DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE SOFTWARE PARA LA PARAMETRIZACIÓN DE ENGRANES PARA CADENAS TIPO POZ.

EDWIN ALBERTO MEDINA SILVA
RAÚL ANDRÉS CASTELLANOS LOPÉZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ, D.C
2017.

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE SOFTWARE PARA LA PARAMETRIZACIÓN DE ENGRANES PARA CADENAS TIPO POZ.

EDWIN ALBERTO MEDINA SILVA
RAÚL ANDRÉS CASTELLANOS LÓPEZ

Trabajo de tesis para optar por el título de:
Ingeniero Mecánico

Director:
ING. CARLOS ARTURO BOHÓRQUEZ ÁVILA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ, D.C
2017.

Nota de Aceptación

.....

.....

.....

…….....

Jurado

.....

Ing. Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Tutor)

Bogotá.....de….....de 2017

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen en gran medida a sus familias por el apoyo incondicional durante su formación académica, al igual extienden su agradecimiento a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y al profesor Carlos Bohórquez por el acompañamiento durante la etapa lectiva y el desarrollo del presente trabajo.

CONTENIDO

RESUMEN 6
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 7
2. ESTADO DEL ARTE 8
3. JUSTIFICACIÓN 10
4. OBJETIVOS 11
4.1 Objetivo general. 11
4.2 Objetivos específicos. 11
5. MARCO TEÓRICO 12
5.1 ENGRANAJES 12
5.2 CADENAS 15
5.3 FUERZAS EN ENGRANAJES 16
4. METODOLOGÍA 18
4.1 MATRIZ QFD PARA SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN 18
4.2 MATRIZ QFD PARA SOFTWARE DE DISEÑO CAD 19
4.3 ETAPA DE PROGRAMACIÓN 21
CONCLUSIONES 24
ANEXOS 25
BIBLIOGRAFÍA 39

RESUMEN

En este documento se presenta el cálculo, desarrollo y aplicación de una herramienta de software para la parametrización y obtención de los planos de fabricación de engranajes tipo POZ por medio de una interacción entre SIEMENS Solid Edge 9, Microsoft Visual Studio 2010 y Microsoft Excel 2013, con base en las normas ISO 1977 para "*Cadenas transportadoras, accesorios y piñones*" e ISO 606 para "*Cadenas de rodillos y casquillos de precisión de transmisión de paso corto, accesorios y piñones de cadena asociados*". La selección del software utilizado se realizó mediante la metodología QFD o despliegue de función calidad con base en aspectos de desempeño establecidos por los autores.

ABSTRACT

This paper presents the calculation, development and application of a software tool for the parameterization and obtaining of the planes of manufacture of POZ type gears through an interaction between SIEMENS Solid Edge 9, Microsoft Visual Studio 2010 and Microsoft Excel 2010, based on the ISO 1977 standards for "Conveyor chains, accessories and sprockets" and ISO 606 for "Short-chain transmission chains, accessories and chain sprockets". The selection of the software used was done using the QFD methodology or performance of quality function based on performance aspects established by the authors.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En La evolución de la ingeniería se ha hecho necesaria la elaboración de imágenes CAD (Computer – aided design) de cualquier tipo de pieza requerida para la fabricación de estos elementos con sus cotas reales. Hasta el momento esas imágenes existen, pero en el caso de los engranes los perfiles no eran los reales, simplemente se aproximaban por una curva cualquiera pues era simplemente una imagen. Actualmente se buscan las curvas reales para que por medio de procesos de fabricación como el prototipado rápido (revolucionario proceso de producción que a partir de una imagen CAD) o el corte por máquinas de corte por láser u oxicorte que funcionan con modelos CAD traducidos a una extensión CNC se puedan generar tal y como es la pieza en cuestión[1].

Actualmente debido a la falta de manuales técnicos y de modelos CAD en las grandes bases de elementos mecánicos y fabricantes con la información de las transmisiones con engranes para cadenas POZ utilizadas en la industria del procesamiento de palma y caña de azúcar; en los proceso de fabricación encontrar esta información, representarla en un modelo CAD y finalmente realizar un plano de fabricación puede significar mucho tiempo a partir del recibimiento de una orden de compra de un cliente.

Por estos motivos se vio la necesidad de realizar una aplicación de software que permita parametrizar los engranes POZ que son más utilizados en esta industria, para reducir el tiempo en la generación de modelos y CAD y por ende la fabricación del elemento en sí.

[1] CHACÓN CASTILLO, Iciar Generación paramétrica de engranajes rectos y helicoidales en pre/ ENGINEER, Universidad pontificia Comillas, MADRID 1999.

2. ESTADO DEL ARTE

Los engranes han sido muy estudiados desde la ingeniería; más específicamente en el área del diseño de elementos mecánicos dichos estudios conducen a la relación entre los esfuerzos y deformaciones, que permiten relacionar el tipo de cargas con los diferentes tipos de engranajes que existen; todas estas variables son de suma importancia a la hora de generar un engrane desde su modelo CAD hasta la fabricación.

Para entender los estudios acerca de cómo se han ido adelantando y como los investigadores han abordado el tema se ha analizado el artículo de investigación denominado **Modeling the tooth flanks of hobbed gears in the CAD enviroment[1],** este articulo muestra la metodología de simulación utilizada para la generación de flancos de los dientes para engranes cilíndricos.

En el artículo los autores caracterizan el engrane que estudiaron, mostrando que el material de fabricación es un acero de bajo carbono para carbonización de la ASM 625 forjado , la dureza encontrada en el engrane estaba en el rango de los 30-35 HRC, donde los perfiles de la rueda estaban tratados térmicamente, logrando una dureza entre los 35-41 HRC.

La generación del tallado fue realizada con una talladora Pfauter PE 300, a una velocidad de tallado de 140m/min, con una alimentación axial de 2mm/Rev y con una profundidad de tallado final de 3.7mm.

Posteriormente a la finalización del engrane, el efecto de las condiciones de trabajo del diente fueron medidas con las coordenadas de medición de una maquina CNC modelo PNC 65 con una precisión de forma estándar de 0.1 micras. Al final de la medición los datos recolectados permitieron calcular la desviación del perfil, de la hélice y del espesor del diente. Para determinar la medición de la superficie topográfica del diente se utilizó un profilometro en 3D obteniendo que el espacio de los flancos obtenidos del mecanizado fuera de 3mm.

Finalmente para obtener los modelos de la superficie del diente de los parámetros de construcción, se aplicaron los comandos de generación en un programa de simulación; con esto se obtuvo un modelo en 3 dimensiones del flanco de las superficies del diente del engrane cilíndricos. Los perfiles del flanco del diente tallado fueron analizados en una sección normal y separada con un circulo interpolado de 26.5826 mm de radio.

[1] J. Michalski & L. Skoczylas
Springer-Verlag London Limited 2007

Se encontró que después de haber examinado todos los componentes de desviación tangencial los resultados del flanco del diente finalmente obtienen una forma con mayor precisión.

Para complementar esta información se analizó el articulo denominado **Development of a WormCAD using Parametric Design Approach[2].** Los autores generaron el algoritmo para el diseño de un engrane por tornillo o un engrane sin-fin; en el algoritmo generado se encuentran todas las variables que parametrizan..

En las variables se encuentran:

- Módulo.
- Diámetro primitivo del sin fin.
- Numero de dientes.
- Longitud del diente.
- Diámetro exterior.
- Espesor de la cara.
- Torque transmitido.
- Cargas tangenciales del engrane.

Con la generación del algoritmo; los autores crearon un software que involucra los parámetros anteriormente descritos y que genera un reporte de diseño indicando si es seguro o no el cálculo del diseño; dando como resultado las cargas tangenciales, cargas dinámicas y estáticas, la disipación de calor y abrasión.

Finalmente con este software los autores permiten generar precisión en los cálculos porque el algoritmo utiliza aproximación uniforme en todos sus resultados; por lo tanto se observa la gran diferencia entre utilizar el software y realizar los cálculos manualmente.

[2] Olayinka Oluwole Agboola, Peter Pelumi Ikubanni, Adeolu Adesoji Adediran, Rotimi Adedayo Ibikunle, Bamidele Temitope Ogunsemi
ANALELE UNIVERSITĂŢII

3. JUSTIFICACIÓN

Durante la historia de la humanidad el diseño de elementos de transmisión de potencia se ha utilizado en diferentes tipos de sistemas, mecanismos y máquinas; entre estos elementos se destacan los engranes que se utilizan siempre que se quiera cambiar la velocidad o par de torsión de un dispositivo rotatorio.

En estos elementos, los diseñadores en su mayoría ingenieros, buscan conocer todos las variables que físicamente se presentan, para poder decidir de manera eficiente el mejor sistema que cumpla con sus necesidades; entre los aspectos y variables fundamentales se encuentran los materiales, formas, tamaños, esfuerzos y deformaciones a los que son sometidos los engranes.

Por ende, la base del buen funcionamiento de un sistema o máquina, parte de un buen diseño que radica en el conocimiento de todos los aspectos que influyen en lo que se desea crear, y a su vez, el poder realizar cambios potenciales para optimizar el funcionamiento o inclusive las características de cualquier elemento mecánico en pro de su funcionalidad, es lo que se busca en un diseño óptimo a partir de investigaciones y estudios de transmisiones en cada uno de sus elementos fundamentales. En algunos casos la brecha que existe entre los estudios y diseños óptimos de transmisiones con las empresas de fabricación de dichos elementos es muy grande, porque el simple hecho de desconocer o interpretar parámetros diferentes puede afectar el diseño que se verá reflejado en el funcionamiento de la máquina; por estas razones existen normas y entes que han estandarizado este tipo de elementos y los procesos de fabricación.

Pero este tipo de estandarización no aplica cuando los elementos, en este caso, los engranes tipo POZ son especiales o no estandarizados. En el caso de la fabricación de engranes para cadenas de tipo POZ, que aunque son elementos estandarizados muy pocas empresas en Colombia los fabrican, dependen en gran medida de la información de los grandes fabricantes; actualmente demanda un proceso de cálculos y graficación que genera retrasos en la producción, poder generar estos elementos, debido a la nula existencia de bases de datos que contengan modelos generales de estos tipos que se puedan descargar a la interfaz de algún software CAD haciendo que el personal encargado de esta tarea deba realizar cálculos manuales. No obstante el proceso se puede llevar a cabo perfectamente, si requiere más desgaste y tiempo para ello, lo que contradice la forma actual y rápida de realizar el modelado de estas partes para poder fabricar dichos elementos fundamentales en la industria del procesamiento de palma.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general.

