



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y
Red Académica Iberoamericana Local-Global
Indexada en IN-Recs (95 de 136), en LATINDEX (33 DE 36), reconocida por el DICE, incorporada a la
base de datos bibliográfica ISOC, en RePec, resumida en DIALNET y encuadrada en el Grupo C de la
Clasificación Integrada de Revistas Científicas de España.

Vol 10. N° 28
Febrero 2017
www.eumed.net/rev/delos/28

SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GENERACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN DE ÁRBOLES Y EJES DE MOLINOS AZUCAREROS

Leandro L. Lorente Leyva¹

Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador
lllorente@utn.edu.ec

Arllys M. Lastre Aleaga²

Universidad Tecnológica Equinoccial, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador
arlys.lastre@ute.edu.ec

Alexis Cordovés García³

Universidad Tecnológica Equinoccial, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador
alexis.cordoves@ute.edu.ec

Leonardo L. Lorente Leyva⁴

Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, Cuba
lorenteleyva@gmail.com

Ecuador

CONTENIDO

Resumen	3
Abstract	3
1 Introducción.....	4
1.1 Métodos empleados para dar cumplimiento a las tareas	5
1.1.1 Métodos Teóricos:.....	5
1.1.2 Métodos Empíricos:	5
1.2 Actualidad de la investigación.....	6
2. Sistemas CAD	6

3.	Árboles y ejes.....	7
3.1	Etapas del diseño de árboles.....	8
3.2	Resistencia de los Árboles.....	8
3.3	Árboles y ejes de molinos azucareros	9
3.3.1	Chaveteros Prismáticos	9
3.3.2	Cambios de diámetros (fillets)	10
4.	Documentación técnica en los procesos de fabricación.....	11
4.1	Sistemas CAD que han sido empleados para elaborar la documentación técnica para la producción de árboles y ejes	11
4.1.1	AutoCAD	11
4.1.2	Mechanical Desktop.....	11
4.1.3	Valoración crítica de los sistemas anteriores.....	11
5.	Metodología para el desarrollo de software.....	12
5.1	Rational Unified Process (RUP).....	12
5.2	Lenguaje Unificado de Modelado (UML).	12
5.3	Herramientas utilizadas.....	12
5.3.1	Rational Rose.....	12
5.3.2	Lenguaje de programación C++	13
5.3.3	Microsoft Visual C++	13
5.3.4	Open CASCADE Technology	13
6.	Análisis de Sostenibilidad	13
6.1	Dimensión Socio-Humanista.....	13
6.2	Dimensión Ambiental	14
6.3	Diseño de la Interfaz	14
6.4	Tratamiento de errores.....	15
7.	Aportes de la solución.....	16
8.	Conclusiones.....	17
9.	Referencias bibliográficas	18

RESUMEN

La Informatización de la Sociedad es el proceso de utilización ordenada y masiva de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la vida cotidiana, para satisfacer las necesidades de todas las esferas de la sociedad, en su esfuerzo por lograr cada vez más eficacia y eficiencia en todas las tareas y procesos.

Por lo tanto, es importante desarrollar investigaciones en el orden teórico- metodológico y práctico que tengan como alcance estos temas que posibiliten la creación de una experiencia en problemáticas tan complejas como la introducción de las herramientas digitales en el cumplimiento de tareas. Esta investigación presenta las diferentes fases en el desarrollo de un sistema CAD para automatizar el proceso de confección de la documentación técnica para la fabricación de árboles y ejes de molinos azucareros, en la empresa de producciones mecánicas, como consecuencia de la falta de una aplicación informática que realice este proceso automáticamente, pues no se ha desarrollado ninguna con este fin.

Para el desarrollo del trabajo se analizaron los presupuestos teóricos del tema a investigar, se desarrollaron metodologías para la construcción del sistema propuesto y la utilización de otras como el Proceso Unificado de Desarrollo de Software, también varios métodos tanto teóricos como empíricos y finalmente se construyó el mismo, logrando con este un salto cualitativo en cuanto a calidad y eficiencia de las tareas de producción de dicha entidad, además de un rápido tiempo de respuestas en el proceso de fabricación de dichos elementos.

Palabras Claves: Automatización - generación - CAD.

Clasificación JEL: O14, O31

ABSTRACT

Computerization of the society is the process of ordered and massive uses of Information Technologies and the Communications in the quotidian life, to supply the needs in all of the spheres of society in its effort, to achieve more and more efficacy and efficiency in all the tasks and processes.

