



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

### CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

#### TESIS DE GRADO

#### TITULO:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MODELADO Y DISEÑO MECÁNICO ASISTIDO POR COMPUTADORA MEDIANTE SOFTWARE CAD 3D-2D Y SOLIDWORKS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ CANTÓN LA MANÁ PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013”**

Presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica.

#### **Autor:**

Toapanta Cunalata Edison Geovanny.

#### **Director:**

Ing. Luis Fernando Jácome Alarcón

La Maná – Ecuador.

Diciembre 2015

# **AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN**

## **TESIS DE GRADO**

Sometido a consideración del tribunal de revisión y evaluación por: el honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

## **INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA**

### **TEMA:**

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MODELADO Y DISEÑO MECÁNICO ASISTIDO POR COMPUTADORA MEDIANTE SOFTWARE CAD 3D-2D Y SOLIDWORKS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ CANTÓN LA MANÁ PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013”.

### **RAVISADA Y APROBADA POR:**

#### **DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Luis Fernando Jácome Alarcón.

-----

#### **MIEMBROS DEL TRIBUNAL ESPECIAL**

Ph.D. Yoandrys Morales Tamayo

-----

M.Sc. Héctor Arnulfo Chacha Armas.

-----

Ing. Amable Bienvenido Bravo.

-----

## **AUTORÍA**

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MODELADO Y DISEÑO MECÁNICO ASISTIDO POR COMPUTADORA MEDIANTE SOFTWARE CAD 3D-2D Y SOLIDWORKS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ CANTÓN LA MANÁ PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013” es de exclusiva responsabilidad del Autor.

Toapanta Cunalata Edison Geovanny

C.I. 092305087-6



## AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director de trabajo de investigación sobre el tema:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MODELADO Y DISEÑO MECÁNICO ASISTIDO POR COMPUTADORA MEDIANTE SOFTWARE CAD 3D-2D Y SOLIDWORKS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ CANTÓN LA MANÁ PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013”**

Del señor estudiante; Toapanta Cunalata Edison Geovanny.

Postulante de la Carrera de Ingeniería en **Electromecánica**.

### **CERTIFICO QUE:**

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Anteproyecto** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 06 de Diciembre del 2015

EL DIRECTOR

.....  
Ing. Luis Fernando Jácome Alarcón

**DIRECTOR DE TESIS**



## CERTIFICACIÓN

El suscrito, Lcdo. Ringo John López Bustamante Mg.Sc. Coordinador Académico y Administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná, Certifico que el Sr. Toapanta Cunalata Edison Geovanny, portador de la cédula de ciudadanía N° 092305087-6, egresado de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, desarrolló su Tesis titulada “Diseño e Implementación de un Laboratorio de modelado y diseño mecánico asistido por computadora mediante software CAD 3D-2D y SOLIDWORKS en la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná, cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, año 2013”, la misma que fue ejecutada e implementada con satisfacción en el aula N° 7 del Bloque Académico de la extensión La Maná.

Particular que comunico para fines pertinentes

ATENTAMENTE

**“POR LA VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CON EL PUEBLO”**

La Maná, Diciembre 06 del 2015

Lcdo. Mg.Sc. Ringo López Bustamante  
COORDINADOR DE LA EXTENSIÓN  
Universidad Técnica de Cotopaxi - La Maná

**RLB/eas**

## **AGRADECIMIENTO**

Es importante agradecer en esta ocasión a las personas que han hecho posible la consecución de este logro.

A mi familia por el apoyo constante e incondicional, a la Universidad Técnica de Cotopaxi, mi querida alma mater por acogerme.

A mis docentes, de manera especial al Ing. Fernando Jácome porque su guía fue indispensable para la realización de este trabajo.

Geovanny Toapanta

## **DEDICATORIA**

Dedico este esfuerzo, primero a Dios, a mi familia pilar de mi formación quienes han celebrado conmigo mis triunfos y mitigado mis penas, a mis amigos los que han compartido conmigo anécdotas incomparables, a mis docentes por los conocimientos impartidos, a todos quienes han formado parte de este esfuerzo.

