilustración).



Montar el eje (3) con la rueda dentada (4) a través del separador (12) central e incorporarle una rueda cónica (6).

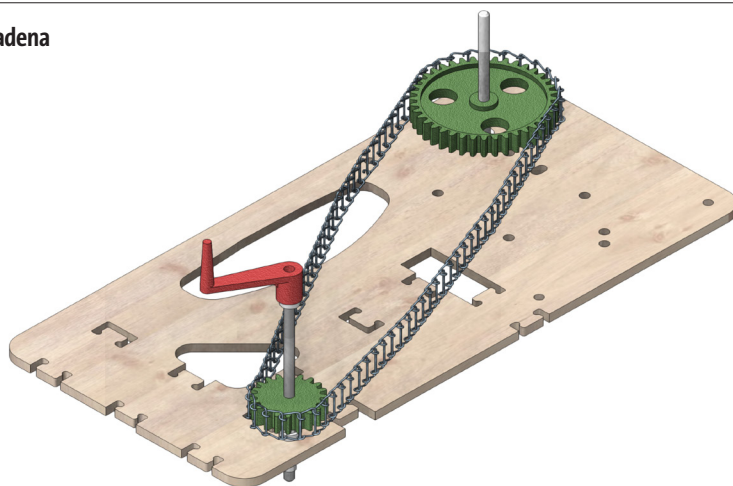


Montar los dos ejes (2) con las ruedas dentadas (5) a través de los tubos separadores (12) exteriores, como se muestra y fijar cada uno con un reductor (15).



Deslizar un eje (3) a través del separador lateral. Incorporarle una rueda cónica (6). Fijar con un reductor (15). Introducir un reductor en la manivela por debajo y montarla en el eje. ¡Listo!

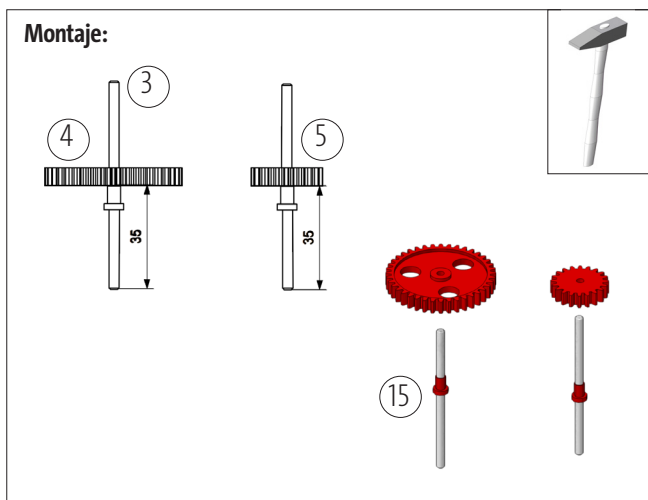
**9** Transmisión por cadena



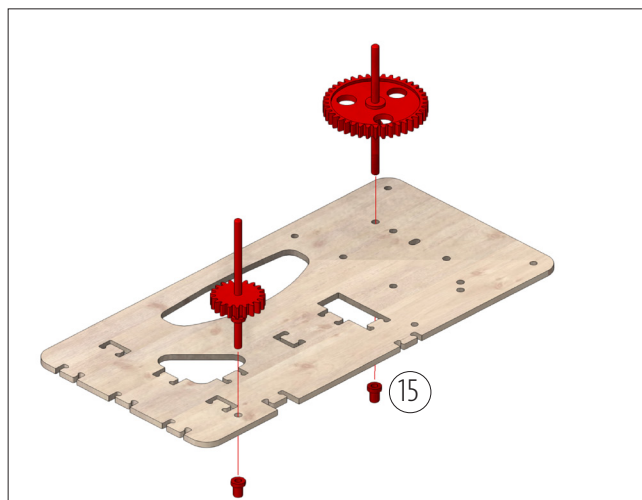
5	9	
 1x		
14	15	4
	 5x	 1x
1	3	2x

La transmisión por cadena es una transmisión positiva de las fuerzas y por ello es ideal para engranajes con posiciones precisas y relaciones de transmisión exactas. Lo mismo ocurre con la transmisión con correas dentadas. La transmisión por cadena se considera un engranaje de tracción y se usa cuando la distancia entre el eje motriz y el eje de salida es grande. Por ejemplo, la correa del ventilador del coche o la cadena de la bicicleta.

