

## EEST Nº 1

### **SISTEMAS TECNOLOGICOS - 3er año - Actividad nº 6**

Profesores: Julián Salazar, Ariel Bonfils, Fernando Legarreta.

#### **Actividad A:**

Repaso conceptual (escribir definiciones en la carpeta)

##### **1. ¿Qué son los engranajes?**

Ruedas dentadas, son elementos mecánicos diseñados para transmitir movimiento giratorio. Los dientes engranan en los de otra similar, de tal forma que cuando una gira obliga a girar a la otra.

##### **2. Explica las características principales de los engranajes.**

La característica fundamental es el nº de dientes que posee. Otro dato esencial es la velocidad de giro que indica el nº de vueltas que da el engranaje en un minuto. El engranaje que empuja se llama de entrada, motriz o motor. El engranaje que recibe el movimiento se llama de salida o conducido

##### **3. Explica que ocurre si dos engranajes tienen diferente nº de dientes.**

Se modifica la velocidad de giro que tiene cada uno. Si el engranaje motor es más grande que el de salida, este girará más deprisa, si es más grande el de salida irá más despacio.

##### **4. ¿Qué misión tiene el engranaje motriz? ¿Y el engranaje de salida?**

El engranaje motriz empuja, iniciando el movimiento. El engranaje de salida recibe el movimiento, transmitiendo el giro al eje sobre el que va montado.

##### **5. ¿Qué es un engranaje loco?**

Es un engranaje que se coloca entre el motriz y el de salida para no cambiar el sentido de giro entre estos.

##### **6. ¿Qué es un tren de engranajes?**

Es un conjunto de engranajes, formado por varias parejas para poder conseguir en poco espacio mucha reducción de velocidad

##### **7. ¿Qué función tiene el lubricante en los engranajes?**

Reducir el rozamiento, aumentando el rendimiento mecánico. • Disminuir el ruido que generan los engranajes al girar. • Disminuir el desgaste de los dientes, aumentando la vida útil de los engranajes.

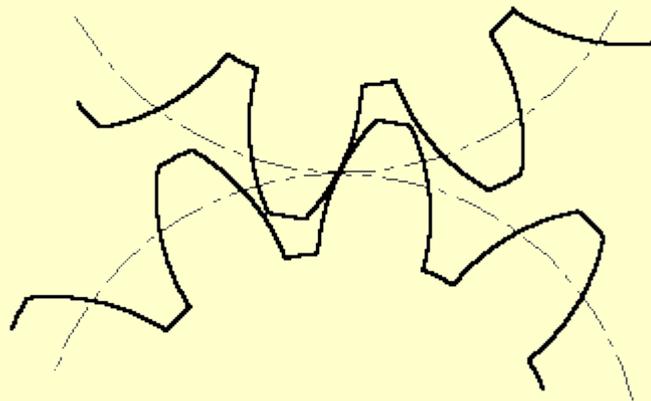
8. Podemos afirmar que, **en cualquier pareja de engranajes, el que gira más rápido es siempre el que tiene menos dientes, y el más lento es siempre el que tiene más dientes.**
9. Un **reductor de velocidad** es un sistema de transmisión (de engranajes) caracterizado porque su **velocidad** de salida es menor que la de entrada.
10. Un **multiplicador de velocidad** es un sistema de transmisión caracterizado porque su **velocidad** de salida es mayor que la de entrada.

### Los principales elementos en una rueda dentada cilíndrica de dientes rectos son:

#### **Circunferencia primitiva:**

Es aquella circunferencia según la cual se realiza la tangencia teórica del engranaje.

En la figura se muestran dos ruedas dentadas en las que se han dibujado sus respectivas circunferencias primitivas, pudiendo apreciarse la tangencia de las mismas y el contacto de los dientes de ambas ruedas. Las circunferencias primitivas de dos ruedas que engranan tienen la misma velocidad lineal».



**Diámetro primitivo ( $D_p$ ):**

Es el diámetro correspondiente a la circunferencia primitiva.