Desarrollar una aplicación de software para la parametrización de los engranes para cadena tipo POZ más utilizados en la industria basados en el manual PALM OIL de SKF.

4.2 Objetivos específicos.

Parametrizar las variables implícitas en los piñones para cadenas tipo POZ más utilizados en la industria basados en el manual PALM OIL de SKF.

Generar el modelo CAD a partir de la parametrización de los engranes para cadena tipo POZ más utilizados en la industria basados en el manual PALM OIL de SKF.

Obtener los planos de fabricación a partir del modelo de los engranes para cadena tipo POZ más utilizados en la industria basados en el manual PALM OIL de SKF.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 ENGRANAJES

Los engranes son ruedas cilíndricas dentadas, para transmitir movimiento y potencia de un eje giratorio a otro. El perfil del diente se genera a partir de na curva llamada *involuta* que se genera al desenrollar una cuerda tirante de un cilindro llamado *evoluta*. En la figura 1 se muestran dos involutas en cilindros distintos en contacto o engranados, es decir muestran el acople de dos dientes de engrane. **[1]**

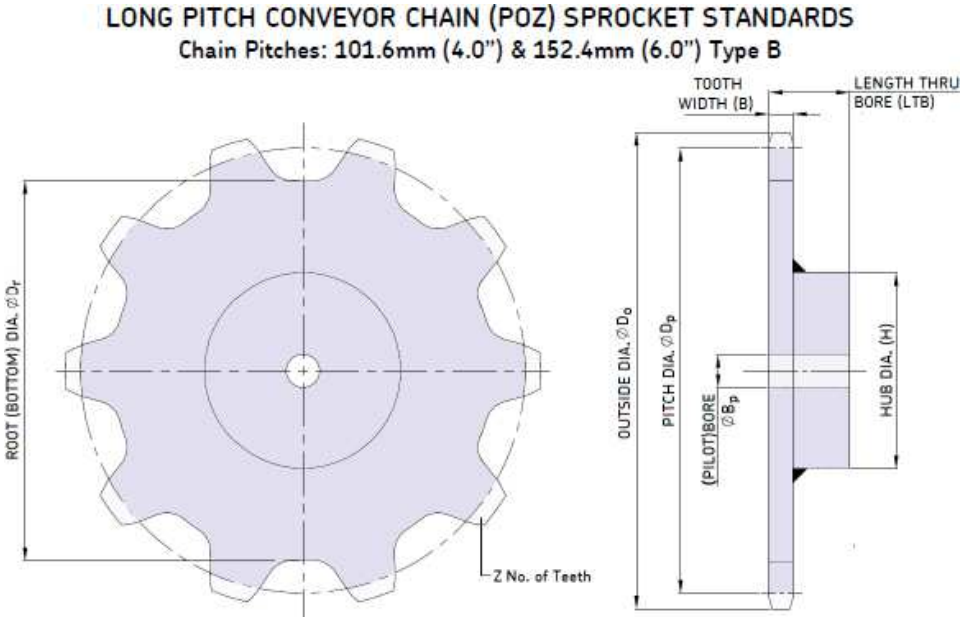


FIG.1 *Perfil y dimensiones generales engranaje POZ según SKF.*

Es pertinente para el presente trabajo conocer la nomenclatura básica de los engranajes así como las especificaciones usadas para calcular los parámetros de diseño según las necesidades.

A continuación se describe el perfil detallado y los parámetros geométricos de los piñones para cadena POZ, según las normas ISO - 606 e ISO – 4452, las cuales se tuvieron en cuenta para generar el modelo CAD en el software de diseño.

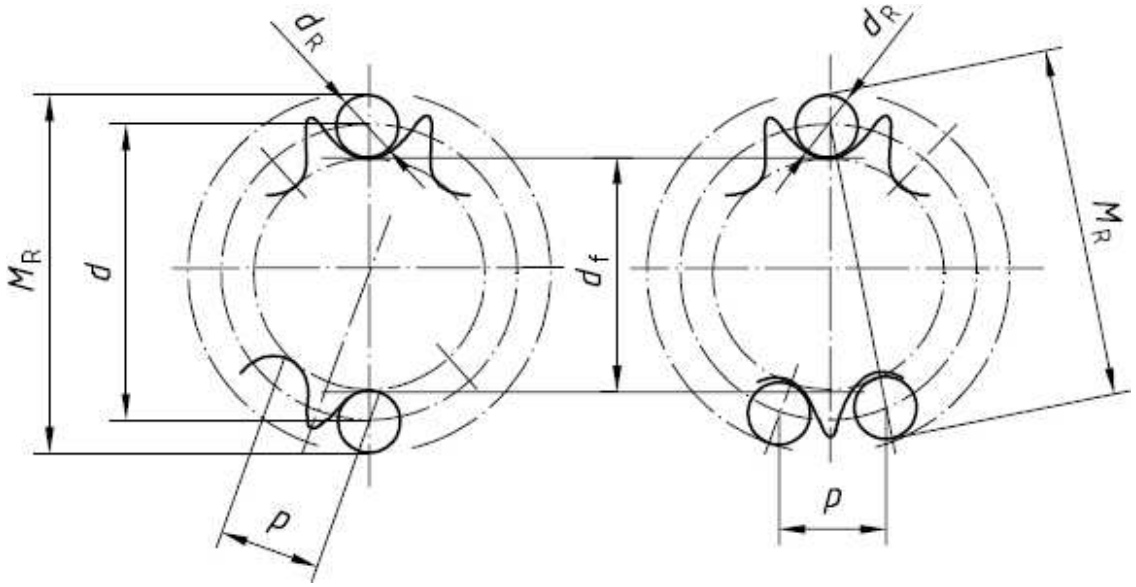


FIG.2 *Esquema general del engrane entre piñón y cadena. Número de dientes par [der], número de dientes impar [izq].*

Donde:
P: paso de cuerda, igual al paso de la cadena
*d*R: diámetro del pasador
d: diámetro primitivo
*d*f: diámetro de raíz
*M*R: distancia entre pasadores

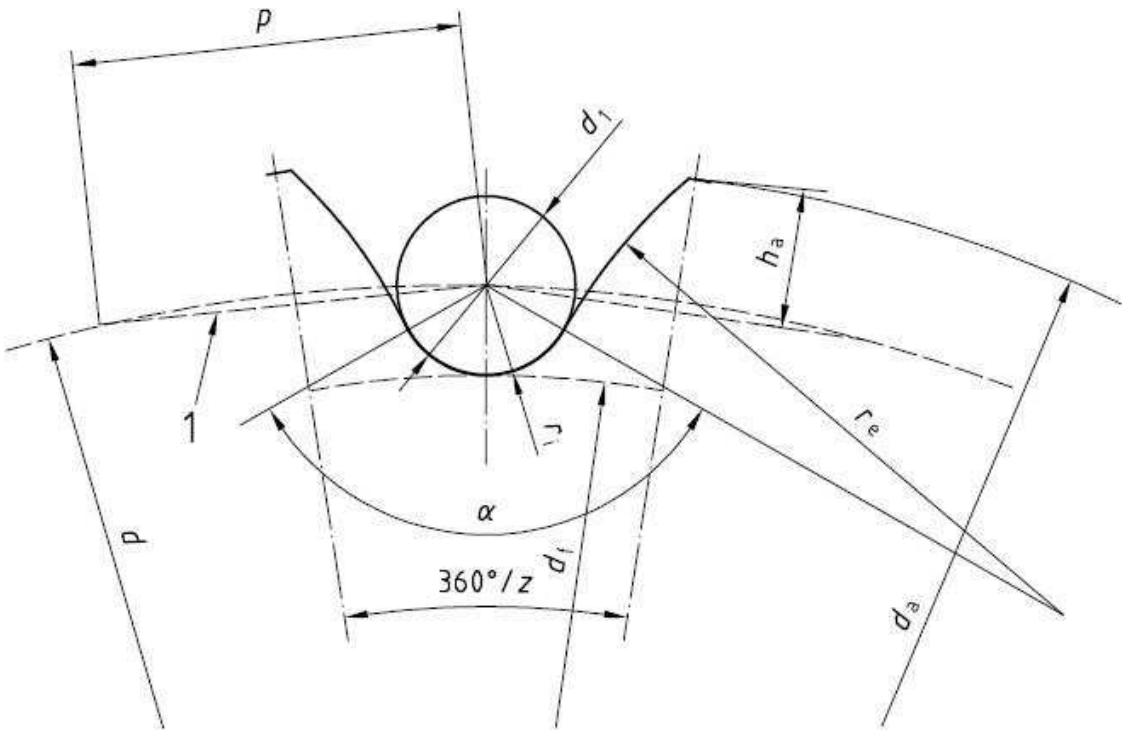


FIG.3 *Perfil general del empalme entre rodillo y flanco.*

Haciendo un acercamiento detallado entre el rodillo de la cadena y los flancos del engranaje se pueden apreciar otros términos importantes además de los descritos en la figura 2.
Donde:
1: paso
d_1: diámetro máximo del rodillo
r_i: radio de asentamiento del rodillo
α: ángulo de asentamiento del rodillo
r_e: radio del flanco del diente
h_a: altura del diente sobre el diámetro primitivo
d_a: diámetro exterior
z: número de dientes

Sin embargo, estos parámetros geométricos no son suficientes para crear las dimensiones de fabricación finales del piñón, debido a que se debe generar un desplazamiento del centro geométrico del rodillo de la cadena dentro del flanco del piñón, para garantizar una holgura entre las partes conocido como *"clearance"* según la norma ISO 606, que reduzca la fricción y por ende el desgaste agresivo y prematuro de las superficies de contacto, al igual que reducir el ruido y agarrotamiento del arrastre entre sí.