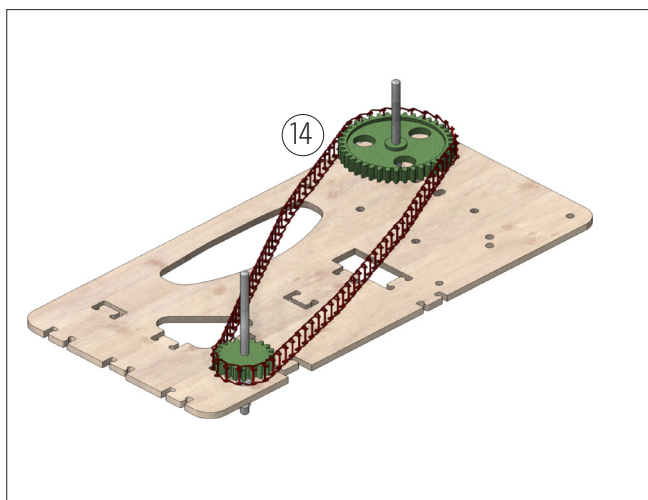
**Montaje:**



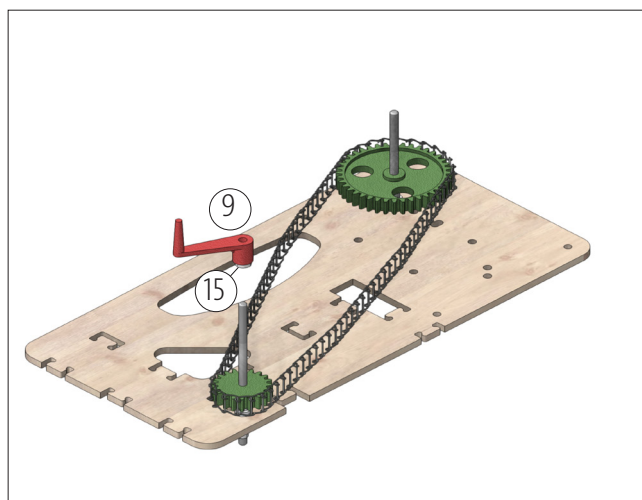
Introducir 35 mm un eje (3) en una rueda dentada (4) y otro eje (3) en una rueda dentada (5). Fijar cada rueda por debajo con un reductor (15).



Montar ambos ejes (3) con las ruedas dentadas (4/5) en la placa base como se muestra y fijar cada uno por debajo con un reductor (15).

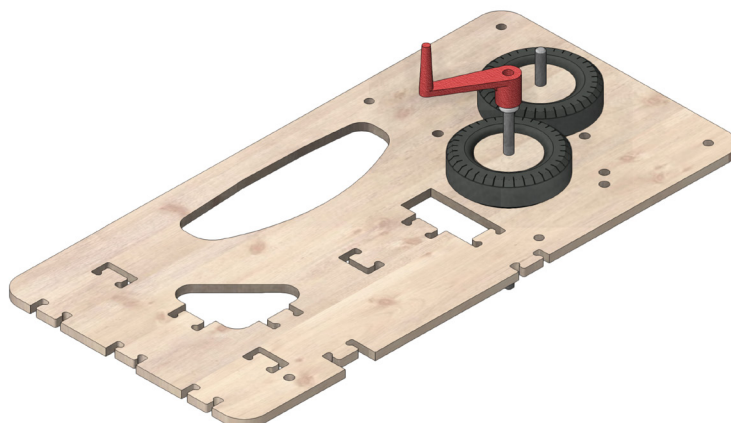


Colocar la cadena (14) como se muestra. Para ello, acortar la cadena a la longitud correspondiente. (Abrir los eslabones para sacarlos).