Geovanny Toapanta

## ÍNDICE GENERAL.

PORTADA.....	i
AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN .....	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iv
CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
ÍNDICE GENERAL. ....	viii
ÍNDICE DE CUADROS .....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS. ....	xvii
ABSTRACT.....	xix
CERTIFICADO DE INGLES .....	xx
INTRODUCCIÓN.....	xxi
CAPÍTULO I.....	1
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL OBJETO DE ESTUDIO .....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 Proyecto 1 .....	1
1.1.2 Proyecto 2.....	2
1.2 Categorías Fundamentales.....	4
1.3 Marco Teórico .....	5
1.3.1. Herramientas computarizadas .....	5
1.3.1.1. Definición .....	5
1.3.1.2. Características.....	5
1.3.1.3. Importancia.....	6
1.3.2. Diseño en Ingeniería.....	7
1.3.2.1. Definición .....	7

1.3.2.2.	El proceso de diseño .....	8
1.3.2.3.	Fases del diseño .....	9
1.3.2.4.	Diseño EN 2D Y 3D.....	13
1.3.3.	Modelado .....	16
1.3.3.1.	Definición .....	16
1.3.3.2.	Clasificación .....	16
1.3.3.3.	Modelismo.....	18
1.3.3.4.	El modelo en 3D .....	18
1.3.3.5.	Tipos de modelos 3D:.....	19
1.3.4.	Diseño asistido por computadora CAD.....	19
1.3.4.1.	Definición .....	20
1.3.4.2.	Elementos del sistema CAD.....	20
1.3.4.3.	Beneficios del CAD.....	21
1.3.4.4.	Software CAD .....	22
1.3.5.	SolidWorks .....	23
1.3.5.1.	Definición .....	23
1.3.5.2.	Ventajas .....	24
1.3.5.3.	Funciones.....	24
CAPÍTULO II.....		36
2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS .		36
2.1.	Breve Caracterización del Objeto de Estudio.....	36
2.1.1.	Misión.....	38
2.1.2.	Visión .....	38
2.1.3.	Hipótesis .....	39
2.1.4.	Operacionalización de las Variables .....	39
2.2.	Metodología Empleada.....	40
2.2.1.	Tipos de Investigación.....	40
2.2.2.	Métodos De Investigación.....	41
2.2.2.1.	Método deductivo .....	41
2.2.2.2.	Método inductivo.....	41

2.2.2.3.	Método analítico Sintético.....	41
2.3.	Población y Muestra.....	41
2.3.1.	Población o universo de la investigación .....	41
2.3.2.	Tamaño de la muestra.....	42
2.3.3.	Criterios de selección de la muestra .....	43
2.4.	Métodos y técnicas a ser empleadas.....	44
2.5.	Análisis e Interpretación de Resultados .....	46
2.5.1.	Encuesta realizada a los estudiantes .....	46
2.5.2.	Verificación de la Hipótesis .....	53
2.6.	Conclusiones.....	54
2.7.	Recomendaciones .....	55
2.8.	Objetivos.....	56
2.8.1	Objetivo General .....	56
2.8.2	Objetivos Específicos .....	56
2.9.	Justificación:.....	56
2.9.1.	Importancia de la Propuesta .....	57
CAPÍTULO III.....		59
3. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.....		59
3.1.1.	¿Qué es el CAD? .....	60
3.1.1.1.	Inicios del AutoCAD.....	60
3.1.1.2.	Ventajas del AutoCAD.....	61
3.1.2.	Características de las funciones CAD .....	61
3.1.2.1	Parámetros iniciales en AutoCAD: .....	61
3.2.	Diseño en 2D. ....	62
3.2.1.	Técnicas de edición del dibujo 2D. ....	62
3.2.2.	Características avanzadas en AutoCAD.....	63
3.3.	Modelado geométrico 3D. ....	63
3.3.1.	Descripción de la pantalla de AutoCAD. ....	64
3.4	SolidWorks .....	66
3.4.1.	Facilidad de uso.....	66

