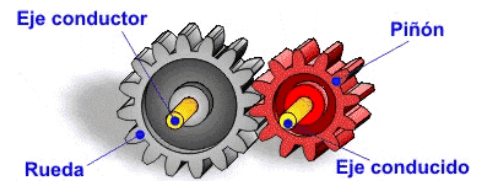




## INSTITUCION EDUCATIVA EUDORO GRANADA MECANISMOS DE TRANSMISION DE MOVIMIENTO – TREN DE ENGRANAJES

### Tren de engranajes

Un tren de engranajes consiste en la combinación de más de un par de engranajes. Es un sistema de transmisión circular muy común con múltiples y variadas aplicaciones. Un ejemplo significativo es la caja de cambios de un automóvil, compuesto por varios trenes de engranajes.



### ¿Por qué se usan trenes?

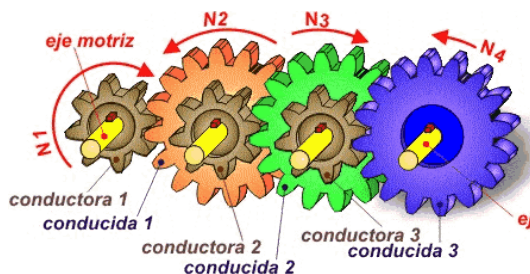
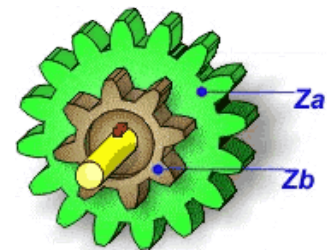
- Obtención de una relación de transmisión  $i$ , imposible de conseguir con un solo par de ruedas.
- Obtención de una amplia gama de  $i$  en un mismo mecanismo
- Por motivos de espacio, debido a la necesidad de transmitir el movimiento entre ejes alejados
- Si se necesita cambiar la situación, orientación o sentido del movimiento del eje de salida
- Si se desea transmitir el movimiento de un eje a otros simultáneamente

Este sistema permite transmitir un movimiento giratorio entre dos ejes, consiguiendo disminuciones o aumentos significativos de la velocidad; también permite mantener o invertir el sentido de giro.

Este tipo de transmisiones se usa mucho como reductor de velocidad en la industria (máquinas herramientas, robótica, grúas...), en la mayoría de los electrodomésticos (Dvd, lavadoras, máquinas de coser, batidoras, exprimidores...), en automóviles (para las cajas de cambio de velocidad)... y en general en cualquier máquina que precise transmitir elevadas potencias con reducciones de velocidad importante.

### DESCRIPCION

El elemento principal de este mecanismo es la **rueda dentada doble**, que consiste en dos engranajes de igual paso, pero diferente número de dientes, unidos entre sí. En la figura podemos ver una rueda de  $Z_a=16$  dientes y otra de  $Z_b=8$  dientes unidas al mismo eje mediante una chaveta. El sistema completo se construye con varias **ruedas dentadas dobles** unidas en *cadena*, de tal forma que en cada *rueda doble* una hace de conducida de la anterior y otra de conductora de la siguiente. Según cual se elija como *conductora* o como *conducida* tendremos un *reductor* o un *multiplicador* de velocidad.



En este mecanismo las velocidades de giro de los sucesivos ejes ( $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$  y  $N_4$ ) se van reduciendo a medida que se engrana una rueda de menor número de dientes (conductor con  $Z_b$  dientes) con una de mayor número (conducida con  $Z_a$  dientes).

Si el engrane se produce desde una rueda de mayor número de dientes a una de menor número, obtendremos un aumento de velocidad.