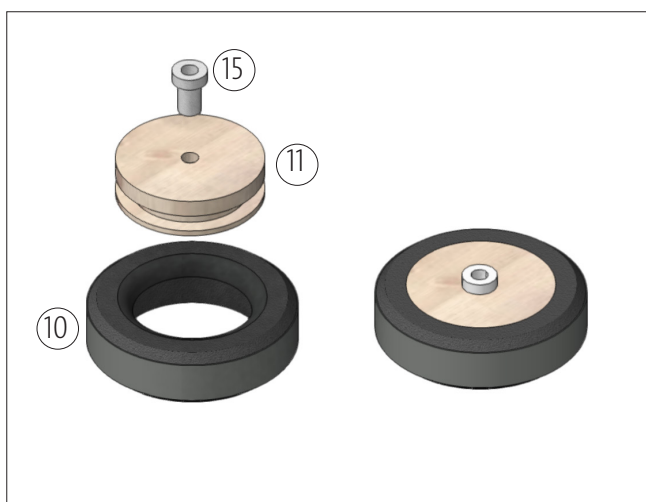
Introducir un reductor (15) debajo de la manivela (9) y montarla en uno de los ejes (3) como se muestra. ¡Listo!

**10** Engranaje de fricción

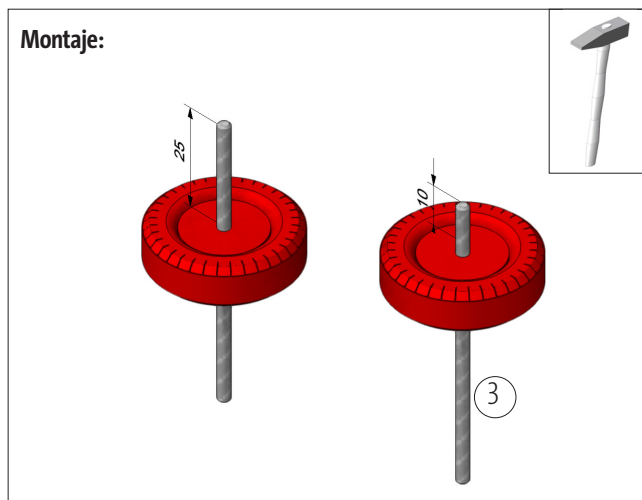


11 2x	9	
15 5x	10 2x	
1	3 2x	

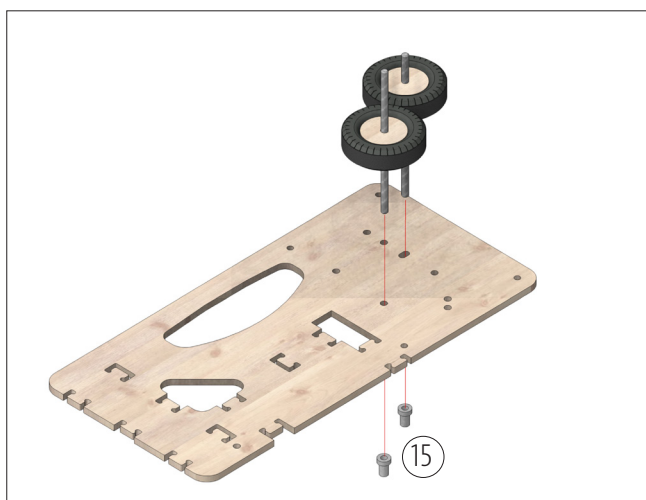
El engranaje de fricción se utiliza para la propulsión simple. La transmisión del par de fuerzas se produce por la fricción de una rueda contra otra o entre rodillos. Las desventajas son el deslizamiento, el momento de giro relativamente bajo, el rápido desgaste y la alta pérdida de fricción. Ventajas: es barato y fácil de producir.