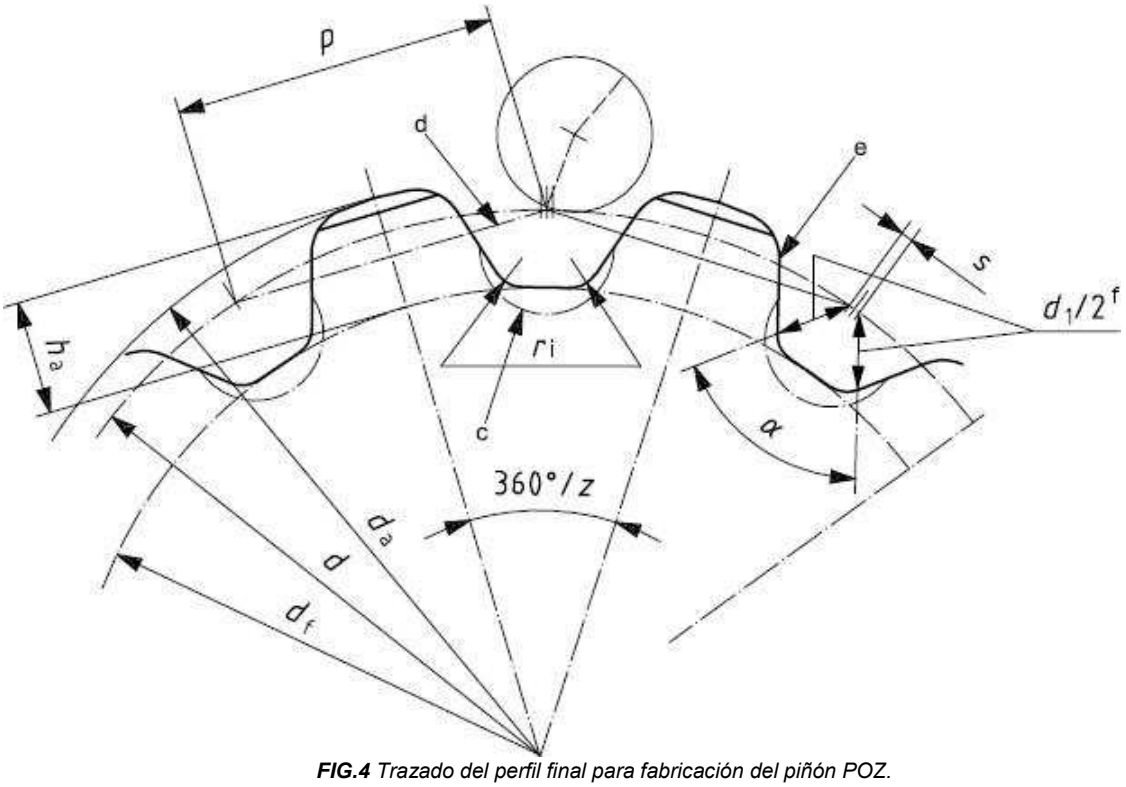


FIG.4 *Trazado del perfil final para fabricación del piñón POZ.*

Donde:
c: alivio asentamiento de rodillos
e: flanco del diente
s: línea de paso de holgura
Además de las otras especificaciones descritas en las imágenes anteriores.

El círculo de paso y el círculo base se definen generalmente de acuerdo a la necesidad de trabajo o por requerimiento del cliente, la altura del diente se define por el addendum y el dedendum referidos al círculo de paso nominal. El dedendum es ligeramente más grande que el addendum para crear una pequeña cantidad de holgura entre la punta de un diente engranado (círculo de cabeza) y el diámetro exterior del rodillo de la cadena (círculo de raíz). El espesor del diente se mide en el círculo de paso y el ancho del espacio del diente es un poco más grande que su espesor. La diferencia entre ambas dimensiones es el juego entre dientes. El ancho de la cara del diente se mide a lo largo del eje del engrane. El paso circular es la longitud de arco a lo largo de la circunferencia del círculo de paso de un punto de un diente al mismo punto en el siguiente diente. El paso circular define el tamaño del diente. **[1]**

5.2 CADENAS

Se utilizan a menudo en aplicaciones en las que se requiere una transmisión positiva (ajuste de fase) y grandes requerimientos de par de torsión o en las que las altas temperaturas impiden el uso de bandas de distribución. Cuando los ejes de entrada y salida están muy separados entre sí, una transmisión de cadena puede ser la opción más económica.

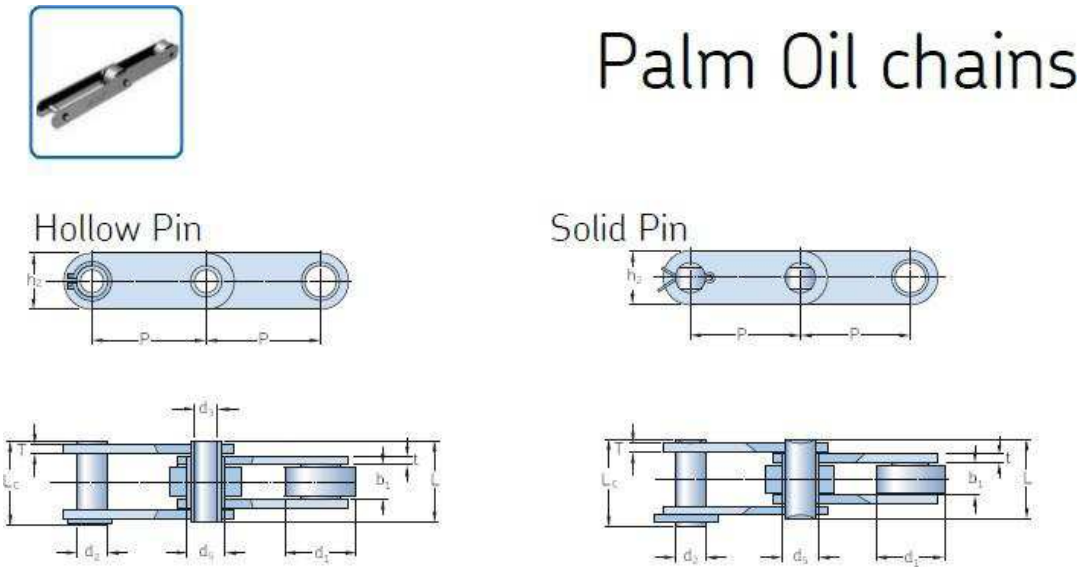


FIG.3 *Perfil y nomenclatura generales cadenas POZ según SKF.*

Las cadenas de acero pueden utilizarse en muchos ambientes hostiles químicos o térmicos. Se han diseñado muchos tipos y estilos de cadena para varias aplicaciones, que van desde la cadena de rodillos común (FIG 3), como la de una bicicleta o motocicleta, hasta los diseños más costosos de dientes invertidos o "cadena silenciosa" utilizados en los sistemas de impulsión de árbol de levas en motores automotrices costosos. La forma de los dientes de la rueda la determina la necesidad de adaptarse al contorno de la parte de la cadena que se adapte en las ranuras. En este caso, la cadena de rodillos tiene pasadores cilíndricos enganchados en la rueda dentada. **[1]**

5.3 FUERZAS EN ENGRANAJES

Las fuerzas que actúan sobre el diente de un engrane esta determinadas por la potencia que se suministra desde el motor hacia el eje que sostiene el engrane, el cual gira a la misma velocidad del motor. En consecuencia el par torsional estará determinado así. **[2]**

$$par\ torsional = \frac{potencia}{velocidad\ de\ rotación} = \frac{P}{n}$$

El eje de entrada transmite la potencia desde el acoplamiento hasta el punto donde está montado el piñón, mediante una cuña se transmite la potencia del eje al piñón, consecuentemente los dientes del piñón impulsan a los dientes del engrane y con ello transmiten la potencia a este. **[2]**

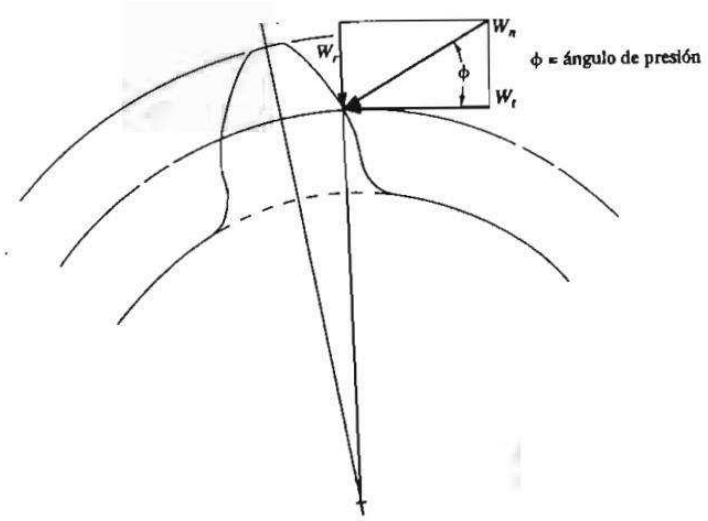


FIG.4 *Fuerzas sobre un diente de engrane*

Dónde:

$$Wr = fuerza\ radial$$
$$Wn = fuerza\ normal$$
$$Wt = fuerza\ tangencial$$

Así mismo, las transmisiones por cadena tipo pesada como lo es POZ, según ISO – 606, puede manejar cargas que van desde los 31 KN hasta los 500 KN, dependiendo de las aplicaciones y necesidades que el cliente requiera y se pueden calcular bajo el siguiente modelo.

$$F_d = K_s \times 0{,}118 \times p^{(2-0{,}000\,8p)} \times \left(\frac{b_{i\,heavy}}{b_{i\,standard}} \right)^{0{,}5}$$

Donde:

K_s: es una constante que varía según la serie:

- 134 N/mm^2 para cadenas hasta e incluyendo la serie 160H
- 139 N/mm^2 para cadenas por encima de la serie 180H

p: es el paso de la cadena en mm

Por último, la fabricación de las transmisiones por cadena del tipo POZ en Colombia se dan bajo los requerimientos especiales del cliente y se fabrican sobre medidas utilizando aceros de ingeniería de alta resistencia mecánica como son los aceros de aleación [carbono, manganeso, silicio y otros elementos aleantes] para una gran durabilidad. No obstante, en algunas ocasiones y solo por requerimiento especial de quien ordena la fabricación de los engranajes POZ, se realiza tratamiento térmico de temple únicamente a la región dentada alcanzando una dureza hasta de 57 Rockwell C. **[INTERMEC S.A.]**.