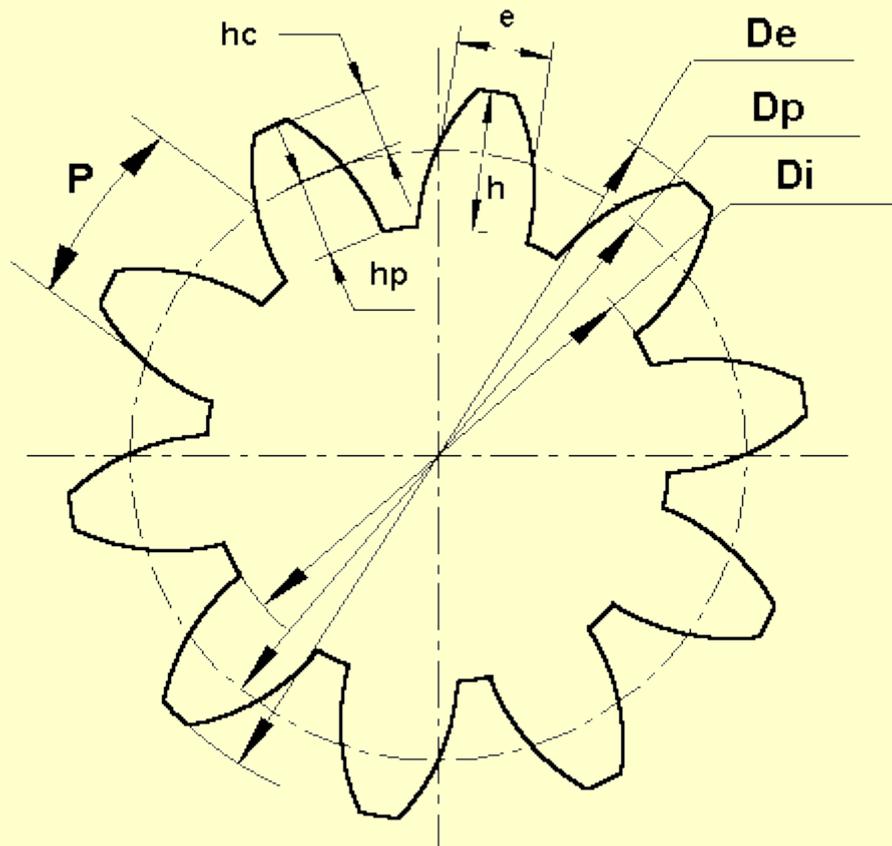
**Diámetro exterior ( $D_e$ ):**

También denominado diámetro total, es el correspondiente a la circunferencia en la cual está inscrita la rueda dentada.

**Diámetro interior ( $D_i$ ):**  
Conocido también como diámetro de fondo, es el correspondiente a la circunferencia que limita interiormente a los dientes.

**Paso circular ( $P$ ):** Es la distancia entre dos puntos homólogos de dos dientes consecutivos, medida sobre la circunferencia primitiva. Para que dos ruedas engranen ambas tienen que tener el mismo paso circular

**Numero de dientes ( $z$ ):**



**Módulo (m):** Es el cociente que resulta de dividir el diámetro primitivo, expresado en milímetros, entre el número de dientes de la rueda.

**Altura del diente (h):** medida desde el fondo del diente a la cresta.

**Altura de la cabeza del diente (hc):** medida desde la circunferencia primitiva a la cresta del diente.

**Altura del pie del diente (hp):** medida desde el fondo del diente a la circunferencia primitiva.

**Espesor del diente (e):** medido sobre la circunferencia primitiva.

## Fórmulas para el cálculo

**Módulo:** según lo expuesto anteriormente

$$m = \frac{D_p}{z}$$

Ahora bien como la longitud del paso circular (**P**) es igual al desarrollo de la circunferencia primitiva dividida entre el número de dientes (**z**), nos permite expresar que

$$P = \frac{\text{desarrollo de la circunferencia primitiva}}{\text{número de dientes}}$$

$$P = \frac{\pi \cdot D_p}{z} = \pi \cdot \frac{D_p}{z} = \pi \cdot m \quad ; \quad P = \pi \cdot m$$