Therefore, it is important to develop research in theoretical, methodological and practical extent with these issues as possible the creation of an experience in such complex issues as the introduction of digital tools in the performance of tasks. This research presents the different phases in the development of a CAD system to automate the process of preparing the technical documentation for the production of trees and axes of sugar mills in the mechanical production, due to the lack of a software application that automatically perform this process, it has not developed any for this purpose.

To develop the paper analyzes the theoretical research topic, we developed methodologies for the construction of the proposed system and the use of others such as the Rational Unified Process, also several theoretical and empirical methods and eventually built the same, making this a quantum leap in quality and efficiency of the production tasks of the entity, and a fast response time in the process of manufacture of such items.

Keywords: Automation - generation - CAD.

JEL classification: O14, O31

1 INTRODUCCIÓN.

Llegando a nuestros días, la Informática y los crecientes avances tecnológicos que han inundado el mundo con posibilidades tan importantes como impensadas, le han proporcionado a los Sistemas de Representación una herramienta formidable condensada en los Sistemas CAD (Computer Aided Design). La tecnología CAD/CAM (Computer Aided Design/Manufacturing) ha evolucionado a un ritmo acelerado, producto de los avances en la microelectrónica (Hawkes, 2014).

En la Empresa de producciones mecánicas “Cmdte. Manuel Fajardo” del municipio Manzanillo, perteneciente a esta industria la fabricación de Árboles y Ejes de molinos azucareros constituye uno de los principales renglones de la producción, y su fabricación involucra tecnología de maquinado.

La producción de estos elementos requiere de una documentación técnica previa que contiene un dibujo normalizado a escala del objeto a fabricar con representación de vistas, detalles, cortes, secciones entre otros elementos técnicos.

Esta entidad no cuenta con una herramienta computacional que realice este trabajo automáticamente, por lo que se emplea un paquete profesional de CAD y a menudo se realiza empleando las tradicionales técnicas manuales de dibujo. Para el uso de estos paquetes profesionales de CAD, empleados en dicho centro, se requiere de un conocimiento indispensable sobre su funcionamiento y aún así no se lograría una automatización del proceso si no se realiza

un programa bajo algún lenguaje de programación compatible como Autolisp, Visual Lisp, DCL, ARX, C++ entre otros.

A partir del análisis realizado, se presupone como **Problema Científico**: ¿Cómo eliminar las insuficiencias en la gestión de la Documentación Técnica para la fabricación de Árboles y Ejes de molinos azucareros en las empresas de producciones mecánicas?, tomando como **Objeto de Estudio** el proceso de documentación en las empresas de producciones mecánicas, y el **campo de acción** se centraliza en el proceso de documentación para el maquinado de Árboles y Ejes.

Para dar solución al problema investigativo se planteó como **Objetivo General**: Diseñar y construir una aplicación computacional independiente de los paquetes profesionales de CAD que integre estas técnicas y sus herramientas, para automatizar la documentación técnica requerida para la fabricación de Árboles y Ejes de molinos azucareros.

La investigación se orienta al asumir como **Hipótesis** que: Si se elabora una aplicación computacional independiente de los paquetes profesionales de CAD, que integre estas técnicas y sus herramientas, y genere la documentación técnica normalizada requerida de Árboles y Ejes, entonces se eliminarán las insuficiencias en la gestión de la documentación, para la posterior fabricación de los elementos antes mencionados en la Empresa de producciones mecánicas “Cdte. Manuel Fajardo” de Manzanillo.

1.1 Métodos empleados para dar cumplimiento a las tareas

1.1.1 Métodos Teóricos:

Análisis-Síntesis: Se utilizó para procesar la información teórica sobre la caracterización del problema a partir de la búsqueda bibliográfica, el objeto de estudio y el campo de acción. Permitió descomponer el objeto de estudio como un todo en partes para su mejor análisis y comprensión, y luego sintetizar uniando estas partes previamente analizadas.

Histórico-lógico: Sirvió para la caracterización del objeto de estudio en cuestión, a partir de la lógica objetiva que presupone la trayectoria de dicho objeto que ocupa la investigación, tomando en cuenta el decursar de la historia, destacando lo más importante, lo que constituye su esencia.

Sistémico-Estructural: Para la estructura lógica científica y lo relativo a la modelación del producto.

1.1.2 Métodos Empíricos:

Estudio de la Documentación: Permitió la revisión bibliográfica que aportara información acerca de las operaciones sobre objetos en el plano y el espacio.

Entrevista semi-estructurada: Permitió constatar el conocimiento de especialistas involucrados en el proceso a automatizar.

Observación científica: Permitió conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos.

Los métodos y técnicas empleados coherentemente, elegidos para la investigación, posibilitaron establecer el marco teórico, metodológico y valorativo de este trabajo para poder estructurar la propuesta para la elaboración del Sistema CAD, así como el análisis y diseño del mismo.