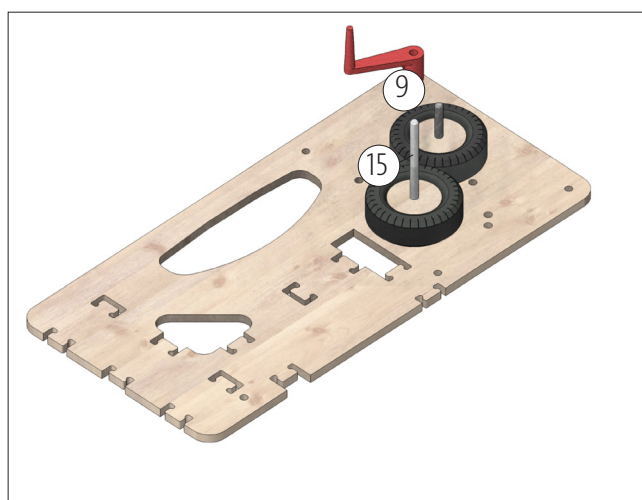
Montar un neumático (10) en cada llanta de madera (11). Introducir un reductor (15) en cada llanta.



Introducir un eje (3) en una rueda 25 mm y un eje (3) en la otra rueda 10 mm.

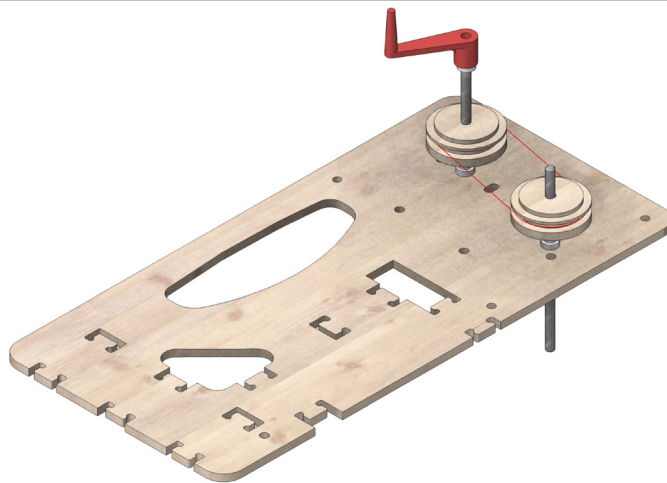


Introducir los ejes con las ruedas en la placa base como se muestra y fijar cada uno por debajo con un reductor (15).



Introducir un reductor (15) debajo de la manivela (9) y montarla en uno de los ejes (3) como se muestra. ¡Listo!

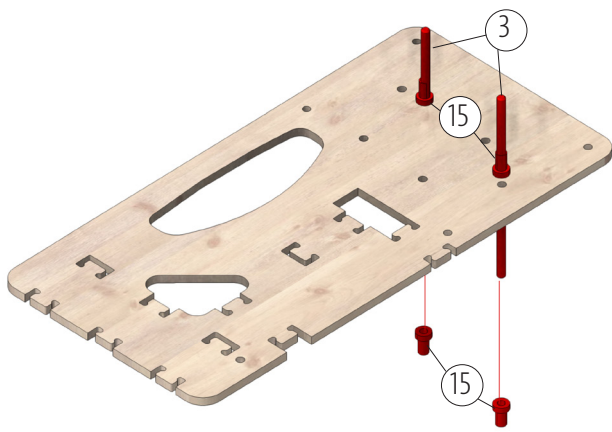
**11** Transmisión por correa



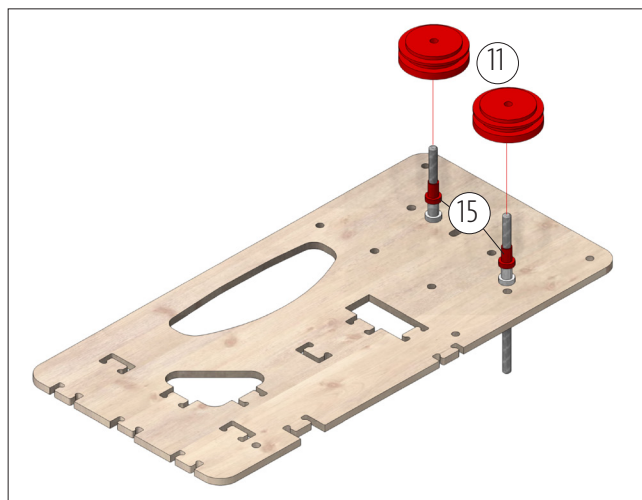
11 2x 	9 	
15 7x 	10 	
1 	3 2x 	

También son engranajes de tracción. Las más conocidas son las correas trapezoidales, las planas y las redondas. Igual que en los engranajes de fricción, la fuerza se transmite por fricción. La mayor diferencia reside en que los ejes pueden estar muy separados (incluso varios metros). Con las correas trapezoidales se pueden transmitir pares muy grandes porque el perfil de la correa encaja en el canal de la polea. Ventaja: es económico.