3.4.2.	Transición e integración de datos 2D a 3D. ....	67
3.4.3.	Prestaciones únicas. ....	67
3.4.4.	Modelado de piezas. ....	69
3.4.5.	Modelado de ensamblajes. ....	69
3.5.	Descripción de la Propuesta .....	69
CAPÍTULO IV .....		116
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		116
4.1.	Conclusiones. ....	116
4.2.	Recomendaciones. ....	117
4.3.	Bibliografía. ....	117
4.4.	Anexos .....	121

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1	
Operación de las Variables.....	39
CUADRO N° 2	
Población.....	42
CUADRO N° 3	
Aleatorio Estratificado Proporcional .....	43
CUADRO N° 4	
Diseño asistido por computadora.....	46
CUADRO N° 5	
Ampliación de laboratorio.....	47
CUADRO N° 6	
Servicio a la comunidad .....	47
CUADRO N° 7	
Instalación de un software.....	48
CUADRO N° 8	
Diseño de piezas mecánicas.....	49
CUADRO N° 9	
Software para diseño de piezas mecánicas .....	49
CUADRO N° 10	
Implementación de laboratorios.....	50
CUADRO N° 11	
Trabajos asistidos por computadoras.....	51
CUADRO N° 12	

Utilización de software en la especialidad..... 51

CUADRO N° 13

Conocimiento sobre laboratorio..... 52

## ÍNDICE DE GRÁFICOS.

GRÁFICO N° 1	
Categorías Fundamentales.....	4
GRÁFICO N° 2	
Esquema del proceso de diseño.....	8
GRÁFICO N° 3	
Realización del Diseño.....	12
GRÁFICO N° 4	
Fases del diseño CAD.....	13
GRÁFICO N° 5	
Esquema de Ingeniería concurrente.....	15
GRÁFICO N° 6	
Descripción de la pantalla de AutoCAD.....	64
GRÁFICO N° 7	
Esquema de estilo de diagrama Ladder.....	72
GRÁFICO N° 8	
Esquema de estilo de punto a punto.....	72
GRÁFICO N° 9	
Inversión del conector mediante la tecla Tab.....	77
GRÁFICO N° 10	
Rotación del conector mediante la tecla V.....	78
GRÁFICO N° 11	
Retener orientación de atributos = si.....	78
GRÁFICO N° 12	

Retener orientación de atributos = no.....	79
GRÁFICO N° 13	
Inversión de conectores.....	79
GRÁFICO N° 14	
Sistema IT.....	84
GRÁFICO N° 15	
Sistema TN - S.....	84
GRÁFICO N° 16	
Sistema IT.....	88
GRÁFICO N° 17	
Sistema TT.....	89
GRÁFICO N° 18	
Representación TT.....	89
GRÁFICO N° 19	
Inserción de cables de bus múltiples.....	93
GRÁFICO N° 20	
Cable y arnés de Autodesk Inventor Professional.....	94
GRÁFICO N° 21	
Conexión de Piezas.....	98
GRÁFICO N° 22	
Diseño de Bibliotecas de Cables.....	101
GRÁFICO N° 23	
Biblioteca de Cables.....	101
GRÁFICO N° 24	

Descripción de columnas.....	102
GRÁFICO N° 25	
Modelo de reflector diseñado en SolidWorks.....	105
GRÁFICO N° 26	
Selección de reflector foco.....	106
GRÁFICO N° 27	
Visualizar archivos eDrawings.....	109
GRÁFICO N° 28	
Guardar de un archivo de eDrawings.....	110
GRÁFICO N° 29	
Cableado de múltiples recorridos.....	113
GRÁFICO N° 30	
Suprimir componente.....	114
GRÁFICO N° 31	
Dos recorridos en un embalaje.....	114