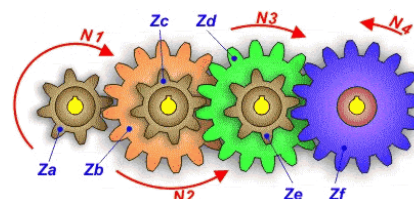
### CARACTERÍSTICAS

Si suponemos un sistema técnico formado por tres tramos en el que el *eje motriz* gira a la velocidad  $N_1$ , por cada grupo montado se producirá una reducción de velocidad que estará en la misma proporción que los diámetros de las poleas engranadas. Si suponemos que el número de dientes de cada una de las ruedas no son iguales, se cumplirán las siguientes relaciones:

$$N_2 = N_1 \cdot (Z_a / Z_b)$$

$$N_3 = N_2 \cdot (Z_c / Z_d)$$

$$N_4 = N_3 \cdot (Z_e / Z_f)$$



Por tanto, en este caso tendremos que la velocidad del eje útil respecto a la del eje motriz será:

$$N_4 = N_1 \cdot (Z_a / Z_b) \cdot (Z_c \cdot Z_d) \cdot (Z_e \cdot Z_f)$$

Luego:

$$N_4 = N_1 \left( \frac{Z_a \cdot Z_c \cdot Z_e}{Z_b \cdot Z_d \cdot Z_f} \right)$$

La relación de transmisión de este sistema se calcula multiplicando entre sí las diferentes relaciones que la forman:

$$\text{Relación de transmisión} = \frac{\text{n}^\circ \text{ dientes "b"}}{\text{n}^\circ \text{ dientes "a"}} \times \frac{\text{n}^\circ \text{ dientes "d"}}{\text{n}^\circ \text{ dientes "c"}} \times \frac{\text{n}^\circ \text{ dientes "f"}}{\text{n}^\circ \text{ dientes "e"}} = \frac{Z_b \cdot Z_d \cdot Z_f}{Z_a \cdot Z_c \cdot Z_e}$$

En el caso de que se empleen ruedas dentadas dobles iguales para construir el tren de engranajes, se cumplirá:  $Z_a = Z_c = Z_e$  y  $Z_b = Z_d = Z_f$ , con lo que tendremos, para un sistema de tres tramos:

$$N_4 = N_1 \cdot (Z_a / Z_b)^3$$

Velocidad del eje de salida:

$$i = (Z_b / Z_a)^3$$

Relación de transmisión:

Ejercicios:

1. Se tiene un tren de engranajes con piñones dobles donde el piñón motriz tiene 8 dientes y los tres siguientes tienen 8 dientes y 16 dientes. Si el piñón motriz gira a 24 rpm, calcular la relación de transmisión y la velocidad del piñón útil.
2. Se tiene un tren de engranajes con piñones dobles donde el piñón motriz tiene 10 dientes y los dos siguientes tienen 12 dientes y 20 dientes. Si el piñón motriz gira a 120 rpm, calcular la relación de transmisión y la velocidad del piñón útil.
3. Se tiene un tren de engranajes con piñones dobles donde el piñón motriz tiene 12 dientes y los tres siguientes tienen 8 dientes y 24 dientes. Si el piñón motriz gira a 100 rpm, calcular la relación de transmisión y la velocidad del piñón útil.
4. Se tiene un tren de engranajes con piñones dobles donde el piñón motriz tiene 20 dientes y los tres siguientes tienen 12 dientes y 24 dientes. Si el piñón motriz gira a 240 rpm, calcular la relación de transmisión y la velocidad del piñón útil.
5. Se tiene un tren de engranajes con piñones dobles donde el piñón motriz tiene 10 dientes y los tres siguientes tienen 12 dientes y 24 dientes. Si el piñón motriz gira a 200 rpm, calcular la relación de transmisión y la velocidad del piñón útil.
6. Se tiene un tren de engranajes con piñones dobles donde el piñón motriz tiene 20 dientes y los dos siguientes tienen 8 dientes y 24 dientes. Si el piñón motriz gira a 80 rpm, calcular la relación de transmisión y la velocidad del piñón útil.