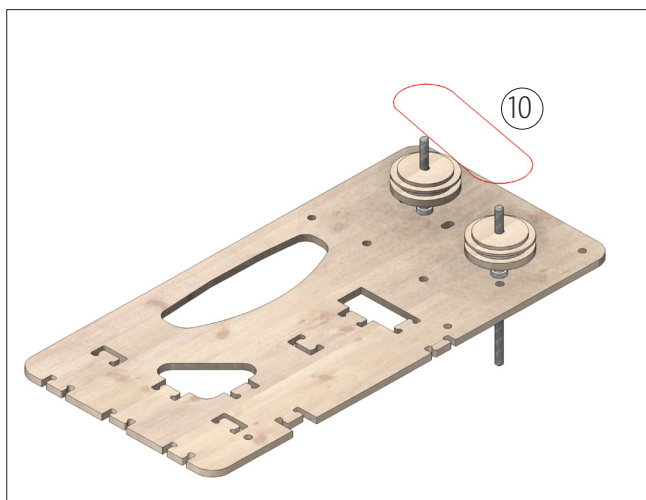
**Montaje:**



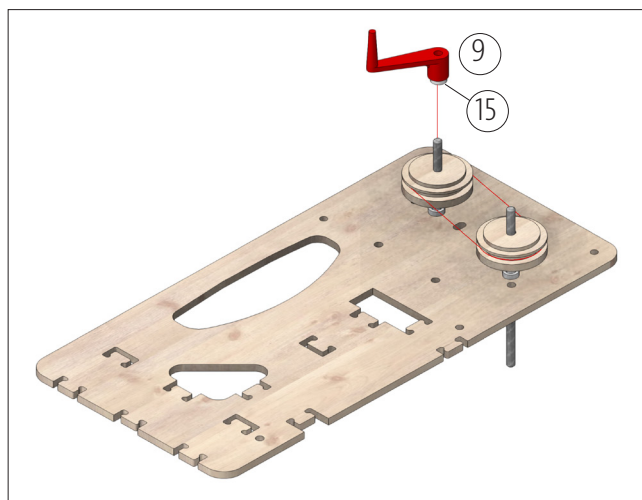
Introducir dos ejes (3) en la placa base como se muestra, centrarlos y fijar cada uno con un reductor (15) por encima y otro por debajo.



Añadir en cada eje otro reductor (15) por arriba y después una llanta de madera (11).