1.2 Actualidad de la investigación.

Hoy en día no se concibe ningún proceso tecnológico de construcciones mecánicas sin la utilización de sistemas de diseño asistido por computadoras, debido a las grandes ventajas que proporcionan y la gran complejidad que presentan los diseños. Por tanto, el tema es de actualidad ya que estas técnicas son muy populares y pueden ser aplicadas en prácticamente la mayoría de los procesos industriales por lo que ocupan un puesto cimero en este aspecto y se evidencian desde el momento de la concepción de un producto hasta su fabricación.

Se considera que la justificación de la investigación de acuerdo a los criterios para evaluar su posible potencial se sustenta en la relevancia social, las implicaciones prácticas y la utilidad metodológica del estudio, reflejados abiertamente en los posibles aportes que brinda la investigación.

El desarrollo de este trabajo, brinda en el orden práctico la utilización de una nueva tecnología (Open CASCADE) que permitió la adquisición de nuevos conocimientos científicos para las presentes y futuras generaciones enmarcadas en este perfil; además de un sistema CAD basado en dicha tecnología que permite la generación de planos con vistas detalladas correspondiente a los elementos mecánicos conocidos como Árboles y Ejes de molinos azucareros, con el cual se logra un salto cualitativo en cuanto a calidad y tiempo de respuestas en el proceso de fabricación de dichos elementos.

La novedad científica radica en la obtención de un producto que permita agilizar los procesos de fabricación de herramienta en las empresas de producciones mecánicas, así como el enriquecimiento de los conocimientos a partir del empleo de una nueva tecnología (Open CASCADE), en las carreras enmarcadas en el perfil informático.

La significación práctica de la investigación parte de la elaboración de un sistema CAD que facilita la documentación técnica para la fabricación de herramientas, logrando así un aumento en la eficiencia y productividad en las empresas de producciones mecánicas.

2. SISTEMAS CAD

CAD es el acrónimo de Diseño Asistido por Computadora (Computer Aided Design) que unido al CAM (Computer Aided Manufacturing), forman un sistema tecnológico formado por un hardware y un software complementados entre sí y que forman una herramienta para realizar o complementar las tareas de creación, modificación, análisis y optimización de un diseño.

Según (Nafinsa, 2004), “(...) los sistemas CAD son paquetes de graficación por computadora, que permiten analizar las especificaciones de diseño de un producto o servicio, con el objeto de verificar la calidad de dicho producto o servicio, así como generar los requerimientos de materiales y/o procesos.”, (Nafinsa, 2004).

Otro concepto dado por (Romero, 2007) “El CAD es el proceso en el cual se utilizan las computadoras para mejorar la fabricación, desarrollo y diseño de los productos. Éstos pueden elaborarse más rápidamente, con mayor precisión o a menor precio, con la aplicación adecuada de la tecnología informática.”, (Romero, 2007).

Se considera que los sistemas CAD son sistemas gráficos que se utilizan para generar modelos con características de un producto determinado. Las características pueden ser el tamaño, el contorno y la forma de los componentes, y se almacenan en dibujos electrónicos ya sean bidimensionales o tridimensionales, sobre los cuales se pueden aplicar simulaciones para comprobar su comportamiento bajo ciertas circunstancias.

Aplicaciones en la industria

Las principales aplicaciones del CAD se dan en dos campos de acción principalmente, en el mecánico y el electrónico, aunque se conoce que se han estado empleando estas tecnologías para la salud. Entre las aplicaciones más conocidas de CAD se encuentran en:

- Diseño de circuitos integrados.
- Diseño de circuitos electrónicos.
- Industria Aeronáutica, Automovilística, Pesada.
- Diseño Industrial y Arquitectónico.

3. ÁRBOLES Y EJES

Los árboles y ejes son elementos de máquinas, generalmente de sección transversal circular, usados para sostener piezas que giran solidariamente o entorno a ellos. Algunos elementos que se montan sobre árboles y ejes son ruedas dentadas, poleas, piñones para cadena, acoples y rotores. Los ejes no transmiten potencia y pueden ser giratorios o fijos. Por otro lado, los árboles son elementos que giran soportando pares de torsión y transmitiendo potencia (Venegas, 2011).

Los árboles están sometidos a torsión, flexión, carga axial y fuerzas cortantes, y al menos alguna de estas cargas es variable (en un árbol girando sometido a un momento flector constante, actúan esfuerzos normales variables). Como los esfuerzos en los árboles son combinados y variables, debe aplicarse la teoría de fatiga para esfuerzos combinados.