## **ÍNDICE DE ANEXOS.**

Anexo 1

Formato de encuesta

Anexo 2

Preparación de equipos

Anexo 3

Instalación

Anexo 4

Verificación de equipos

Anexo 5

Verificación de implementos de equipos

Anexo 6

Instalación AutoCAD

Anexo 7

Verificación de software



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ

## CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

---

**TEMA:** “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MODELADO Y DISEÑO MECÁNICO ASISTIDO POR COMPUTADORA MEDIANTE SOFTWARE CAD 3D-2D Y SOLIDWORKS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ CANTÓN LA MANÁ PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013”

### Resumen

**Autor:**

**Toapanta Cunalata Edison Geovanny**

El presente trabajo de investigación surge de la necesidad que posee la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná en implementar un laboratorio de modelado y diseño mecánico asistido por computadora a través de la utilización de software adecuado en este caso Solid Work y Auto CAD 2 D y 3D. Para el desarrollo de la misma se utilizó el método correlacional ya que se verifica la Relación existente entre la implementación de un laboratorio de diseño de modelado mecánico y la práctica de los estudiantes de la carrera para ello se diseñaron diez guías sobre varios procesos planteadas de una manera sencilla que permitirán la comprensión y la utilidad del software. Según los resultados de la encuesta se presenta la necesidad de esta implementación. Para responder al objetivo planteado de dotar al personal docente y docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi sede La Maná de una guía de utilización de técnicas de modelado mecánico asistido por computadora con la utilización de software SolidWork, CAD 2D Y 3D el manejo de los software, permite al estudiante diseñar esquemas, diagramas y estructuras en 2D Y 3D las mismas que fortalecen su conocimientos y le brindan la oportunidad de demostrar un desempeño profesional adecuado a los requerimientos actuales.

**DESCRIPTORES:** Diseño implementación SolidWork y Auto CAD 2 D y 3D



# **COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY**

## **ENGINEERING AND APPLIED SCIENCE CAREER**

### **ELECTROMECHANICAL ENGINEERING**

#### **Abstract**

**THEME: "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A LABORATORY MODELLING AND MECHANICAL DESIGN SOFTWARE COMPUTER AIDED BY 3D-2D CAD SOLIDWORKS AND TECHNICAL UNIVERSITY PLACE THE MANA COTOPAXI CANTON LA MANA COTOPAXI PROVINCE, YEAR 2013**

**AUTHOR: Toapanta Cunalata Edison Geovanny**

The present research arises from the need to have the technical University Extension Cotopaxi La Maná to implement a laboratory modeling and mechanical computer-aided design through the use of appropriate software in this case SolidWorks and Auto CAD 2D and 3D for the development of the same correlational method was used since the relationship between the implementation of a design laboratory mechanical modeling and practice of students it holds for ten guides of various processes were designed raised a simple way to allow understanding and usefulness of the software, according to the survey results of this implementation the need arises to meet the stated objective of providing the teaching profession and students from Technical University of Cotopaxi La Mana, a guide using techniques mechanical modeling assisted by computer using software SolidWork, 2D and 3D CAD With the management software allows students to design schematics, diagrams and structures in 2D and 3D them to strengthen their knowledge and provide an opportunity to demonstrate adequate professional performance with current requirements

**WORDS: Design, implementation, SolidWork, Auto CAD 2 D y 3D**



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Centro  
Cultural de  
Idiomas

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

#### *CERTIFICACIÓN*

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor egresado: **Toapanta Cunalata Edison Geovanny** cuyo título versa **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MODELADO Y DISEÑO MECÁNICO ASISTIDO POR COMPUTADORA MEDIANTE SOFTWARE CAD 3D-2D Y SOLID WORKS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ CANTÓN LA MANÁ PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013”**; lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, Diciembre 2015

Atentamente

---

Lcdo. Moisés Rúaless P.