De donde despejando **m** tenemos:

$$m = \frac{P}{\pi}$$

Al ser  $\pi$  una constante tendremos que si dos ruedas tienen el mismo paso circular, tienen también el mismo módulo, en consecuencia podremos expresar:

**Para que dos ruedas puedan formar un engranaje deben tener el mismo módulo.**

La importancia del módulo estriba en que es la magnitud que sirve para dimensionar los demás elementos de las ruedas dentadas.

He aquí una fórmula sencilla para encontrar el módulo de una rueda: se mide el diámetro exterior de esta y se divide por el número de dientes que tenga esta más dos.

$$m = \frac{D_e}{z + 2}$$

Las ruedas se fabrican con una serie de módulos normalizados cuyos valores en mm. son:

- De 1 a 4, aumentando en 0,25 mm.: 1 - 1,25 - 1,5 - .....3,75 - 4 mm.
- De 4 a 7, aumentando en 0,5 mm.: 4 - 4,5 - 5 - .....7 mm.
- De 7 a 14, aumentando en 1 mm.: 7 - 8 - 9 - .....14 mm.
- De 14 a 20, aumentando en 2 mm.: 14 - 16 - 18 - .....20 mm.

Altura del diente (h):  $h = 2,25 \cdot m$

Altura de la cabeza del diente ( $h_c$ ):  $h_c = m$

Altura del pie del diente ( $h_p$ ):  $h_p = 1,25 \cdot m$

Espesor del diente (e):  $e = 0,5 \cdot P$

Anchura del diente (B):  $B = m \cdot 10$

**Diámetro primitivo ( $D_p$ ).** Despejando el diámetro primitivo de la formula del módulo obtenemos:

$$D_p = m \cdot z$$

**Diámetro exterior ( $D_e$ ).** Será igual al diámetro primitivo más 2 veces la altura de la cabeza del diente:

$$D_e = D_p + 2h \text{ sustituyendo } h \text{ tendremos } D_e = D_p + 2m$$

**Diámetro interior ( $D_i$ ).** Será igual al diámetro primitivo menos 2 veces la altura del pie del diente:

$$D_i = D_p - 2h_p \text{ sustituyendo } h_p \text{ tendremos } D_i = D_p - 2,5 \cdot m$$

### Actividad B:

Enumere y describa todos los elementos constitutivos de una rueda dentada (engranaje) que necesitamos para poder definir, mediante cálculos, que engranaje o sistema de engranajes necesitamos en función del trabajado requerido.

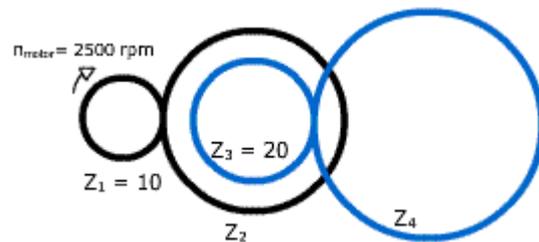
### Actividad C:

Problemas prácticos aplicados los sistemas de engranajes.

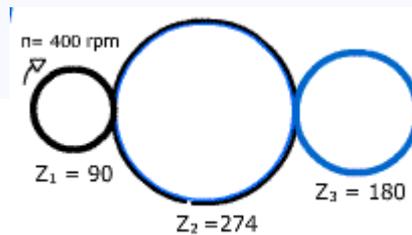
**Fórmula para cálculos de engranajes:** Número de dientes de la rueda 1 x Velocidad de la rueda 1 = Número dientes rueda 2 x Velocidad rueda 2. Resumiendo:  $Z_1 \times N_1 = Z_2 \times N_2$   
 ==> Donde Z es el número de dientes y N la velocidad en rpm (revoluciones o vueltas por minuto).

