



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – MES DE ENERO 2010

“ACTIVIDAD TRANSVERSAL INTERDISCIPLINAR: PROYECTO PIÑÓN CORONA”

AUTORÍA JOSÉ MARÍA MUÑOZ VIDAL
TEMÁTICA TECNOLOGÍA
ETAPA ESO, BACHILLERATO

Resumen

Se ha realizado un estudio pormenorizado de un engranaje de dientes rectos, compuesto por un piñón de 20 dientes y una corona de 48 dientes. El módulo de ambas ruedas es de 2 mm. El modelo elegido ha servido para recorrer de forma coordinada el estudio de los engranajes desde los distintos puntos de vista que se contemplan en las asignaturas implicadas en este proyecto. Además, otro objetivo que se ha pretendido obtener es potenciar una cultura de coordinación docente entre los responsables de las distintas asignaturas implicadas. De igual modo se ha dotado al alumno de una referencia física a través de un modelo común, piñón-corona, que le permite visualizar lo mismo en distintos ámbitos, mejorando competencias transversales de análisis y síntesis, de resolución de problemas y de puesta en práctica de conocimientos teóricos.

Palabras clave

Engranaje

Piñón, corona

Corona

Coordinación educativa

Modelo físico

Módulo, número de dientes

Circunferencia primitiva

Paso, espesor

Control numérico computerizado



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – MES DE ENERO 2010

1. INTRODUCCIÓN

Se han realizado distintas experiencias en colaboración con la Universidad de Córdoba relacionadas con la Tecnología. Entre los aspectos que se destacan en la realización de este tipo de proyectos se encuentran la mejora en competencias transversales, el análisis y síntesis en la resolución de problemas y la puesta en práctica de conocimientos teóricos. Estas ideas han sido las que se han intentado llevar a la práctica docente a través de un engranaje modelo en el que implicar distintas asignaturas que abordan diversos aspectos para el estudio de los mismos.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DOCENTE

La actividad comenzó en el transcurso de la asignatura de Tecnología y entre otros aspectos, se trata la verificación dimensional de engranajes cilíndricos rectos. Inicialmente se estudian los engranajes rectos a través de la descripción de conceptos básicos de los mismos, como son el diente, el módulo, la circunferencia primitiva, el paso circular, el espesor, el ángulo de presión, etc., y posteriormente se particularizaron para el engranaje de nuestro proyecto. La puesta en práctica de la citada unidad se realizó por medio de una práctica sobre verificación y control de engranajes.

Más adelante, se desarrollaron las técnicas de conformación no asociadas al arranque de viruta por las que habitualmente se fabrican engranajes. Se estudió de forma comparativa a través de un análisis de las posibilidades, ventajas e inconvenientes, etc., la fabricación de nuestro engranaje modelo a través de fundición inyectada, fundición centrífuga, fundición en coquilla, microfusión y metalurgia de polvos.

Posteriormente se estudió la fabricación mediante fresado por arranque de viruta de nuestro engranaje. Se aprovechó para explicar elementos accesorios de la fresadora como son el plato divisor y, como corolario a esta unidad temática, se desarrolló una hoja de procesos para la fabricación del engranaje por medio de un proceso con arranque de viruta, en fresadora universal, empleando una fresa de módulo.

Paralelamente se recogen diversos aspectos sobre el estudio de engranajes. Se ha estudiado la generación de engranajes cilíndricos así como el proceso de engrane y las correcciones de tallado para engranajes cilíndricos. Después se realizó el estudio de las tensiones a que están sometidas las ruedas de un engranaje así como las características del material empleado en la fabricación y la resistencia del mismo. También se estudió el rendimiento de una transmisión y se hizo un estudio teórico para un ejemplo de transmisión con nuestro engranaje modelo. Por último para estas unidades se propuso la realización de una monografía sobre la fabricación por generación de engranajes y se realizaron en clase dos problemas que se centraron en nuestro engranaje.

Por otro lado, para todos aquellos alumnos que optan por cursar estudios relacionados a la fabricación y producción de piezas mediante arranque de viruta del tipo de Programación de Máquinas Herramientas y Fabricación Asistida por Ordenador, en adelante FAO, se les propuso una serie de prácticas ligadas a la fabricación de nuestro modelo.