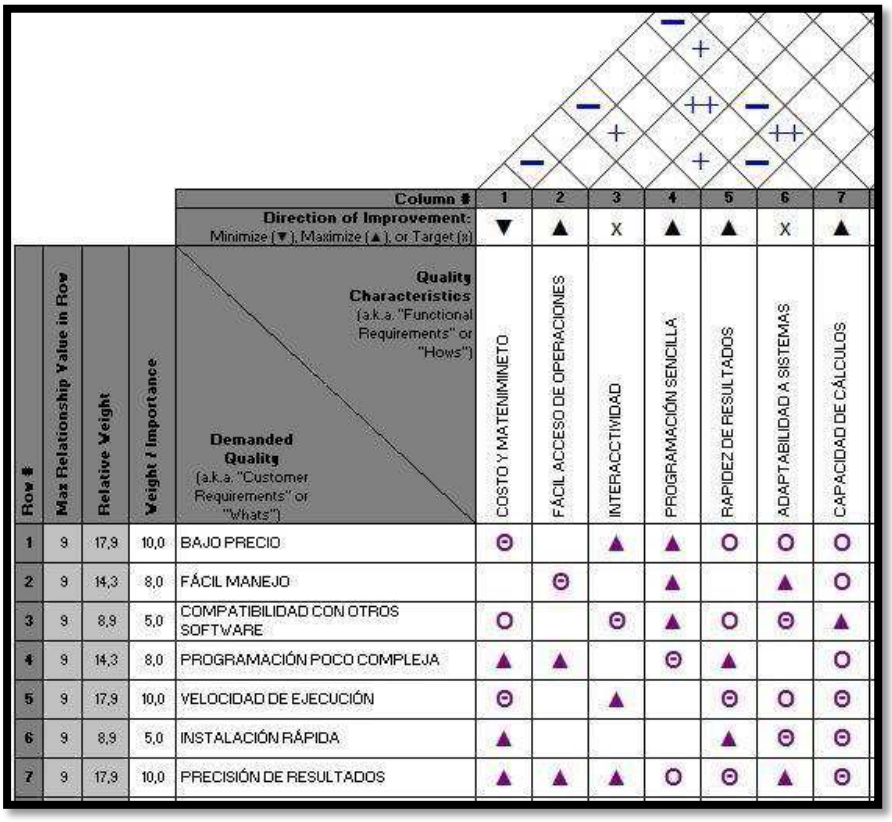
4. METODOLOGÍA

Dentro del desarrollo del presente trabajo se indicó la selección de los programas informáticos tanto para la programación del aplicativo como para el diseño CAD para los engranajes en estudio, a través de la metodología del desarrollo de la función de la calidad QFD (QUALITY FUNCTION DEVELOPEMENT), teniendo en cuenta algunos requerimientos técnicos de entrada escogidos por los autores.

4.1 MATRIZ QFD PARA SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

Para la aplicación de esta metodología se tuvo en cuenta los siguientes requerimientos técnicos entre los software escogidos como opciones iniciales, Visual Studio, Matlab, Dev C++ y Java.

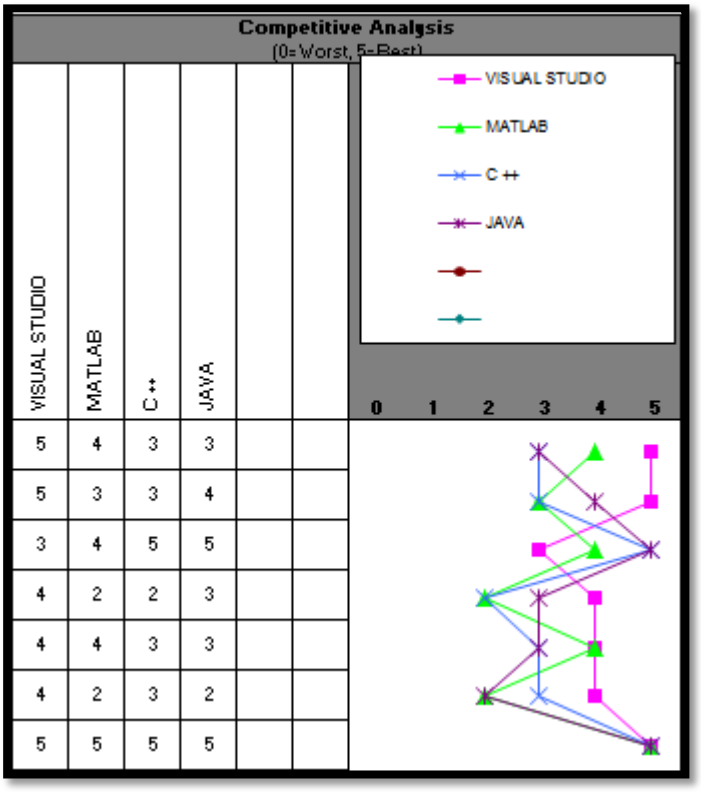
- Bajo precio
- Fácil manejo
- Compatibilidad con otros software
- Programación poco compleja
- Velocidad de ejecución
- Instalación rápida
- Precisión de resultados



Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	Column #	1	2	3	4	5	6	7
				Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows")	Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)	▼	▲	x	▲	▲	x	▲
						COSTO Y MATEMIMIMETO	FÁCIL ACCESO DE OPERACIONES	INTERACCTIVIDAD	PROGRAMACIÓN SENCILLA	RAPIDEZ DE RESULTADOS	ADAPTABILIDAD A SISTEMAS	CAPACIDAD DE CÁLCULOS
1	9	17,9	10,0	BAJO PRECIO		⊖		▲	▲	O	O	O
2	9	14,3	8,0	FÁCIL MANEJO			⊖		▲		▲	O
3	9	8,9	5,0	COMPATIBILIDAD CON OTROS SOFTWARE		O		⊖	▲	O	⊖	▲
4	9	14,3	8,0	PROGRAMACIÓN POCO COMPLEJA		▲	▲		⊖	▲		O
5	9	17,9	10,0	VELOCIDAD DE EJECUCIÓN		⊖		▲		⊖	O	⊖
6	9	8,9	5,0	INSTALACIÓN RÁPIDA		▲				▲	⊖	⊖
7	9	17,9	10,0	PRECISIÓN DE RESULTADOS		▲	▲	▲	O	⊖	▲	⊖

FIG.5 *Relación de requerimientos de calidad vs requerimientos de ingeniería para software de programación.*

En las columnas se observan los requerimientos de ingeniería que buscan satisfacer en gran medida los requerimientos del cliente (autores) mencionados anteriormente y su grado de relación entre ellos.



VISUAL STUDIO	MATLAB	C ++	JAVA		
5	4	3	3		
5	3	3	4		
3	4	5	5		
4	2	2	3		
4	4	3	3		
4	2	3	2		
5	5	5	5		

FIG.6 *Comparación de desempeño entre software de programación.*

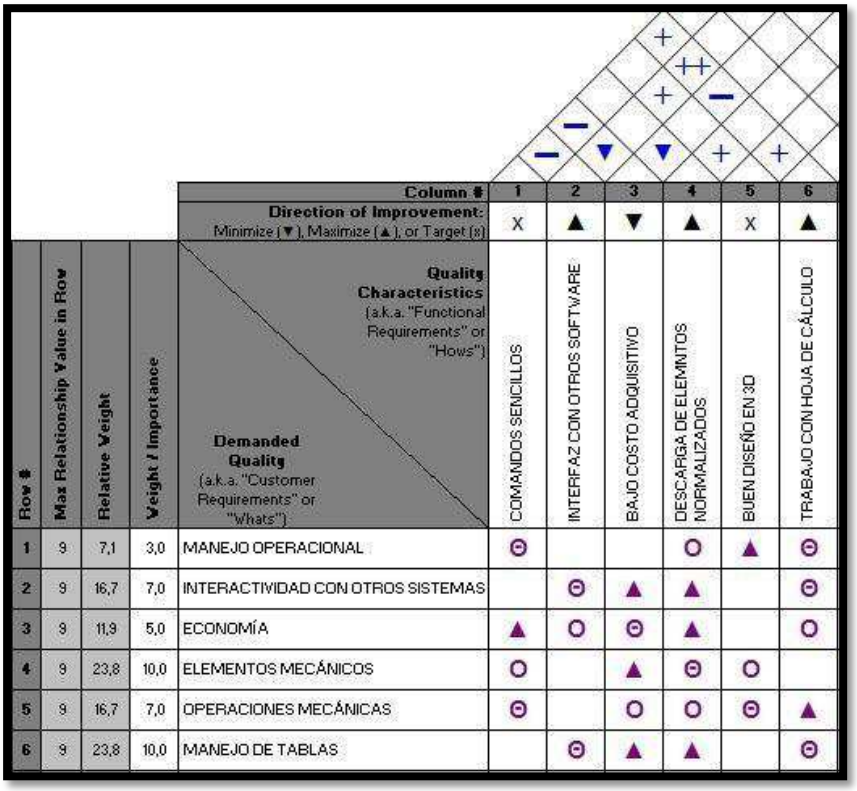
En la anterior imagen se observa el análisis de comparación entre los software candidatos donde se observa que Visual Studio es el de mejor desempeño en los requerimientos planteados, con lo cual se decide escoger a este para la realización del aplicativo final. Al final del documento en la sección de anexos se adjunta el desarrollo de la matriz completa para su respectiva verificación.

4.2 MATRIZ QFD PARA SOFTWARE DE DISEÑO CAD

Para la aplicación de esta metodología se tuvo en cuenta los siguientes requerimientos técnicos entre los software escogidos como opciones iniciales, Solid Edge, Inventor, Siemens NX y AutoCad.