3.1 Etapas del diseño de árboles

El diseño de árboles comprende básicamente:

- Selección del material
- Diseño constructivo (configuración geométrica)
- Verificación de la resistencia:
 - estática
 - a la fatiga
 - a las cargas dinámicas (por ejemplo cargas pico)
- Verificación de la rigidez del árbol:
 - deflexión por flexión y pendiente de la elástica
 - deformación por torsión
- Análisis Modal (verificación de las frecuencias naturales del árbol)

El material más utilizado para árboles y ejes es el acero. Se recomienda seleccionar un acero de bajo o medio carbono, de bajo costo. Si las condiciones de resistencia son más exigentes que las de rigidez, podría optarse por aceros de mayor resistencia. La sección lista algunos aceros comúnmente usados para árboles y ejes (Cabello et al, 2012).

3.2 Resistencia de los Árboles

Los elementos de transmisión de potencia como las ruedas dentadas, poleas y estrellas transmiten a los árboles fuerzas radiales, axiales y tangenciales. Debido a estos tipos de carga, en el árbol se producen generalmente esfuerzos por flexión, torsión, carga axial y cortante (Venegas, 2011).

Las fuerzas radial, F_r , axial, F_a , y tangencial, F_t (saliendo del plano del papel), actúan sobre el elemento produciendo, respectivamente:

- Flexión y cortadura (F_r)
- Carga axial (tracción o compresión) y flexión (F_a)
- Flexión, torsión y cortadura (F_t)

Como se muestra en la figura 1, en cualquier sección transversal de un árbol existe, en general, un par de torsión, T , una carga axial, F , una fuerza cortante, V , y un momento flector, M . Estas cargas producen los esfuerzos siguientes:

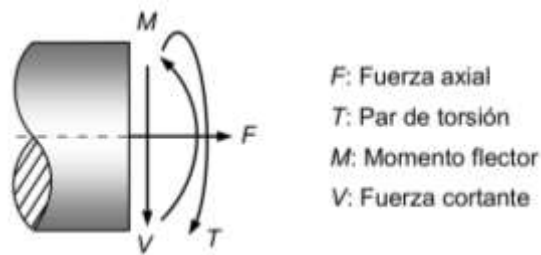


Figura 1.- Solicitaciones en los árboles: torsión, flexión, cortante y carga axial

Esfuerzos cortantes producidos por el par de torsión. Si la sección es circular sólida, los puntos de mayor esfuerzo cortante son los ubicados en la periferia, y dicho esfuerzo, S_s , está dado por:

$$S_s = \frac{Tc}{J} = \frac{16T}{\pi d^3}$$

donde T , c , J y d son el par de torsión, la distancia desde el eje neutro hasta los puntos de mayor esfuerzo, el momento polar de inercia y el diámetro, respectivamente, de la sección transversal que se esté analizando (Faires, 1999), (Norton, 1999).

3.3 Árboles y ejes de molinos azucareros

Los árboles y ejes constituyen uno de los elementos de máquinas más difundidos en las construcciones mecánicas y por tanto pueden aparecer en formas constructivas y tamaños variados. Estos elementos transmiten energía y movimiento rotacional a las mazas que se encargan de triturar la caña para la producción de azúcar. Éstos son enormes piezas de acero que oscilan entre los 6 y 8 metros de longitud y de 7 a 9 toneladas de masa. Pueden estar compuestos por diferentes elementos de forma como son los cilindros y otros denominados cuadrados que permiten la transmisión de energía al árbol de la misma forma que los chaveteros. Existen diferentes variantes de árboles especializados para los distintos tipos de mazas: superiores, intermedios, de alta, de baja, alimentador, y cada uno ejerce una función específica de acuerdo a su uso.

3.3.1 Chaveteros Prismáticos

(Mott, 2003) define chavetero como: "(...) Surco longitudinal en los árboles y ejes, para el montaje de llaves, permitiendo la transferencia de fuerza de torsión del eje a un elemento que transmite energía o viceversa (...)".

Existen básicamente dos tipos de chaveteros; ciegos y pasantes, como se muestran en las Figuras 2 y 3.

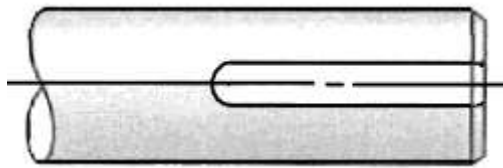


Figura 2.- Chavetero ciego.

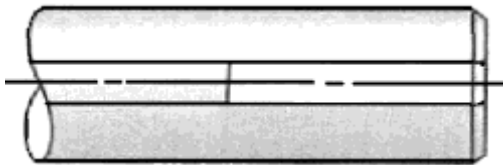


Figura 3.- Chavetero pasante.