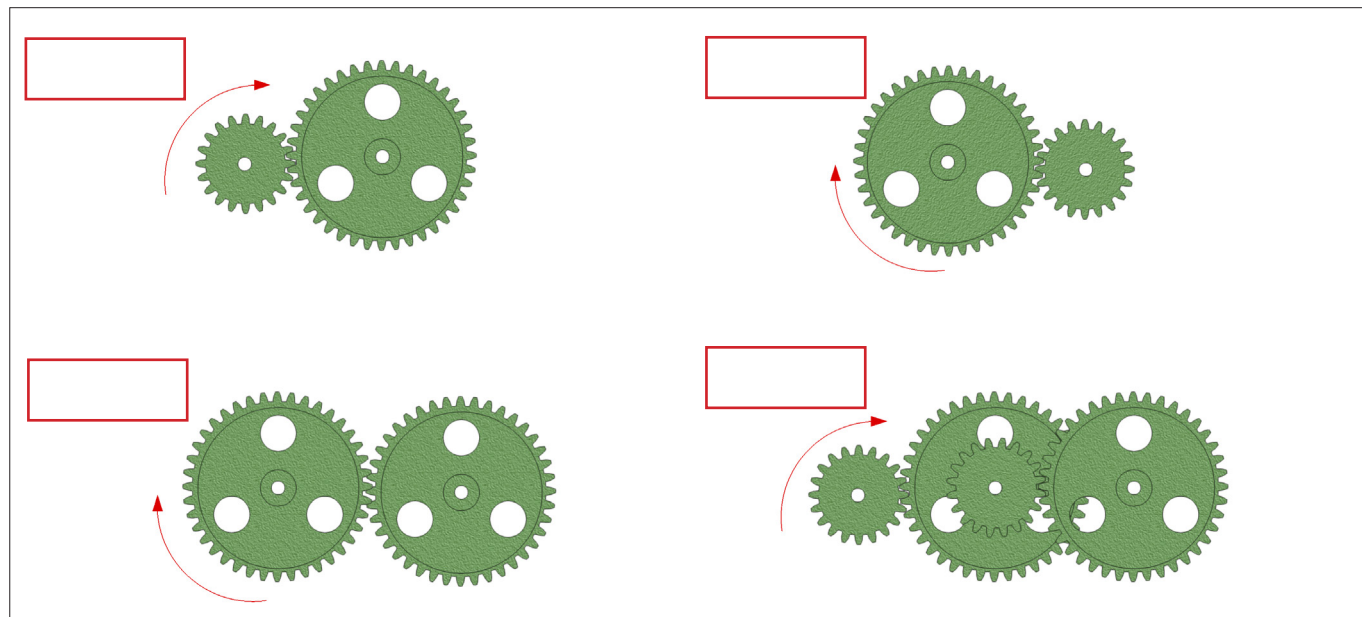
Colocar la goma elástica (10) en las llantas (11).



Introducir un reductor (15) debajo de la manivela (9) y montarla en uno de los ejes (3) como se muestra. ¡Listo!

EJERCICIOS:

1. ¿A qué tipo de transmisión corresponde cada uno de los 4 ejemplos siguientes?



2. ¿Cómo se consigue que la cadena de una transmisión por cadena no cuelgue?

¡Nombra dos formas!



3. ¿Por qué en los engranajes de corona y tornillo sin fin, el tornillo nunca puede ser el elemento de salida?

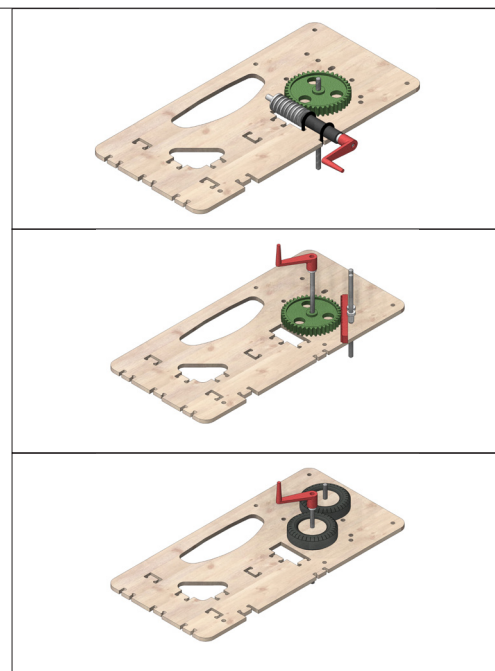
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. En un engranaje de cremallera, el movimiento circular se convierte en \_\_\_\_\_

5. Un engranaje de forma especial es el \_\_\_\_\_  
 porque aquí el movimiento no se transmite con ruedas dentadas o una cadena o correa, sino \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**Instrucciones nº 121.043**

**Programa de aprendizaje sobre engranajes Easy**

**EJERCICIOS:**

6. Las aspas de un molino de viento giran cuatro veces por minuto.  
Pero la piedra de molino adyacente, solo dos veces.

¿Qué fórmula se usa?  
Calcula la relación de transmisión.

7. La rueda motriz de un engranaje recto tiene 99 dientes.  
La rueda de salida tiene 33 dientes.

¿Qué fórmula se usa?  
Calcula la relación de transmisión.

8. Calcula la relación de transmisión del engranaje de fricción de un tocadiscos.

Diámetro del giradiscos 300 mm.  
Diámetro de la rueda motriz 4 mm.

¿Qué fórmula se usa?