- Manejo operacional
- Interactividad con otros sistemas
- Economía
- Elementos mecánicos

- Operaciones mecánicas
- Manejo de tablas



Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats") / Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows")	1 COMANDOS SENCILLOS	2 INTERFAZ CON OTROS SOFTWARE	3 BAJO COSTO ADQUISITIVO	4 DESCARGA DE ELEMENTOS NORMALIZADOS	5 BUEN DISEÑO EN 3D	6 TRABAJO CON HOJA DE CÁLCULO
				Column #	1	2	3	4	5	6
				Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)	x	▲	▼	▲	x	▲
1	9	7,1	3,0	MANEJO OPERACIONAL	⊖			○	▲	⊖
2	9	16,7	7,0	INTERACTIVIDAD CON OTROS SISTEMAS		⊖	▲	▲		⊖
3	9	11,9	5,0	ECONOMÍA	▲	○	⊖	▲		○
4	9	23,8	10,0	ELEMENTOS MECÁNICOS	○		▲	⊖	○	
5	9	16,7	7,0	OPERACIONES MECÁNICAS	⊖		○	○	⊖	▲
6	9	23,8	10,0	MANEJO DE TABLAS		⊖	▲	▲		⊖

FIG.7 *Relación de requerimientos de calidad vs requerimientos de ingeniería para software de diseño CAD.*

En la anterior imagen se observa los requerimientos establecidos por los autores y su relación con los requerimientos de ingeniería pertinentes para lograr la satisfacción planteada, en algunos espacios no se marca relación debido a que no existe afectación entre dichos requerimientos.

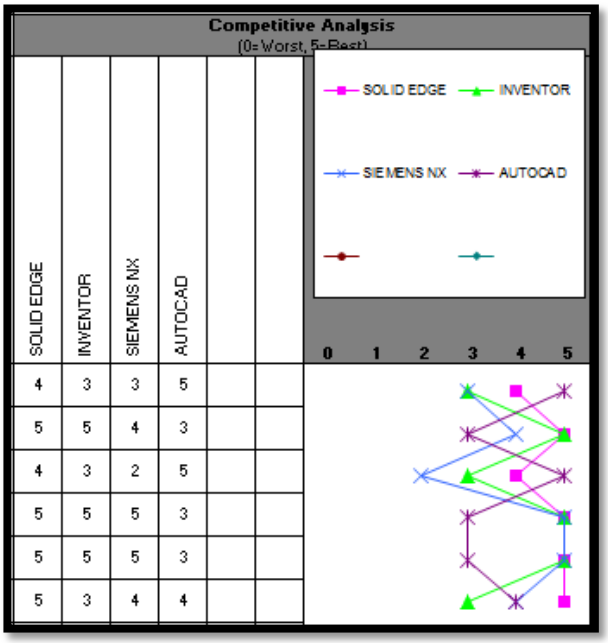


FIG.8 *Comparación de desempeño entre software de diseño CAD.*

En la anterior imagen se observa el análisis de comparación entre los software candidatos donde se observa que Solid Edge es el de mejor desempeño en los requerimientos planteados, con lo cual se decide escoger a este para la realización del aplicativo final. Al final del documento en la sección de anexos se adjunta el desarrollo de la matriz completa para su respectiva verificación.

4.3 ETAPA DE PROGRAMACIÓN

El entorno desarrollado en Visual Basic, para la aplicación de software POZ SPROCKET SELECTOR, trabaja conjuntamente con una hoja de cálculo de Excel, que permite hacer uso de sus diversas aplicaciones matemáticas para calcular parámetros de los engranajes

La aplicación de VBA al ejecutar el botón de "**Execute Excel**" abre internamente el libro con el que trabaja, posteriormente luego de la selección del tipo de engranaje a modelar y haciendo click en el botón "**Generate Cad**", actualiza el libro de Excel anteriormente ejecutado. Este libro de Excel realiza una serie de cálculos matemáticos de las variables de ángulo de curva del perfil del diente, espesores y chaflanes del engranaje.

Posteriormente a que estos dos entornos trabajaran apropiadamente, se diseñó un engranaje tipo Conveyor bajo las normas ISO 606 e ISO1977 con las dimensiones establecidas por el catalogo SKF PALM OIL INDUSTRY SOLUTIONS POWER TRANSMISSION en donde al final del cálculo realizado

Por el libro de Excel cada una de estas variables estaba conectada con una cota dimensional en el modelo.

Cuando se logró establecer el correcto funcionamiento de los tres conjuntos, para la visualización del plano se exportaron las cotas que se deseaban mostrar en el dibujo y que fueran las más pertinentes teniendo en cuenta a la hora de fabricar estos elementos.

La programación de los componentes del entorno en VBA, que son elementos del tipo **Textbox**, **labels**, **checkbox**, **Commandbuttons** y **listbox** se realizaron siguiendo esta la siguiente metodología de orden.

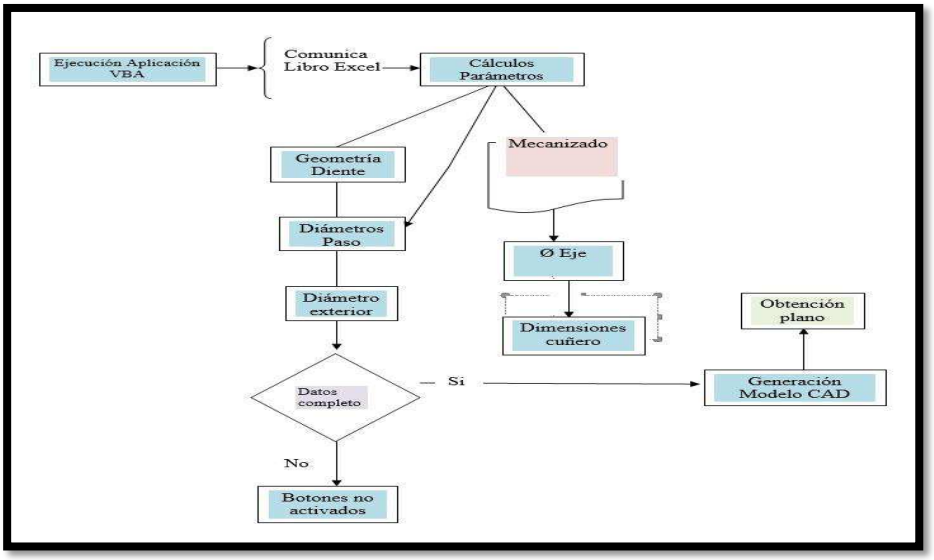


FIG.9 *algoritmo de programación para elaboración de código.*

Para la unión de entorno VBA y Excel se utilizó la función Interop.marshal de la siguiente forma.

```
System.Runtime.InteropServices.Marshal.ReleaseComObject(obj)

   Dim xlapp As Object = ("Excel.application")
   Dim xlwb As Object =xlapp.workbooks.open("C:\Users\Desktop\LGM.xlsx")
   Dim xlws As Object = xlwb.worksheets("Hoja1")
```

Para la unión de los datos de Excel con el modelo en SolidEdge se utilizó la tabla de variables y se vinculó al link de cada celda correspondiente en Excel.

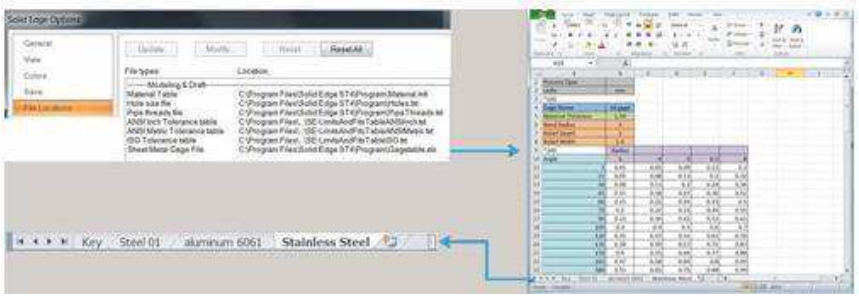


FIG.10 *Tomado de http://www.3dcadportal.com/lo-que-viene-en-solidedge-st4.html.*

CONCLUSIONES.

- Con el uso de la aplicación POZ SPROCKET SELECTOR se obtuvo una reducción en el tiempo que tarda modelar en 3D y generar los planos de este tipo de transmisiones.

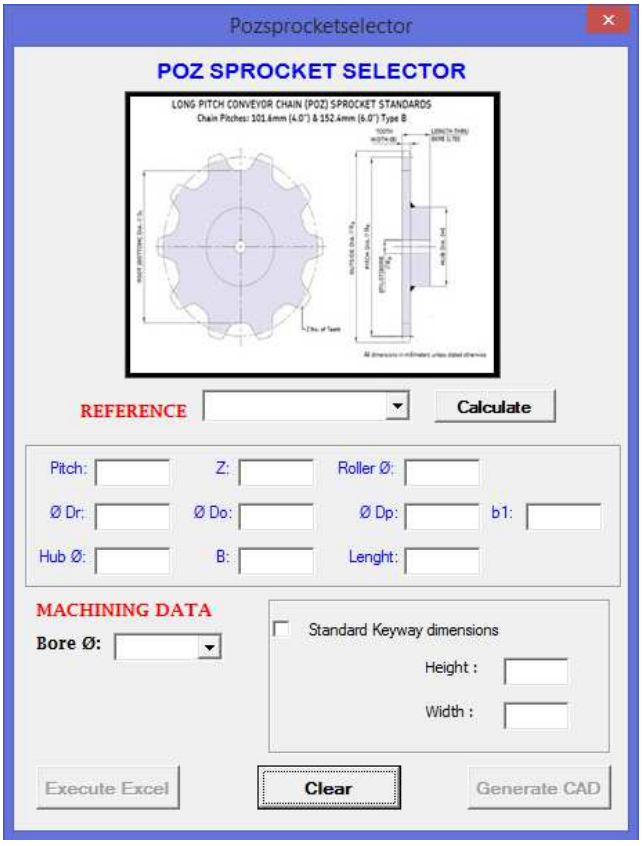
- El ahorro de tiempo y de herramientas computacionales para la obtención de un plano de fabricación para estos engranajes, permite la reducción de costos y que llevar a cabo el proceso de manufactura se agilice.

- Las herramientas CAD contribuye como herramientas para los ingenieros de diseño y personal encargado de la elaboración y levantamiento de planos a diseñar de manera eficiente.