Los chaveteros ciegos son usados para emitirle energía rotacional al árbol, y generalmente se encuentran en los extremos del mismo, mientras que los chaveteros pasantes se encuentran ubicados en la parte del árbol de mayor diámetro, lugar donde va incrustada la maza para transmitirle el movimiento a ésta. Este tipo de chavetero es utilizado cuando se quiere lograr una gran exactitud en el ajuste de los elementos que se acoplan. Se usan también cuando se quiere que exista un desplazamiento axial.

3.3.2 Cambios de diámetros (fillets)

Los cambios de diámetros se crean en el árbol para crear un hombro contra el cual colocar el elemento mecánico (en este caso las mazas). Al hacer esta variación se produce una concentración de tensión dependiente de la proporción entre ambos diámetros y se realiza un radio en la junta éstos (Arzola, 2003). Este radio se denomina *fillet*. Se recomienda que el radio de este fillet sea tan grande como se pueda, para minimizar la concentración de tensión que se genera entre ambas dimensiones. Si no se evita una configuración de hombros sin radio, el factor de concentración de tensión sería muy elevado y podría provocar la rotura del árbol por fatiga.

Figura 4.

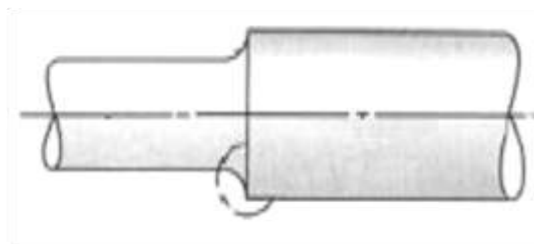


Figura 4.- Cambio de diámetro con fillet en un eje.

4. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

La documentación dentro de los procesos de fabricación de herramientas juega un papel fundamental. Aquí se incluyen elementos técnicos (dibujos a escalas, dimensiones, rotulados, etc.), normas de producción entre otros, para lograr una normalización en las actividades productivas en las industrias. El conocimiento y uso de esas normas son un soporte de garantía para las personas vinculadas al desarrollo de un proyecto (Budynas, 2008).

4.1 Sistemas CAD que han sido empleados para elaborar la documentación técnica para la producción de árboles y ejes

Para la elaboración de la documentación técnica de árboles y ejes de molinos azucareros, en las empresas de producciones mecánicas es muy común el empleo de sistemas CAD profesionales como AutoCAD y Mechanical Desktop, de la compañía AutoDesk. Estos sistemas son versátiles debido a la gran aplicabilidad que poseen en muchas ramas de la industria, pero ahí en su versatilidad es donde radica su debilidad, ya que no le permite generar de forma automática los elementos a los cuales está vinculada la producción de estos elementos, como son los árboles y ejes para molinos ni la documentación correspondiente para su fabricación.

4.1.1 AutoCAD

Es un programa de diseño asistido por ordenador para dibujo en 2D y 3D. Al igual que otros programas de Diseño Asistido por Ordenador, AutoCAD gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos) con la que se puede operar a través de una pantalla gráfica en la que se muestran éstas, el llamado editor de dibujo. La interacción del usuario se realiza a través de comandos, de edición o dibujo, desde la línea de órdenes, a la que el programa está fundamentalmente orientado. Las versiones modernas del programa permiten la introducción de éstas mediante una Interfaz Gráfica de Usuario (GUI), que automatiza el proceso (Jacobson, 2000).

4.1.2 Mechanical Desktop

Preparado para el diseño mecánico en 2D y 3D, análisis y fabricación necesarias para la producción. Añade el concepto de información paramétrica, un nuevo campo revolucionario en el entorno CAD. Posee un generador de ejes que permite modelar paramétricamente estos elementos.

4.1.3 Valoración crítica de los sistemas anteriores.

Se considera que los sistemas anteriores no son factibles para la realización de estas tareas debido a que son herramientas patentadas en el mercado internacional y adquirirlas

requiere de grandes recursos financieros para países subdesarrollados. Además son sistemas de propósito general que no están especializados en tareas específicas, por lo tanto se requiere de una capacitación básica sobre sus funcionamientos para poder desarrollarlas, por lo que una alternativa de solución a los problemas que se presentan en la industria moderna es desarrollar aplicaciones verticales que estén especializadas en tareas concretas, utilizando plataformas libres, a través de las cuales se pueden obtener mejores resultados y tiempos de respuesta agregando que los conocimientos sobre el funcionamiento del mismo serían mínimos.

5. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE

El uso de una metodología para la elaboración de un producto informático, garantiza determinadas características en el mismo, dentro de ellas la calidad, factor clave tanto para el cliente como para el productor.

5.1 Rational Unified Process (RUP)

La metodología Proceso Unificado de Desarrollo de Software se basa en la orientación a objetos, el desarrollo iterativo y el modelamiento visual usando el Lenguaje Unificado de Modelación para la ingeniería de sistemas y de software, lo que permite incorporar al proceso de desarrollo de software un mejor control de los requerimientos y cambios (Rumbaugh, 2000).

5.2 Lenguaje Unificado de Modelado (UML).

“El UML, es el lenguaje gráfico de modelaje orientado a objetos estándar de la industria para especificar, visualizar, construir y documentar los elementos de los sistemas de software”, (Pressman, 2005).

UML proporciona una forma estándar de escribir los planos de un sistema, cubriendo tanto los aspectos conceptuales, tales como procesos del negocio y funciones del sistema, como las cosas concretas, tales como las clases escritas en un lenguaje de programación específico, esquemas de bases de datos y componentes de software reutilizables. Simplifica el proceso complejo de análisis y diseño de software, facilitando un plano para la construcción.

5.3 Herramientas utilizadas

5.3.1 Rational Rose

El Rational es una herramienta CASE desarrollada por Rational Corporation basada en UML que permite crear los diagramas que se van generando durante el proceso de Ingeniería en el desarrollo del software. Esta brinda muchas facilidades en la generación de la documentación

del software que se esté desarrollando, además de que posee un gran número de estereotipos predefinidos que facilitan el proceso de modelación del software.

5.3.2 Lenguaje de programación C++

C++ es un lenguaje versátil, potente y general. Su éxito entre los programadores profesionales le ha llevado a ocupar el primer puesto como herramienta de desarrollo de aplicaciones. Éste mantiene las ventajas del C en cuanto a riqueza de operadores y expresiones, flexibilidad, concisión y eficiencia.

5.3.3 Microsoft Visual C++

Visual C++ (también conocido como MSVC, Microsoft Visual C++) es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para lenguajes de programación C, C++ y C++/CLI. Está especialmente diseñado para el desarrollo y depuración de código escrito para las API's de Microsoft Windows, DirectX y la tecnología Microsoft .NET Framework. Visual C++ hace uso extensivo del framework Microsoft Foundation Classes (o simplemente MFC), el cual es un conjunto de clases C++ para el desarrollo de aplicaciones gráficas en Windows.

5.3.4 Open CASCADE Technology

Open CASCADE Technology es una plataforma de desarrollo Open Source (Código Abierto) para el desarrollo de aplicaciones de CAD. Este incluye componentes para superficies en 3D y modelado sólido, visualización, intercambio de datos y desarrollo rápido de aplicaciones (Open CASCADE Technology, 2017).

Un número creciente de compañía y centros de investigación industrial escogen esta tecnología, ya que es el software Open Source que lidera el desarrollo de aplicaciones científicas y especializadas.

6. ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD

Cuando se desarrolla un producto informático se deben tener en cuenta desde los primeros momentos las implicaciones en todos los órdenes que tendrá dicha aplicación, desde el análisis preliminar de los procesos a informatizar, el personal vinculado a la actividad informática, el tiempo de uso de los recursos, las características físicas, económicas y mentales, hasta el estado clínico de las personas que interactuarán con la aplicación. Además, cuando se diseña y construye de modo que el impacto que cause sobre el entorno es positivo, se dice que es sostenible.

6.1 Dimensión Socio-Humanista

El impacto socio-humanista no es más que cualquier alteración que pueda ocurrir en la realidad social de las comunidades que interactúan directamente con la aplicación a desarrollar. Por tanto se puede valorar que la construcción de este sistema mejora considerablemente las condiciones de trabajo de sus usuarios porque se toma como base las necesidades de los mismos, las cuales se fundamentaban en la complejidad de los procesos que trataban a diario manualmente provocando fallos y retrasos.

El sistema les brinda mayor satisfacción, mayor comodidad, menos errores y un mayor grado de confiabilidad y seguridad de la información sin cambiar los procesos que antes se llevaban a cabo de forma manual para favorecer su aceptación.

6.2 Dimensión Ambiental

El impacto ambiental es el cambio que pueda ejercer la construcción de una herramienta informática en el medio ambiente por lo que se aprecia que con la utilización del sistema disminuye el consumo de papel y recursos caligráficos. Para favorecer al entorno de trabajo del usuario se diseñó una interfaz agradable con el adecuado uso de colores, imágenes y texto logrando mayor comunicación entre la aplicación y el usuario.