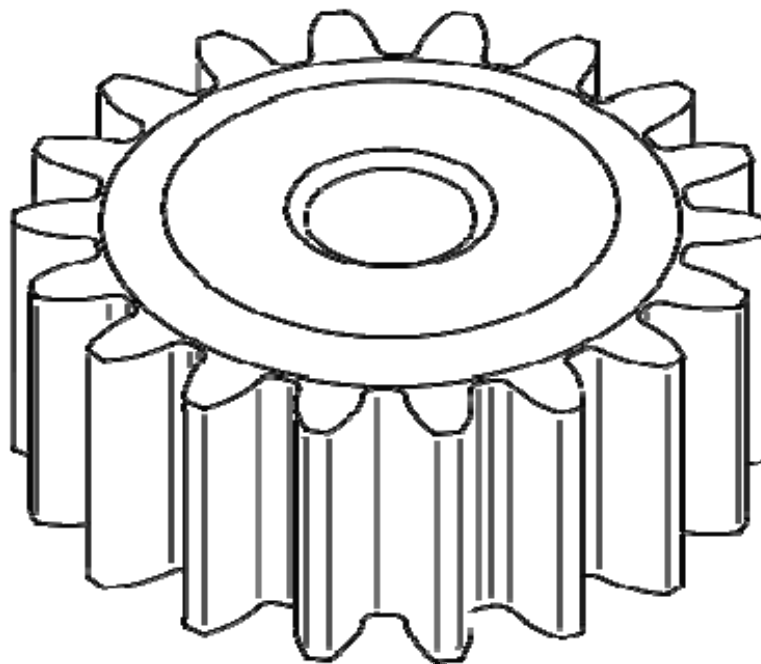
Así pues en las unidades de Programación de Máquinas Herramientas se realizó el diseño, programación en control numérico y fabricación del piñón y la corona para todas aquellas fases que comprendía las operaciones de torneado. Se realizó una práctica, en la que se desarrollaban los ciclos

fijos de cilindrado, taladrado y seguimiento de perfil. En esta práctica se llevó a cabo la programación mediante CNC (Control numérico por ordenador) del mecanizado de los discos base para el posterior tallado del engranaje. Con posterioridad en la siguiente práctica a través del software “Procam 2001 2D” de CAD-CAM, los alumnos volvieron a practicar con nuestro engranaje modelo a través del dibujo del mismo y el desarrollo de las fases de fabricación en el citado software.

En definitiva el piñón y la corona dotados de sus ejes y soportes, así como los casquillos y cojinetes necesarios, se mecanizaron para dejarlos preparados para su posterior tallado.

En las unidades de Diseño y Fabricación Asistida por Ordenador, se realizó el diseño, programación de control numérico y fabricación de los dientes del engranaje. De igual modo los soportes del engranaje, tanto la base como las piezas de apoyo de los ejes, se diseñaron a través del CAD anteriormente mencionado y se fabricaron inicialmente mediante programación manual y con posterioridad mediante el uso del CAD-CAM.

Proyecto Piñón-Corona. ($z=48$, $z=20$. $m=2$).





ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – MES DE ENERO 2010

ACTIVIDADES:

Prácticas de verificación, Monografía sobre técnicas de fabricación, Hoja de procesos. (Fabricación con aparato divisor), Monografía sobre fabricación por generación, Ejercicio sobre cálculo de esfuerzos, Prácticas de programación CNC para torno y Prácticas de programación CNC para fresadora

3. CONCEPTOS BÁSICOS

Un engranaje es una rueda o cilindro dentado empleado para transmitir un movimiento giratorio o alternativo desde una parte de una máquina a otra. Los engranajes se utilizan sobre todo para transmitir movimiento giratorio, pero usando engranajes apropiados y piezas dentadas planas pueden transformar movimiento alternativo en giratorio y viceversa.

Llamamos tren de engranajes al conjunto de dos o más engranajes que transmite el movimiento de un eje a otro se denomina tren de engranajes. Cuando las ruedas son de distinto tamaño la menor suele denominarse piñón y la mayor catalina o, simplemente rueda.

Engranaje cilíndrico recto. El engranaje más sencillo es el engranaje recto, una rueda con dientes paralelos al eje tallados en su perímetro. Los engranajes rectos transmiten movimiento giratorio entre dos ejes paralelos. En un engranaje sencillo, el eje impulsado gira en sentido opuesto al eje impulsor. Si se desea que ambos ejes giren en el mismo sentido se introduce una rueda dentada denominada 'rueda loca' entre el engranaje impulsor o motor y el impulsado. La rueda loca gira en sentido opuesto al eje impulsor, por lo que mueve al engranaje impulsado en el mismo sentido que éste.