## Ejercicios

- A) Un motor gira a una velocidad de 2500 rpm y se quiere reducir su velocidad de giro hasta 200 rpm. Para ello se monta un tren de engranajes, que tendrán dos piñones de 10 y 20 dientes respectivamente. Determina el número de dientes de las ruedas conducidas, si ambas deben ser iguales.



- B) Un tren de engranajes está formado por tres engranajes de forma consecutiva. El primero tiene 90 dientes; el segundo, 274 dientes, y el tercero, 180 dientes. Si el primero gira a 400 r.p.m. ¿cuál será la velocidad de giro del tercero?



- C) Un mecanismo reductor de velocidad está accionado por un motor que gira a 2000 rpm está formado por tres escalonamientos de engranajes; el primero es de 15/45 dientes, el segundo 20/40 y el tercero de 10/30. Calcula la relación de transmisión y la velocidad del eje de salida.

**NOTA (IMPORTANTE):** En la página siguiente están los ejercicios resueltos (con el desarrollo de sus respectivas fórmulas y cálculos), para que pueden hacer la autocorrección de los mismos.

A) Se trata de un tren de engranajes.

Lo primero que haremos será calcular la relación de transmisión, que será:

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

Donde  $n_2$  es la velocidad del eje de salida y  $n_1$  la velocidad del eje de entrada.

Sustituyendo valores, tendremos:

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{200}{2500} = \frac{2}{25}$$

Una vez calculada  $i$  obtendremos  $Z$  con la expresión:

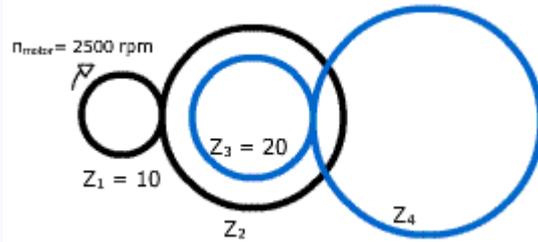
$$i = \frac{Z_1}{Z_2}$$

Recordamos que al tratarse de un tren de engranajes,  $Z_1$  representa al número de dientes de **todos** los engranajes de entrada y  $Z_2$  al número de dientes de **todos** los engranajes de salida.

$$i = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4} = \frac{10 \cdot 20}{Z \cdot Z}$$

$$\frac{2}{25} = \frac{10 \cdot 20}{Z \cdot Z}$$

$$Z = 50 \text{dientes}$$



B) Volvemos a tener un tren de engranajes.

Calcularemos la relación de transmisión a partir de los dientes, ya que son los datos que conocemos.

Debemos fijarnos en que en la primera transmisión  $Z_1$  es la rueda motriz y  $Z_2$  la conducida, pero en la segunda transmisión  $Z_2$  es ahora la rueda motriz y  $Z_3$  la conducida.

La relación de transmisión será, pues:

$$i = \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_2 \cdot Z_3} = \frac{Z_1}{Z_3}$$

es decir, es como si el engranaje 2 no estuviera. Por eso se dice que 2 es un **engranaje loco**.

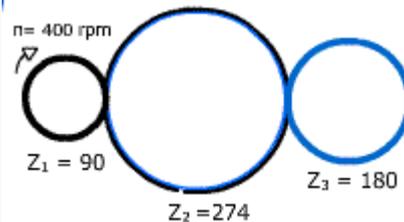
Sustituyendo valores:

$$i = \frac{90}{180} = \frac{1}{2}$$

Ahora ya podemos calcular la velocidad de giro del tercer engranaje:

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

$$n_2 = i \cdot n_1 = \frac{1}{2} \cdot 400 = 200 \text{rpm}$$



C) Cuando decimos que un escalonamiento es de 15/45 dientes quiere decir que el engranaje de entrada tiene 15 dientes y el de salida 45.

El resultado que debes obtener para la relación de transmisión es;  $i = 1/18$

Para la velocidad del eje de salida, el resultado que debes obtener es:  $n_{\text{salida}} = 111.11 \text{ rpm}$