6.3 Diseño de la Interfaz

“La interfaz de usuario es la categoría de diseño que crea un medio de comunicación entre el hombre y la máquina. Además, el diseño identifica los objetos y acciones de la interfaz y crea entonces un formato de pantalla que formará la base del prototipo de interfaz de usuario”, (Pressman, 2005).

El diseño de la interfaz del sistema tiene como bondad sobre todo una fácil manipulación para la interacción con el usuario de manera ágil, rápida y eficiente. Además se tiene en cuenta varios aspectos como: organización, estructura y visualización de los elementos e información en la pantalla. También se trabaja sobre la base de que las ventanas no se encuentren muy cargadas, solo la información necesaria para mayor claridad, como se muestra en la Figura 5.

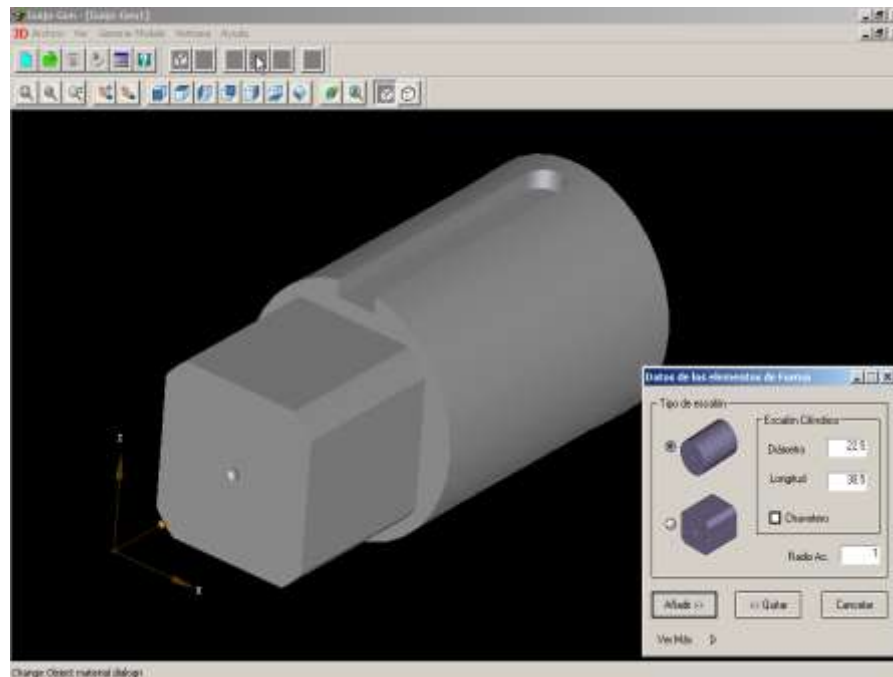


Figura 5.- Inserción dinámica de los elementos de forma (Generación del árbol).

6.4 Tratamiento de errores

El sistema garantiza que cuando se produzca un error el usuario sea informado ya sea a través de su captura o a través de mensajes que aparecerán en la pantalla en el momento que se produzca, como se muestra en la Figura 6.

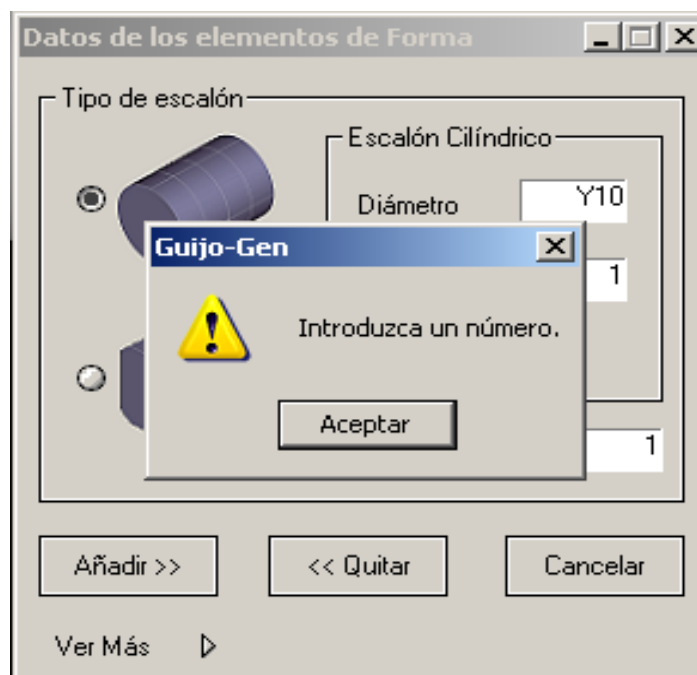


Figura 6.- Tratamiento de excepciones dentro del sistema.

