

Determinación de los parámetros geométricos originales de ruedas dentadas cilíndricas de dientes rectos y helicoidales mediante programa de computación.

J. Randulfe Ceballos, M. Sánchez Castro, F. Hdez Sardiñas, M. Gómez Florido.

Departamento de Tecnología Mecánica ISPJAE - ICID
 Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
 Instituto Central de Investigación Digital (ICID)
 Calle 114 esq. 127, Marianao 15, Ciudad de la Habana, Cuba
 Teléfono (537) 20 22 67 Fax (537) 27 12 08.

(Recibido el 22 de Octubre de 1999, aceptado el 17 de Mayo del 2000)

Resumen

En la industria mecánica, uno de los elementos más utilizados son las transmisiones de ruedas dentadas. Estos elementos de máquinas con el trabajo prolongado, sufren cambios notables en su geometría original, debido principalmente a las cargas a que están sometidos. Para reacondicionar estas ruedas, es imprescindible conocer los parámetros geométricos originales para poder maquinar. Cuando se desconoce esta información, es necesario determinarla, y precisamente éste es el contenido del trabajo, la determinación de los parámetros geométricos originales de ruedas cilíndricas de dientes rectos y helicoidales, a partir de mediciones realizadas a parámetros de la transmisión, que posteriormente son introducidos como datos, en un programa de computación. En pocos segundos se obtienen los valores necesarios para la fabricación de las ruedas, obteniéndose valores mucho más precisos que utilizando los métodos tradicionales que se emplean en las empresas que se dedican a esta función

Palabras claves: Ruedas dentadas helicoidales, cálculos, parámetros geométricos, automatización.

1. Introducción.

Los parámetros geométricos fundamentales que determinan todas las restantes dimensiones de las ruedas cilíndricas de dientes rectos y helicoidales son las siguientes:

- m : Módulo [mm]
- α : ángulo del perfil de la herramienta. [°]
- x : coeficiente de corrección.
- y : factor de altura del diente
- Δy : coeficiente de cizallamiento invertido.
- IT : grado de precisión y conjugación de la transmisión
- β : ángulo de inclinación de la hélice de los dientes [°]

La determinación de los parámetros geométricos fundamentales, se puede lograr, mediante la medición de algunos parámetros en la rueda y el piñón, además es necesario medir la distancia interaxial en el cuerpo o carcasa. Con estos datos, se elaboró una metodología de cálculo [1] que fue automatizada por un programa de

computación, que logra con alta precisión y rapidez los valores deseados.

En las ruedas dentadas cilíndricas, se pueden presentar 3 casos diferentes de corrección de la transmisión que son: [2]

- Sin corrección
- Con corrección en altura
- Con corrección angular

Todas estas combinaciones son calculadas perfectamente por el programa elaborado

2. Requisitos y estructura del programa.

El programa para su ejecución, requiere que el usuario tenga un ordenador 486-DX2 a 33 MHz con 16 Mbyte de RAM o superior, monitor SVGA, mouse y disco duro de 400 MB, con la versión R13 o R14 de AutoCAD para Windows 95 o Windows NT.

El trabajo consta de dos programas que interactúan entre sí, uno que tiene la función de realizar toda la parte lógica, aritmética y gráfica llamado:

“*Engranaj.lsp*” hecho en *Autolisp* y otro que se encarga de las cajas de diálogo llamado “*Engranaj.dcl*”. Ambos programas corren sobre Autocad.

El programa “*Engranaj.lsp*” a sido estructurado por un programa principal, que se activa al teclear el

comando ejecutable ENG, que es el encargado de llamar a diferentes macros intrusiones según sea el caso y concatenarlas entre sí.

Cuando se carga en la máquina el programa “*Engranaj.lsp*”, automáticamente sale en pantalla la caja de diálogo mostrada en la figura 1.

Figura.1.Caja de dialogo para entrada de datos.

Como se puede apreciar, existen dos zonas bien diferenciadas, una a la izquierda donde se introducen los datos de la rueda y el piñón y otra zona a la derecha encabezada por el subtítulo *Otros_* donde se combinan otros parámetros.

En la zona derecha, usted selecciona si el engranaje es de dientes rectos (como se muestra) o si es de dientes helicoidales, y automáticamente se activan las casillas que le permiten introducir el valor del ángulo de la hélice de la rueda y el piñón medidos en el diámetro exterior.

Se puede observar que en la zona derecha, la casilla correspondiente al valor de alfa (α), al igual que la del módulo seleccionado, tiene un botón a la derecha. Cuando se hace clic sobre este botón, aparecen en una columna *solamente los valores normalizados* que puede tomar éste parámetro.