9. ¡Calcular el  $i_G$  de un engranaje con varios niveles de transmisión!

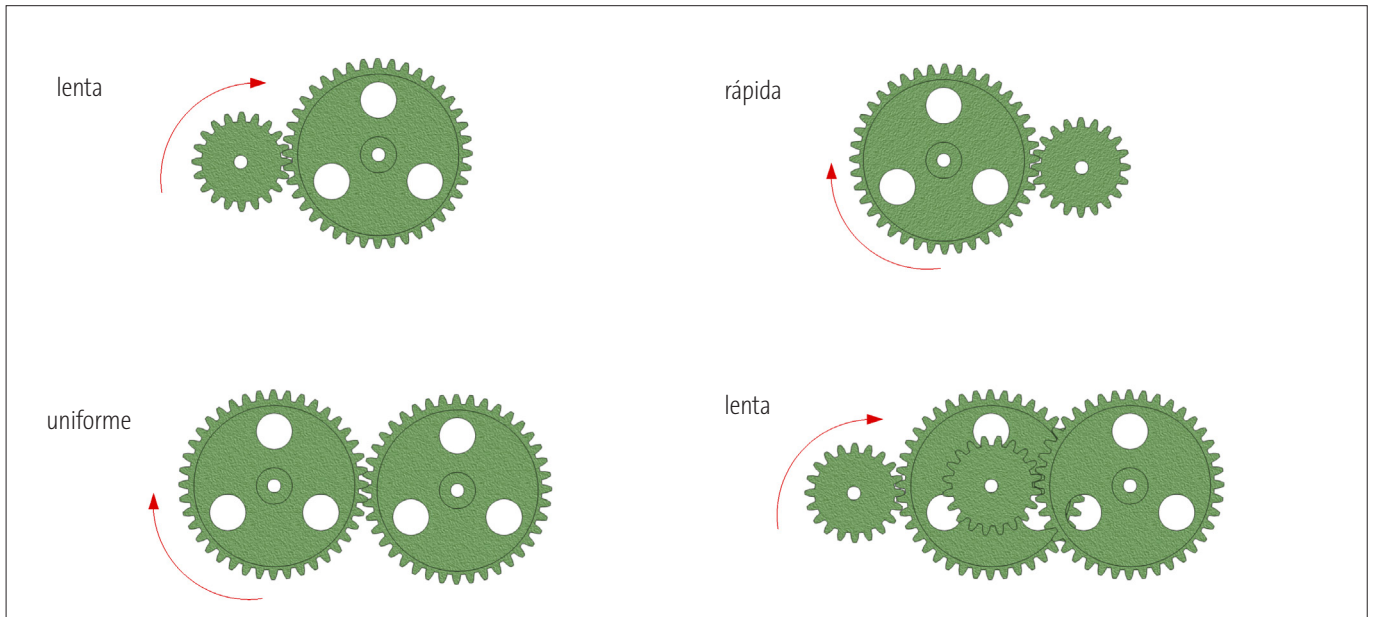
En el nivel 1 la transmisión es  $i = 4:1$  - en el nivel 2 la transmisión es  $i = 8:1$  - en el nivel 3 la transmisión es  $i = 3:1$

¿Con qué fórmula se calcula  $i_G$ ?