Relación de Transmisión. En cualquier sistema de engranajes, la velocidad del eje impulsado depende del número de dientes de cada engranaje. Un engranaje con 10 dientes movido por un engranaje con 20 dientes girará dos veces más rápido que el engranaje impulsor, mientras que un engranaje de 20 dientes impulsado por uno de 10 se moverá la mitad de rápido. Para calcular la relación de transmisión, o ventaja mecánica, de un tren de engranaje simple, se usa la siguiente ecuación:

Relación de transmisión (i) = nº de dientes del engranaje arrastrado / nº de dientes del engranaje motriz

La circunferencia que definiría la superficie por la cual el engranaje rueda sin deslizar la llamaremos **circunferencia primitiva**.

El **diámetro primitivo** (d) es el que corresponde a la circunferencia primitiva.

El **número de dientes** (z), es el número total de dientes de la corona del engranaje en toda su circunferencia.

El **paso** (p) es el arco de circunferencia, sobre la circunferencia primitiva, entre los centros de los dientes consecutivos.

Con todo lo anterior tenemos, que la longitud de la circunferencia primitiva es:

$$\text{Circunferencia primitiva} = \pi d$$

$$\text{Circunferencia primitiva} = zp$$

Luego:

$$\pi d = zp$$



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – MES DE ENERO 2010

Esto es:

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

Llamaremos **módulo** (m) de un engranaje a la relación que existe entre el diámetro primitivo y el número de dientes, que es el mismo que el del paso y π

El módulo es una magnitud de longitud, expresada en milímetros, para que dos engranajes puedan engranar tienen que tener el mismo módulo, el módulo podría tomar un valor cualesquiera, pero en la práctica está normalizado según el siguiente criterio:

De 1 a 4 en incrementos de 0,25 mm

De 4 a 7 en incrementos de 0,50 mm

De 7 a 14 en incrementos de 1 mm

De 14 a 20 en incrementos de 2 mm

Cilindro de Cabeza: superficie cilíndrica, coaxial a la rueda, que limita las cabezas de los dientes. Al seccionarlo por un plano perpendicular al eje de la rueda, se obtiene el círculo de cabeza.

Cilindro de pie: superficie cilíndrica, coaxial a la rueda, que limita los pies de los dientes. Al seccionarlo por un plano perpendicular al eje de la rueda, se obtiene el círculo de pie.

Diámetro de cabeza (d_a): diámetro del círculo de cabeza.

$$d_a = d + 2h_a$$

Diámetro de pie (d_f): diámetro del círculo de pie.

$$d_f = d - 2h_f$$

Espesor del diente (s): longitud del arco de la circunferencia primitiva comprendido entre los dos flancos de un diente.

Longitud del diente (b): longitud de la parte dentada, medida siguiendo la generatriz del cilindro primitivo.

Altura de cabeza de diente (h_a): distancia radial entre la circunferencia de cabeza y la circunferencia primitiva.

$$h_a = m$$

Altura de pie de diente (h_f): distancia radial entre la circunferencia de pie y la circunferencia primitiva.

$$h_f = 1,25m$$

Altura de diente (h): distancia radial entre la circunferencia de cabeza y la circunferencia de pie.

$$h = h_a + h_f$$

La ventaja principal de un sistema de transmisión de engranajes rectos es su *compactidad*. Otra característica importante es el *desajuste mínimo* entre los engranajes. La principal desventaja es su alto **coste**. La pérdida de potencia debida al rozamiento se puede reducir por medio de la lubricación.

Los engranajes cónicos, así llamados por su forma, tienen dientes rectos y se emplean para transmitir movimiento giratorio entre ejes no paralelos. Son una adaptación evidente de los cilíndricos. El mecanismo básico de una taladradora de mano es precisamente un sistema de engranajes cónicos.

En el taladro Stanley, la rueda motriz A tiene 56 dientes, mientras que la seguidora B, directamente acoplada al portabrocas, tiene 15 dientes. La rueda X gira libremente y sirve para reducir esfuerzos sobre el Cojinete principal de la rueda motriz al trabajar con el taladro.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – MES DE ENERO 2010

La eficiencia del taladro depende de muchos factores, como la velocidad a que se le haga girar o la fuerza que se aplique al filo cortante de la broca. Dicha fuerza depende de la relación de las distancias que se han movido el pomo H v la distancia recorrida por el borde de ataque exterior de la broca.

4. RELACIONES ENTRE LAS DIMENSIONES DE DOS RUEDAS

Para conseguir un perfecto engranaje, entre los diferentes parámetros dimensionales del dentado de las ruedas que constituyen el engranaje se deberán establecer las siguientes relaciones:

$$m_1=m_2 \quad p_1=p_2 \quad h_1=h_2 \quad b_1=b_2$$

Relación de Transmisión (i): relación entre las velocidades angulares de las ruedas conductora n_1 y conducida n_2 .

$$i=n_1/n_2=z_2/z_1=d_2/d_1$$

Distancia entre centros (a): los cilindros primitivos han de ser tangentes, en consecuencia, la distancia entre los centros de las ruedas será igual a la semisuma de los respectivos diámetros primitivos.

$$a=(d_1+d_2)/2$$

Circunferencia exterior: es la circunferencia que pasa por la parte exterior de las cabezas de los dientes.