Después de asumir un valor de α inicial, se llena la cuadrícula correspondiente a la distancia interaxial (a_w) medida en la carcasa del engranaje. Con todas las casillas llenas, se hace clic sobre el botón inferior derecho que dice **Re-Calcular** y de forma instantánea aparecen el módulo de la rueda y el módulo del piñón calculados. En la casilla correspondiente al módulo seleccionado, aparece el valor normalizado más próximo a los valores calculados anteriormente. Aquí de

forma muy rápida el usuario puede probar con todos los valores de α y debe aceptar el valor, en que los módulos calculados se aproximen más al normalizado, y con éste, comenzar la corrida del programa, de todas formas se verificará posteriormente si el seleccionado es el correcto o no.

Por ejemplo:

En la Figura 1 aparece

Modulo. Rueda = 6.10

Mod. Piñón = 6.05

Para $\alpha = 20^\circ$

El valor que aparece en la casilla Módulo seleccionado es 6.00

A continuación, se hace clic sobre el botón **OK** inmediatamente el programa sigue su ejecución y calcula los valores de la normal común nominal, (*sin corrección con $x=0$*) y se comparan con los valores medidos previamente.

Esta información la brinda la caja de diálogo que aparece en pantalla a continuación, donde se reflejan las diferencias entre los valores calculados y medidos.



Mostrados en la figura 2.

Figura 2. Caja de dialogo mostrando la diferencia entre valores medidos y calculados.

Si selecciona la opción **Si**, el programa continua hacia la función para calcular el valor de la corrección de la

rueda y el piñón, apareciendo en pantalla la siguiente caja de diálogo mostrada en la figura. 3.

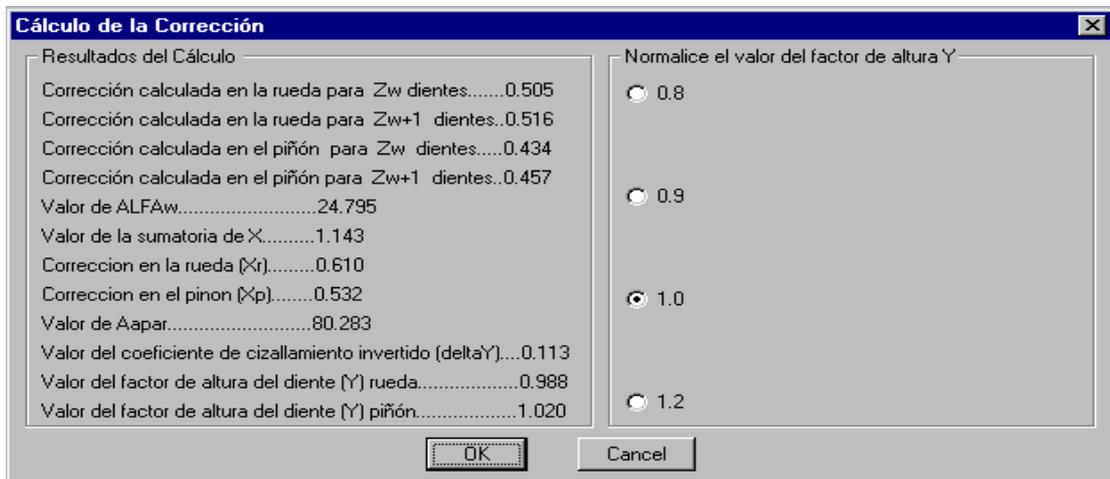


Figura 3.Caja de dialogo mostrando los resultados del cálculo de la corrección.

A continuación aparece la caja de diálogo donde se comparan los valores medidos y calculados de la normal

común, donde se puede verificar que el valor del ángulo α supuesto al inicio es el correcto, mostrado en la figura4.

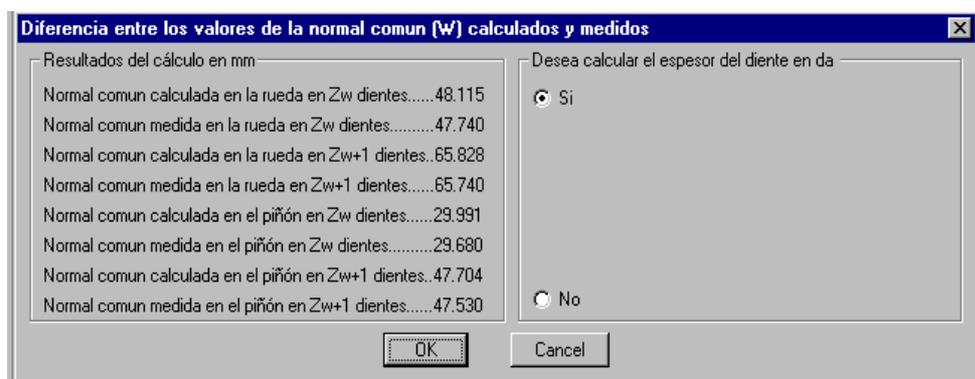


Figura 4.Caja de dialogo para la comparación de los valores medidos y calculados de la normal común.