**Instrucciones nº 121.043**  
**Programa de aprendizaje sobre engranajes Easy**  
**SOLUCIONES:**

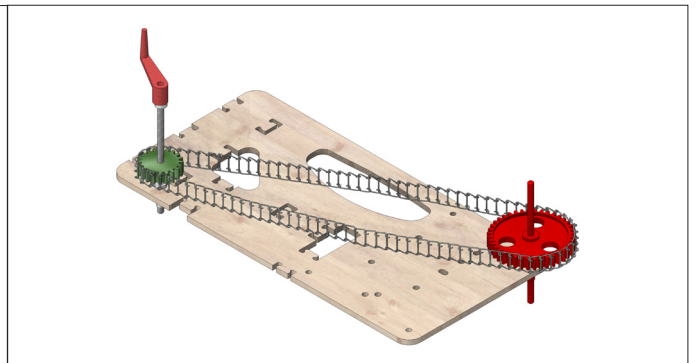
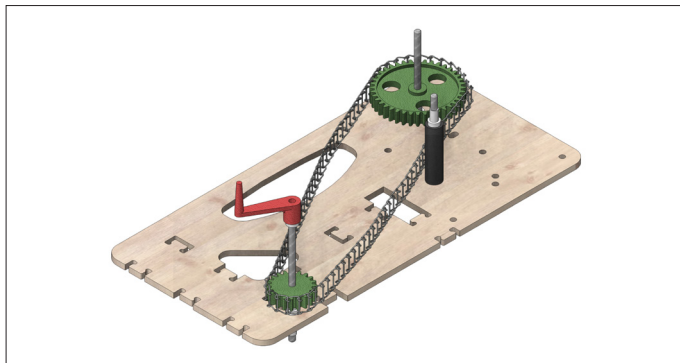
1. ¿A qué tipo de transmisión corresponde cada uno de los 4 ejemplos siguientes?



2. ¿Cómo se consigue que la cadena de una transmisión por cadena no cuelgue?  
 ¡Nombra dos formas!

a) añadiendo un rodillo tensor.

b) desplazando uno de los engranajes.

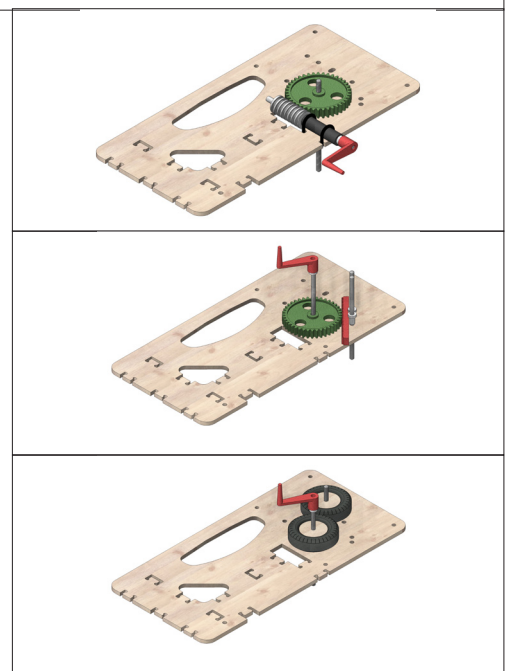


3. ¿Por qué en los engranajes de corona y tornillo sin fin, el tornillo nunca puede ser el elemento de salida?

Porque el tornillo sin fin actúa a modo de freno si no es la parte motriz.

4. En un engranaje de cremallera, el movimiento circular se convierte en un movimiento lineal o de traslación.

5. Un engranaje de forma especial es el engranaje de neumáticos, porque aquí el movimiento no se transmite con ruedas dentadas o una cadena o correa, sino por fricción.



**Instrucciones nº 121.043**

**Programa de aprendizaje sobre engranajes Easy**

**SOLUCIONES:**

6. Las aspas de un molino de viento giran cuatro veces por minuto.  
Pero la piedra de molino adyacente, solo dos veces.

¿Qué fórmula se usa?  
Calcula la relación de transmisión.

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{4}{2} = 2:1$$

7. La rueda motriz de un engranaje recto tiene 99 dientes.  
La rueda de salida tiene 33 dientes.

¿Qué fórmula se usa?  
Calcula la relación de transmisión.

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{33}{99} = 1:3$$

8. Calcula la relación de transmisión del engranaje de fricción de un tocadiscos.

Diámetro del giradiscos 300 mm.  
Diámetro de la rueda motriz 4 mm.  
¿Qué fórmula se usa?

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{300}{4} = 75:1$$

9. ¡Calcular el  $i_G$  de un engranaje con varios niveles de transmisión!

En el nivel 1 la transmisión es  $i = 4:1$  - en el nivel 2 la transmisión es  $i = 8:1$  - en el nivel 3 la transmisión es  $i = 3:1$

¿Con qué fórmula se calcula  $i_G$ ?

$$i_G = i_1 \times i_2 \times i_3 \times \dots = 4 \times 8 \times 3 = 96:1$$