ANEXOS

Manual de instalación y operación
Revisado: Octubre 2017.

POZ SPROCKET SELECTOR.



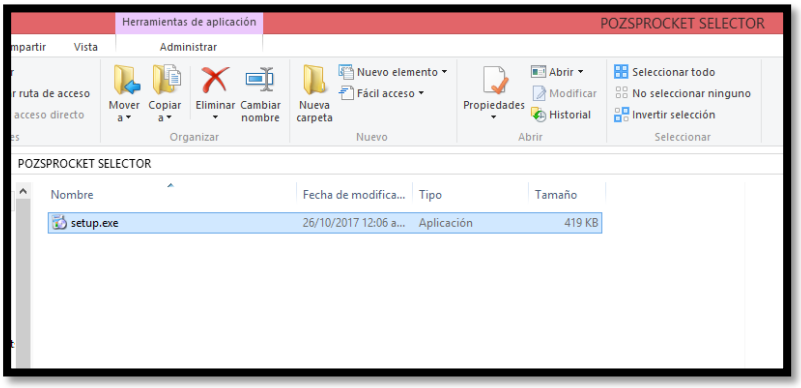
1. Empezando.

El programa POZ SPROCKET SELECTOR ha sido diseñado en principio como una herramienta computacional de apoyo para dibujantes, diseñadores, estudiantes, docentes y personas interesadas en las transmisiones y engranajes de transporte. Además de esto, es una aplicación complementaria al manual PALM OIL INDUSTRY SOLUTIONS POWER TRANSMISSION de la empresa SKF, basado en las normas ISO 606 e ISO1977.

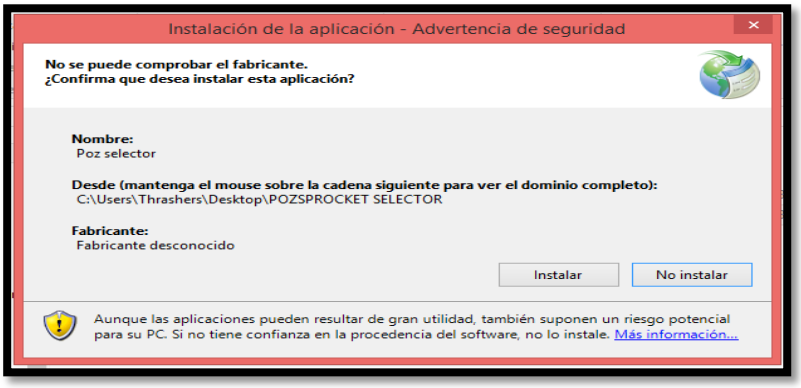
En este manual encontrara la información de instalación, requerimientos y funcionamiento, se recomienda al usuario leer cuidadosamente y entender el contenido de esta manual antes de proceder.

2. Instalación de la aplicación.

a) Abra la carpeta llamada “POZSPROCKETSELECTOR”, en donde encontrara un archivo ejecutable con nombre “Setup.exe”



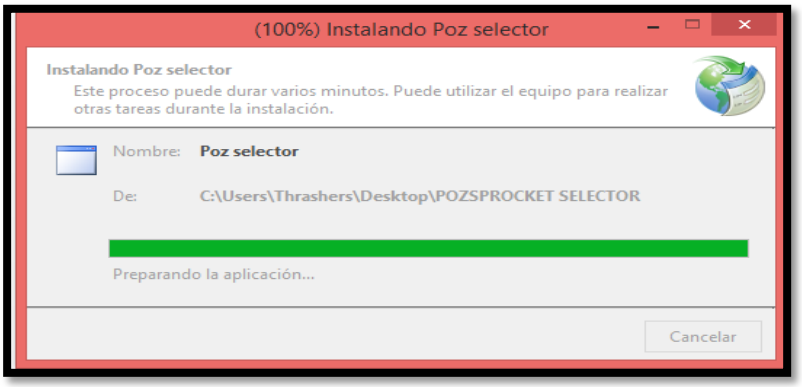
b) Ejecute este archivo “Setup.exe”, el cual le permitirá abrir la ventana del asistente de instalación.



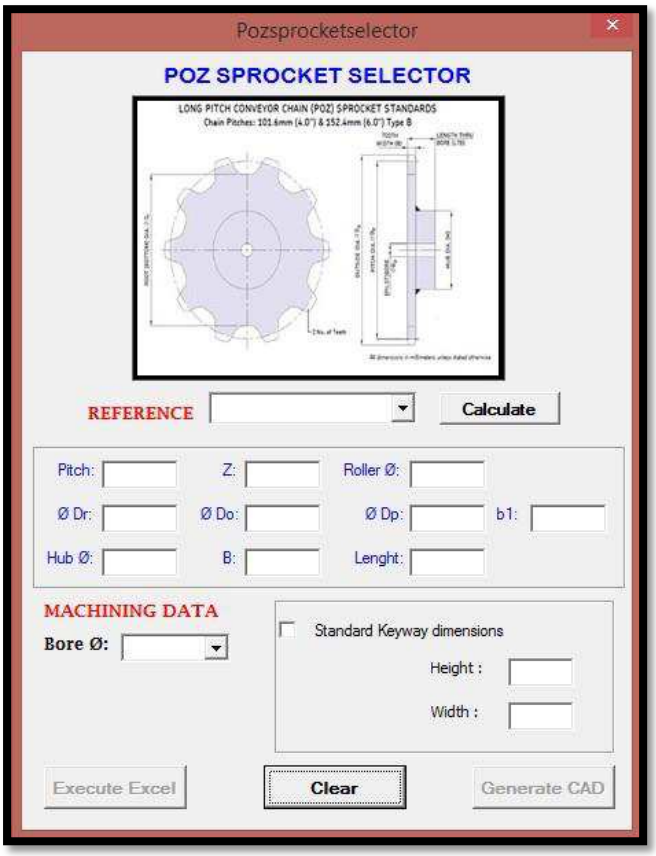
c) De click en el botón INSTALAR.



d) Espere mientras la aplicación se instala.



e) Una vez finalizado el proceso de instalación se abrirá la ventana principal del programa y está casi listo para utilizar.



3. Requerimientos.

- 

Programa Microsoft Excel, en la mayoría de casos viene integrado al paquete office.
- Para su instalación Microsoft Excel requiere por lo menos de 256 megabytes (MB) de memoria
- Microsoft Excel también requiere al menos de 1,5 gigabytes (GB) de espacio libre en el disco duro.
- Microsoft Excel requiere un sistema operativo mínimo de Microsoft Windows XP con Service Pack 2 o superior en versiones 2003.
- La versión que se recomienda mínimo debe ser 2003 a superior.

- 

Programa Solid edge de Siemens.

 Version que se debe utilizar minimo st7

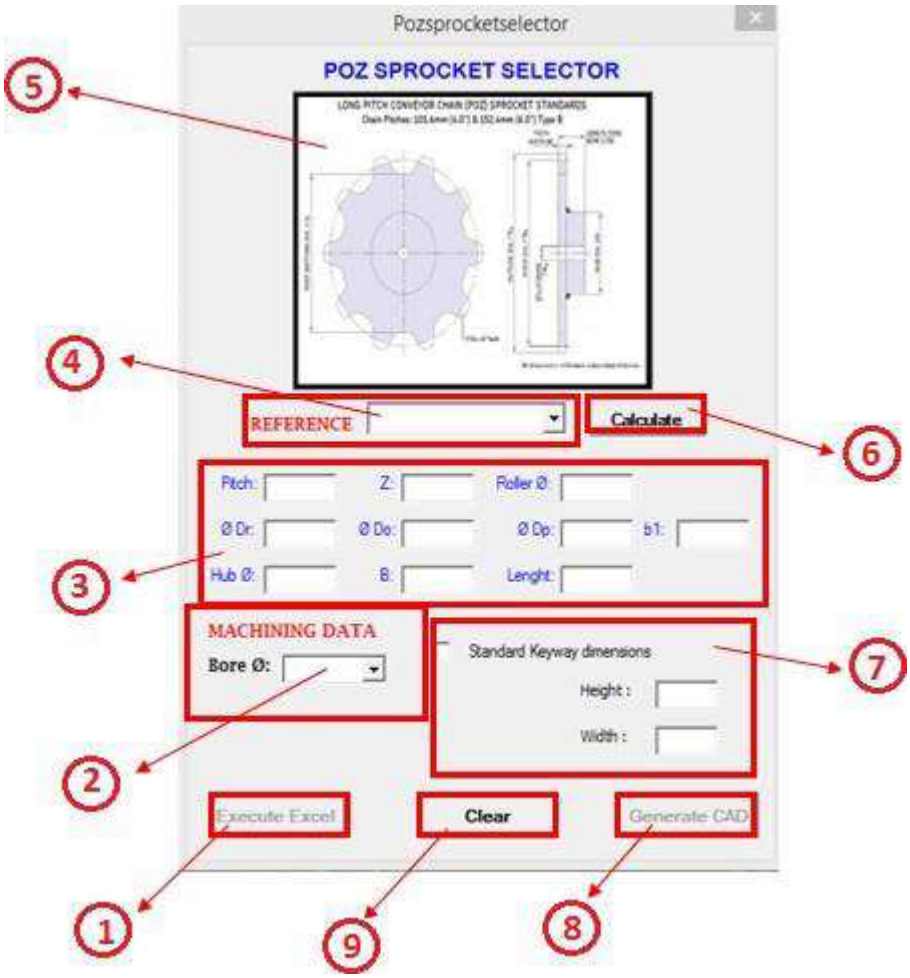
 Sistema operatico Minimo Windows 7 Enterprise, Ultimate o Professional (64 bits) con Service Pack 1 (64 bits)

- Configuración del sistema recomendada 8GB de RAM o más

 Color verdadero (32 bits) o 16 millones de colores (24 bits)
- Resolución de la pantalla: 1280 x 1024 o superior, formato de pantalla ancha.
 4 GB de espacio en disco es necesario para instalar Solid Edge.