Para confirmar una vez más, la veracidad de los resultados, en la siguiente caja de diálogo se comparan los espesores de los dientes medidos en el diámetro de

cabeza, con los calculados geoméricamente. Mostrados en la figura 5.

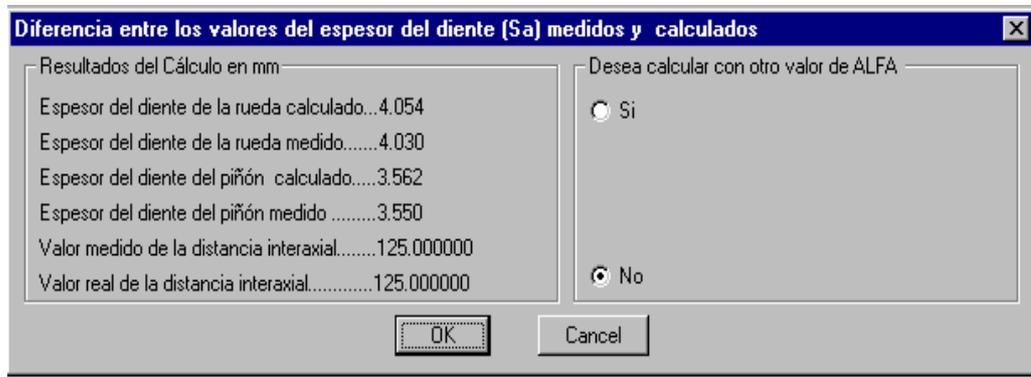


Figura 5. Caja de dialogo de la diferencia entre los valores medidos y calculados del espesor del diente.

Si desea calcular con otro valor de ∞ para aproximarse más en los valores o para confirmar los resultados antes obtenidos, seleccione el botón **Si** de la derecha y automáticamente le saldrá en pantalla la caja de diálogo inicial mostrada en la figura 1 con los valores que se introdujeron inicialmente.

Es importante señalar que si el número de dientes es *impar* en algún elemento o en ambos, entonces saldrá en la casilla correspondiente al diámetro de cabeza el valor del **diámetro verdadero**, teniendo en cuenta el valor de la longitud de la sagita. A partir de este momento, se puede iterar con diferentes valores de ∞ , que el valor del diámetro de cabeza permanece constante.

3. Conclusiones.

- Los valores obtenidos, de los parámetros utilizando éste método y las técnicas de ingeniería inversa son mucho más precisas que con los empleados actualmente en las empresas que maquinan ruedas dentadas como pieza de repuesto.
- La exactitud con la que se obtienen los parámetros que pueden variar de forma no discreta (x) y (Δy) implica diferencias varias veces menores que las tolerancias de las dimensiones que éstos determinan (d_a y W)
- Con la utilización del programa de cálculo, los resultados se obtienen en un tiempo muy breve, de pocos segundos, (utilizando una calculadora científica el cálculo dura entre 5 y 6 horas de trabajo) con alta exactitud visualizando en cajas

de diálogo los resultados parciales y además su operación es muy sencilla.

- Todos los parámetros geométricos necesarios, para la fabricación del dentado de la pieza de repuesto o para su maquinado durante la recuperación se obtienen automáticamente en forma de tabla
- El programa ofrece la posibilidad de verificar los resultados obtenidos.

4. Referencias.

1. Hernández Sardiñas F. y Sánchez Castro M. Determinación de los parámetros geométricos originales de las ruedas cilíndricas de dientes rectos". C.Habana, 1996
2. Dobrovolski, V y otros. "Elementos de Máquinas" Edición tercera, Moscú, Editorial MIR, 1980
3. Rusty Gesner & Joseph Smith, "Maximizing Autolisp" New Riders Publishing, USA 1988.
4. AutoCAD Reference Manual, Release 11 AutoDESK, INC 1992.
5. AutoCAD Reference Manual, Release 13 AutoDESK, INC 1995
6. AutoLISP Programmer's Reference, Release 10
7. Revilla Albeto, "Dibujo Asistido por Ordenador AUTOCAD", Editorial Donostiarra San Sebastian, 1990.

Determination of original geometric parameters of cylindrical gears by means of calculation program.

Abstract:

In the mechanical industry, one of the most used elements are gears transmissions. These machine elements under long exploitation term, suffer remarkable changes in their original geometry due principally to the working loads. In order to recondition these wheels it is indispensable to know the original geometric parameters in order to be able to mechanize new ones. When this information is unknown it is necessary to determine it, and in fact this is the content of this paper, starting from mensurations of transmission parameters carried out and later and introduced as data in a computation program. In few seconds the necessary values for the production of gears are obtained with much more precise values than using the traditional methods in use by companies that are devoted to this function.

Key words: Helical gears, calculations, geometric parameters, automation.