7. APORTES DE LA SOLUCIÓN

Atendiendo a los antecedentes del trabajo y los requerimientos que cumple el sistema se pueden destacar los aportes que brinda.

- Contribuye a una mejor concepción del producto a fabricar mediante el modelo tridimensional que genera.
 - El sistema permite generar de forma dinámica escalón por escalón del árbol deseado de forma tridimensional, como se muestra en la Figura 5.
 - Permite la percepción del objeto por varios ángulos mediante la generación de vistas, como se muestra en la Figura 7.
- Ayuda a los especialistas de evitar errores técnicos durante la documentación.
 - Permite la edición de un árbol con o sin errores en su confección mediante la eliminación de escalones de forma dinámica, permitiendo el reemplazo de éstos.
 - Brinda información adicional en caso de errores lógicos.
- Disminuye considerablemente el tiempo de la documentación de árboles y ejes para su posterior fabricación.
 - El tiempo que demora en realizar esta tarea está en el intervalo de algunos segundos, o sea, es un tiempo muy pequeño a diferencia de los programas empleados anteriormente.
- Realiza la generación del soporte técnico (planos) con mayor efectividad y confiabilidad para su futura utilización por el especialista, como se muestra en la Figura 8.
 - Se construye un plano a escala del objeto al cual se le generan automáticamente vistas por ambos extremos en caso de que lo requiera.
- Elimina la necesidad de emplear un sistema CAD profesional ya que es independiente de estos, por lo que su empleo se hace mucho más fácil y factible.



La realización del presente trabajo permitió arribar a las siguientes conclusiones:

- 1° Con la implantación del sistema propuesto, se adquiere mediante una modelación tridimensional una mejor concepción del producto a fabricar por parte de los especialistas encargados del proceso de documentación.
- 2° Se logra un salto cualitativo en cuanto a eficiencia y eficacia en el proceso de documentación para la fabricación de árboles y ejes de molinos azucareros.
- 3° Se adquirieron nuevos conocimientos científicos, como consecuencia del estudio y empleo de una nueva tecnología en el desarrollo de productos informáticos para la ingeniería.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arzola, N. (2003) Esquema de análisis para los árboles de los molinos de caña de azúcar y aplicación de la Mecánica de la Fractura en la evaluación de la falla por fatiga». Nelson Arzola de la Peña. Tesis de Doctorado. Universidad de Cienfuegos: CEDON, 2003. 118p.
- Budynas, R. G, Nisbett, J. K. Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley. México: McGraw-Hill Interamericana, 2008.
- Cabello Ulloa, Mario J., Cabello Eras Juan J., Moya Rodríguez, Jorge, Goytisol Espinosa Rafael, Velásquez Pérez, José A. y Mestizo Cerón Juan R. (2012). Modelación matemática de la flotación de la maza superior de los molinos de caña de azúcar. Revista Ingeniería Mecánica. ISSN 1815-5944 .Vol. 15. No. 1, enero-abril, 2012, p. 44-53.
- Hawkes, B. (1988) The CAD/CAM Process. London: Pitman Publishing.
- Nafinsa. 2004. Tendencias actuales en los sistemas de producción. nacional financiera. México. disponible en: http://www.bookfinder.com/author/nacional-financiera-corporation-mexico_
- Romero, J. A. C. (2007). Los sistemas CAD y el ordenamiento territorial. Holguín. Disponible en: http://www.socict.holguin.cu/html/boletines/2006/diciembre/html/originales&percent;20word/articulo3.doc_
- Mott (2003). Machine Elements in Mechanical Design._ p. 51-53.
- Open CASCADE Technology (2017) Copyright © 2017 OPEN CASCADE SAS Jacobson, g. b. j. r. i. (2000) El proceso unificado de desarrollo de software new york: Addison Wesley ed.
- Rumbaugh, g. b. i. j. j. (2000). Lenguaje de modelado unificado. new york: Addison Wesley ed.
- Pressman, R. (2005). Ingeniería del software. un enfoque práctico (vol. i y ii)._p 343 – 350.
- Faires, V. M. (1999) Diseño de Elementos de Máquinas. México, D.F.: Editorial Limusa, xxvii, 802 p. ISBN: 9681842073.
- Norton, Robert L. Diseño de Máquinas. México: Ed. Prentice-Hall (Pearson), 1999.
- Venegas L. (2011). Capítulo 7: Diseño de árboles. Blog.utp.edu.co/lvenegas/files/2011/08/Cap7.pdf