4. Partes y funciones.

4.1 Control principal de la aplicación.



① Botón Execute Excel, abre el libro de Excel adjunto en el programa en un segundo plano no visible y permite habilitar el botón Calculate

② Lista desplegable de las dimensiones configuradas para el mecanizado del eje del engranaje, (sus dimensiones en mm son 25, 30, 40, 50,60) Las dos primeras son las dimensiones estándar de los ejes de acuerdo al manual SKF.

③ Parámetros de los engranajes, datos que no permiten modificaciones, se calculan de acuerdo al engranaje que se requiera.

④ Menú desplegable de referencias.

⑤ Ilustración de los parámetros de la sección③.

⑥ Botón Calculate, permite posteriormente a la selección de la referencia asignar los valores correspondientes a los definidos en la sección ③.

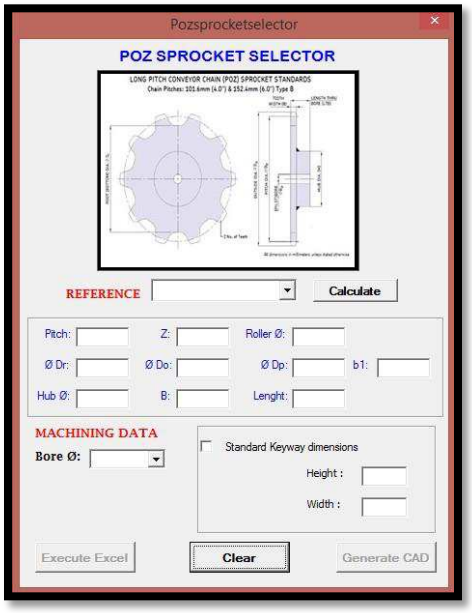
⑦ Sección para el dimensionamiento de los cuñeros estándares según la norma DIN 6885.

⑧ Botón Generate Cad, permite una vez seleccionados los parámetros anteriores, actualizar el modelo CAD de archivo .Par (Solid edge) y actualizar el plano de fabricación.

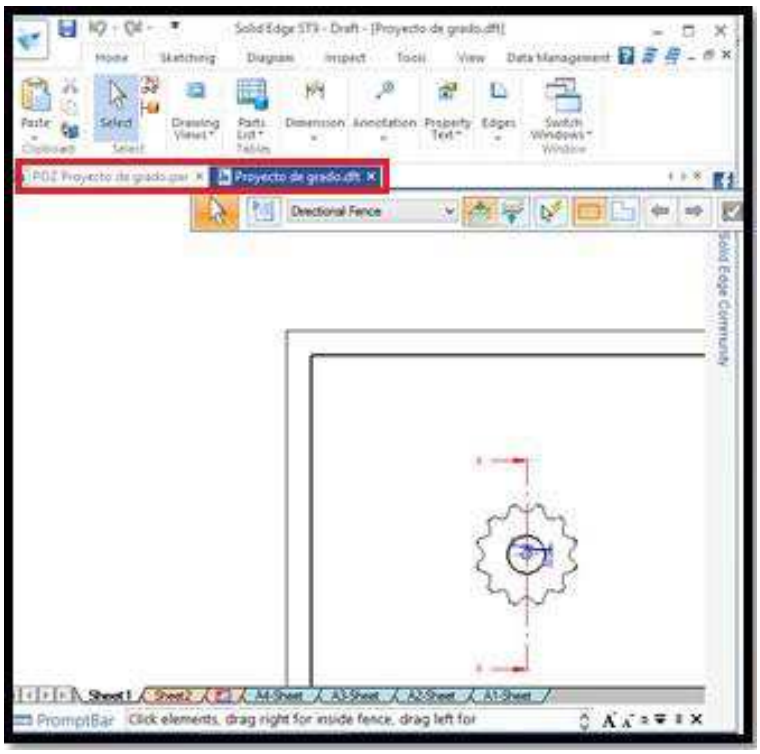
⑨ Botón Clear, borra los valores de todas las casillas, para repetir la selección.

5. Operación.

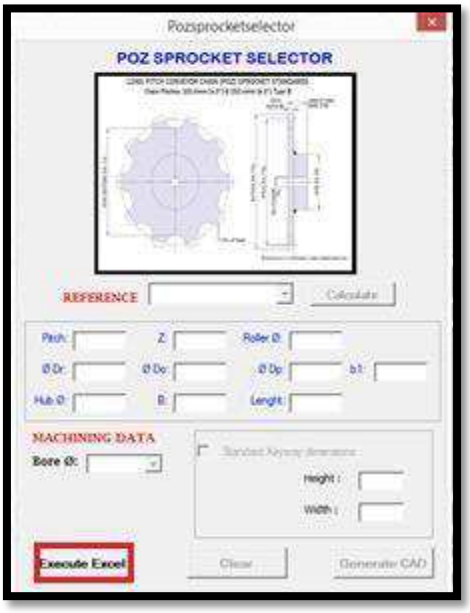
A) Ejecute el programa POZSRPOCKETSELECTOR anteriormente instalado *** Vea la sección de instalación para conocer este proceso.



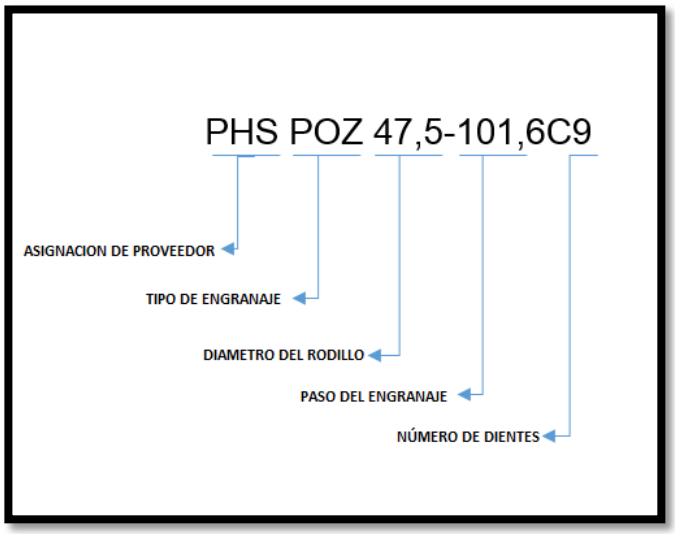
B) Abra los dos archivos. par (.parte de SOLID EDGE) que se encuentran en la carpeta POZSPROCKET SELECTOR

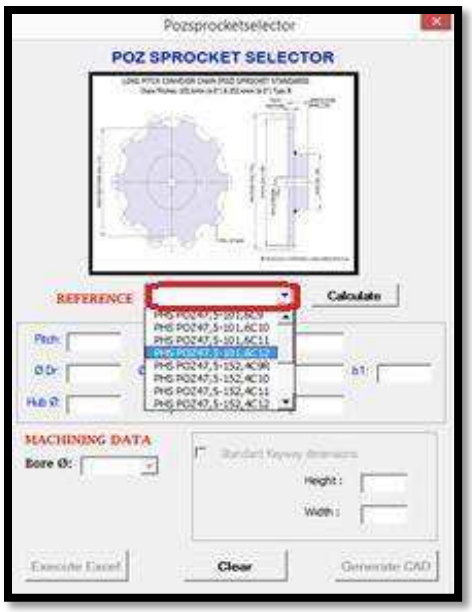


C) Una vez tenga abierto el programa y los modelos de solidedge, de click en el botón ①, para ejecutar Excel en un segundo plano y permitir la comunicación entre Excel y los modelos de extensión Solid Edge.

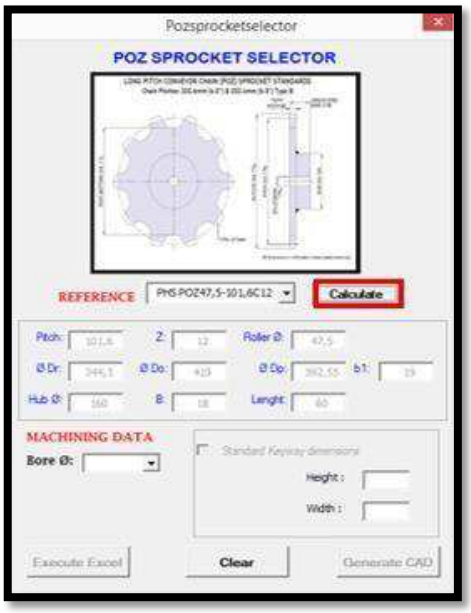


D) Seleccione la referencia que desea visualizar de la sección ④, tenga en cuenta que la referencia de los engranajes denota lo siguiente:

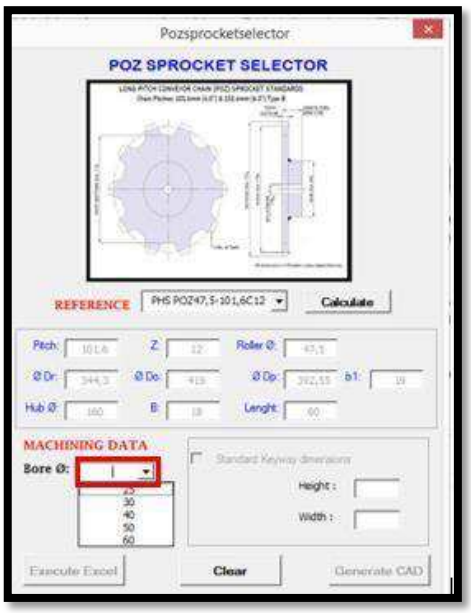




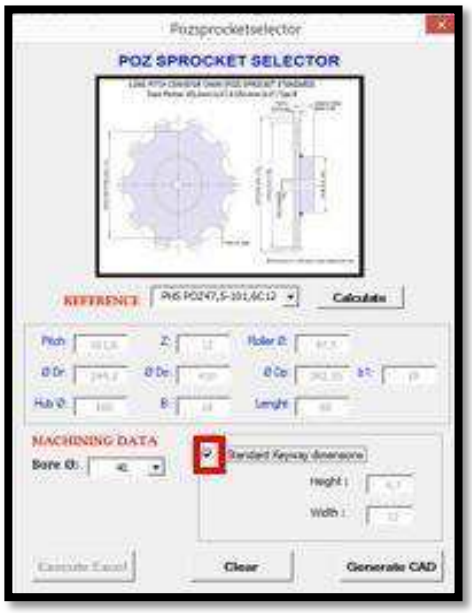
E) Una vez este seguro del engranaje que desea generar , haga click en el botón Calculate ⑥ y los parámetros de la sección ③; se calcularan y habilitara la lista desplegable de las dimensiones del eje de mecanizado ② y se habilita la asignación del cuñero estándar en la sección ⑦