Diámetro exterior (de): es el que corresponde a la circunferencia exterior.

Circunferencia interior: es la que pasa por la base de los pies de los dientes.

Diámetro interior (di): es el que corresponde a la circunferencia interior.

Cabeza de diente (hc): es la parte del diente comprendida entre la circunferencia primitiva y la circunferencia exterior. Toma el valor del módulo: $hc= m$

Pie de diente (hp): es la parte del diente comprendida entre la circunferencia interior y la primitiva. Toma el valor de 1,25 veces el módulo: $hp= 1,25m$

Altura del diente (h): es la distancia entre la circunferencia interior y la exterior. Por tanto tiene el valor de 2,25 veces el módulo: $h= 2,25m$

Longitud del diente (b): es la anchura de la corona, sobre la que se tallan los dientes, en general suele tener un valor de 10 veces el módulo: $b= 10m$

5. FABRICACIÓN DEL MODELO

Se han fabricado cuatro juegos de engranajes que se han utilizado como referencia física en cada una de las asignaturas que de algún modo están implicadas en la docencia sobre engranajes

Para la fabricación hemos utilizado los talleres de Máquinas Herramientas y Metrología Dimensional que posee el Departamento de Mecánica de la UCO.

Inicialmente y a través de la documentación gráfica que se generó en la asignatura de Programación de las Máquinas Herramientas se mecanizó en un torno paralelo los discos necesarios para el posterior tallado. De igual modo se mecanizaron los ejes de los citados engranajes. Todo esto se realizó en acero suave del tipo S235 o en designación anterior F114.

Con posterioridad y con la documentación gráfica obtenida en la asignatura de Fabricación Asistida por Ordenador se mecanizaron en la fresadora universal los soportes y base de los engranajes. Estos últimos se han fabricado con poliamida cuya designación comercial es Nylon blanco. En la máquina

citada y con el montaje del correspondiente aparato divisor y las fresas de módulo adecuadas se tallaron los engranajes del modelo.

En la fotografía que se acompaña se puede ver el resultado de lo anteriormente indicado una vez montado el conjunto.



Figura 1. Modelo de engranaje de la actividad.

6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La experiencia ha resultado interesante por diversos aspectos que se detallan a continuación.

1. Mejora de la coordinación docente. Plantear un mismo modelo para que, a través de este, recorrer todos los puntos que se abordan en el tema de “engranajes” en las distintas asignaturas ha permitido simplificar, evitar reiteraciones, homogeneizar el lenguaje técnico y dar a conocer a cada docente el alcance de las asignaturas en las que no participa.

2. Mejora de la puesta en práctica de conocimientos teóricos. Abordar aspectos de una transmisión de engranajes exige un cierto nivel de abstracción en muchas ocasiones. El seguimiento de un modelo físico común ayuda a una mejora de esta interpretación.

3. Desarrolla la metodología de proyectos. En los proyectos, en ocasiones, se tratan diversos elementos de máquinas que deben ser abordados con una sistemática similar a la de este modelo. Se trata de diseñar, fabricar, calcular e incluso verificar. Este es un buen ejemplo a seguir.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – MES DE ENERO 2010

4. Identifica los objetivos básicos de las asignaturas ligadas a la fabricación. El alumno consigue a través de este modelo identificar de forma intuitiva cuales son los objetivos básicos que se pretenden alcanzar en cada una de las asignaturas cursadas relacionadas con nuestro modelo.

7. BIBLIOGRAFÍA

Guerrero Vacas, G.; Trujillo, E. (2005). *Aula de Tecnología Mecánica: Nuevas Técnicas de Mecanizado*. Córdoba.

Guerrero Vacas, G; Lucena, A. (2000). *Aplicación hipermedia sobre forja. Anales de Ingeniería Mecánica*. Madrid.

García, F. (2000). *Una Herramienta Hipermedia para la docencia en Microfusión. Anales de Ingeniería Mecánica*. Madrid.

Sánchez, M.; Marcos, M. (2004) *Laboratorio virtual de Tecnología de Moldes. Actas XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*. Barcelona.

Autoría

- Nombre y Apellidos: José María Muñoz Vidal
- Centro, localidad, provincia: Córdoba
- E-mail: jmmvidal@hotmail.com