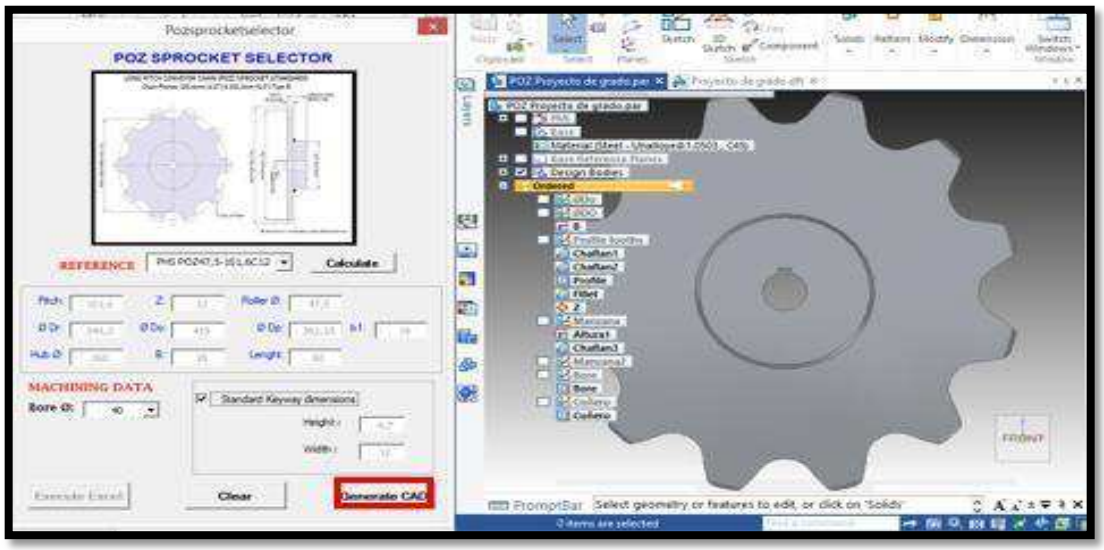
F) Seleccione en la lista ② el valor de la dimensión que necesita para el eje del engranaje que se modelara, en esta selección se encuentran los valores 25, 30, 40,50 y 60 siendo los dos primeros los agujeros estándar para estos engranajes.



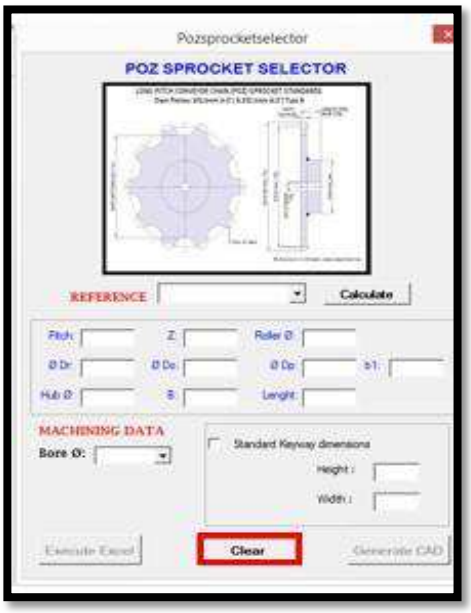
G) Seleccione para los valores 40, 50 y 60 si desea mecanizar el cuñero estándar según la norma DIN 6885, haciendo click en la caja de la opción ⑦ y automáticamente aparecerán los valores del ancho y la altura del cuñero.



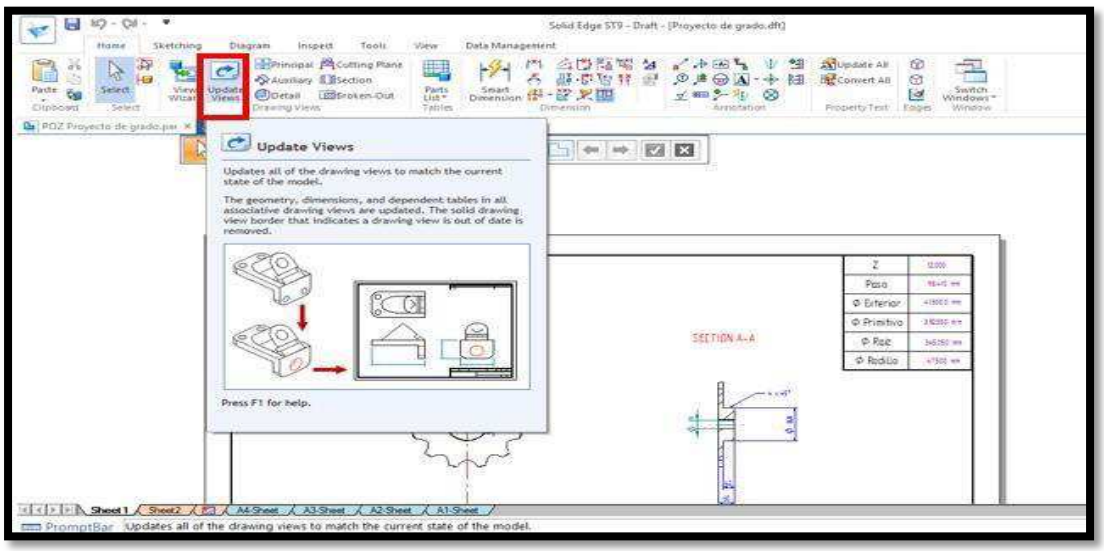
H) Finalmente de click en el botón ⑧ y observara en tiempo real como el archivo del modelo Cad (3D) en solidedge genera la configuración requerida por el usuario



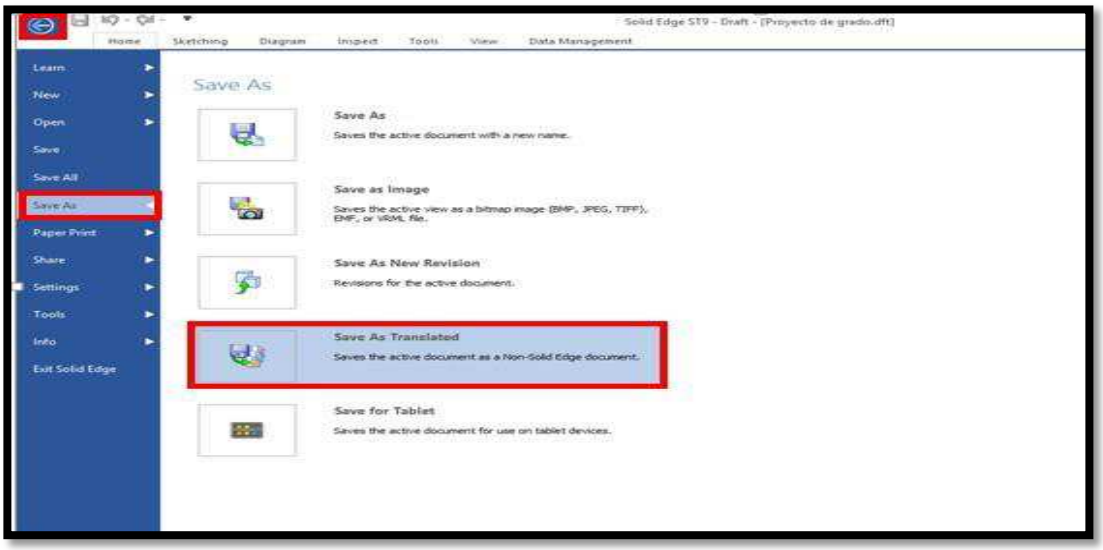
I) Usted puede usar el botón clear ⑨ para borrar los parámetros cuando el botón se habilite ,en el momento que lo requiera



J) Por ultimo con el archivo. draft abierto desde Solidedge, vaya a la parte superior en el botón UPDATE VIEWS, para actualizar el plano y sus datos de fabricación



K) Guarde o exporte a un archivo tipo .pdf,.dxf,.iges por medio del botón de inicio de Solidedge, seguido de la opción save as translate y elige el formato de salida.


Solid Edge ST9 - Draft - [Proyecto de grado.dft]
Home
Sketching
Diagram
Inspect
Tools
View
Data Management
Learn
New
Open
Save
Save All
Save As
Paper Print
Share
Settings
Tools
Info
Exit Solid Edge
Save As
Save As
Saves the active document with a new name.
Save as Image
Saves the active view as a bitmap image (BMP, JPEG, TIFF), EMF, or VRML file.
Save As New Revision
Revisions for the active document.
Save As Translated
Saves the active document as a Non-Solid Edge document.
Save for Tablet
Saves the active document for use on tablet devices.

BIBLIOGRAFÍA

- CHACÓN CASTILLO, Iciar Generación paramétrica de engranajes rectos y helicoidales en pre/ ENGINEER, Universidad pontificia Comillas, MADRID 1999.

- NORTON Robert L. Diseño de maquinaria, capítulo 9. Editorial Mc Graw- Hill, quinta edición. México D.F. 2013.

- MOTT Robert L. Diseño de elementos de máquinas, capítulos 8 y 9. Editorial PEARSON, cuarta edición. México D.F. 2006.

- Metodología de desempeño de la calidad tomado y consultado en http://www.qfdonline.com/templates/ 15/10/2017.

- www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/QFD.xls aplicación casa de la calidad para Microsoft Excel, consultado y descargado el 16/10/2017.

- INTERNATIONAL STANDARD, ISO 606, *Short-pitch transmission precision roller and bush chains, attachments and associated chain sprockets.* Third edition. 2004-03-15.

- INTERNATIONAL STANDARD, ISO 1977, *Conveyor chains, attachments and sprockets.* Second edition. 2006-08-15.

- INTERMEC S.A. Transmisión de potencia, Piñones y Cadenas. Sexta edición