**DOCENTE**

**C.I. 050304003-2**

## INTRODUCCIÓN

Actualmente es importante contar con laboratorios que simulen diferentes procesos de control, que sirvan para realizar las prácticas de los estudiantes sobre los diferentes temas de su especialidad. Por lo tanto el diseño e implementación de un laboratorio de modelado y diseño mecánico asistido por computadora mediante software CAD 3D-2D y SolidWorks en la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná fortalecerá los conocimientos teórico y prácticos de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica.

La educación universitaria debe ser pionera en innovación y preparar al profesional de manera práctica y eficiente para desempeñarse en el campo laboral por ello la importancia de la aplicación de estos recursos.

Para un mejor desarrollo de la presente investigación se la ha dividido en capítulos que se detallan a continuación.

En el Capítulo I, se hace referencia al marco teórico, detallando antecedentes y cada una de las categorías fundamentales tomando como fuente diferentes autores las mismas que permiten tener un mejor desarrollo en nuestros conocimientos para la correcta realización de la investigación.

El Capítulo II, se relaciona con una breve caracterización de los productores en estudio, así como la metodología y operacionalización de las variables utilizadas, también se desarrolla el análisis e interpretación de la información obtenida durante la investigación de campo mediante la realización de una encuesta , la información se encuentra representada en gráficos estadísticos con su respectiva interpretación.

Dentro del Capítulo III, se desarrolló y aplicó la propuesta, con el detalle de los estudios realizados y el diseño de un módulo didáctico donde se detalla las actividades.

En el Capítulo IV se detallan las conclusiones, las recomendaciones y las referencias bibliográficas así como los anexos sirven de sustento adicional sobre los aspectos tratados.

# **CAPÍTULO I**

## **1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL OBJETO DE ESTUDIO**

### **1.1 Antecedentes**

Una vez realizados las investigación es en torno al tema, se presentan a dos investigación es que poseen relación directa con el tema de la presente, investigación a fin de aclarar nuestras dudas respecto a la problemática planteada desde el punto de vista de otros autores los mismos que servirán de base para desarrollar de la mejor manera el presente trabajo de investigación científica.

#### ***1.1.1 Proyecto 1***

Sistema de digitalización 3D a partir de visión termográfica, en la Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ingeniería Maestría en Ingeniería – Automatización Industrial Bogotá D.C. 2011.

#### ***Resumen***

La finalidad del presente trabajo es la obtención de guías gráficas tridimensionales de varios diseños para establecer la relevancia de las variables consideradas dentro del proceso, se llevó a cabo el respectivo diseño experimental para determinar la

cantidad pruebas a realizar del proceso de digitalización para con ellos fortalecer los conocimientos adquiridos por los estudiantes.

La aplicación de sistemas 3D ayuda a visualizar las características del mismo ya que puede observar mediante técnicas digitales los procesos formas y demás lo que facilita el manejo y la comprensión de cada una.

Como resultado de la aplicación de esta propuesta como diseño experimental de los estudiantes se fortalecen las capacidades de mejorar sustancialmente los conocimientos de los mismos es la aplicación de nuevas tecnologías que favorecen la automatización industrial a través de los sistemas de digitalización en tercera dimensión (Forero. John, 2011.P. 12-15).

### ***1.1.2 Proyecto 2***

Estudio y Propuesta para la integración del software especializado en diseño mecánico “3D”, en la Escuela de Ingeniería Mecánica de La Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### ***Resumen***

El estudio y propuesta se realizaron en el área de Diseño de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la universidad de San Carlos de Guatemala, en esta área de la Escuela se le da formación teórica y práctica a los estudiantes quienes deben tener herramientas adecuadas para hacer diseños.

El estudio para la propuesta se hace tomando factores internos y externos. Se evaluó la situación actual de la Escuela de Mecánica y la situación de otros centros y universidades nacionales y extranjeras. Se contactó a los fabricantes del

software para luego hacer una comparación y selección del paquete que mejor se adecuará a las necesidades existentes.

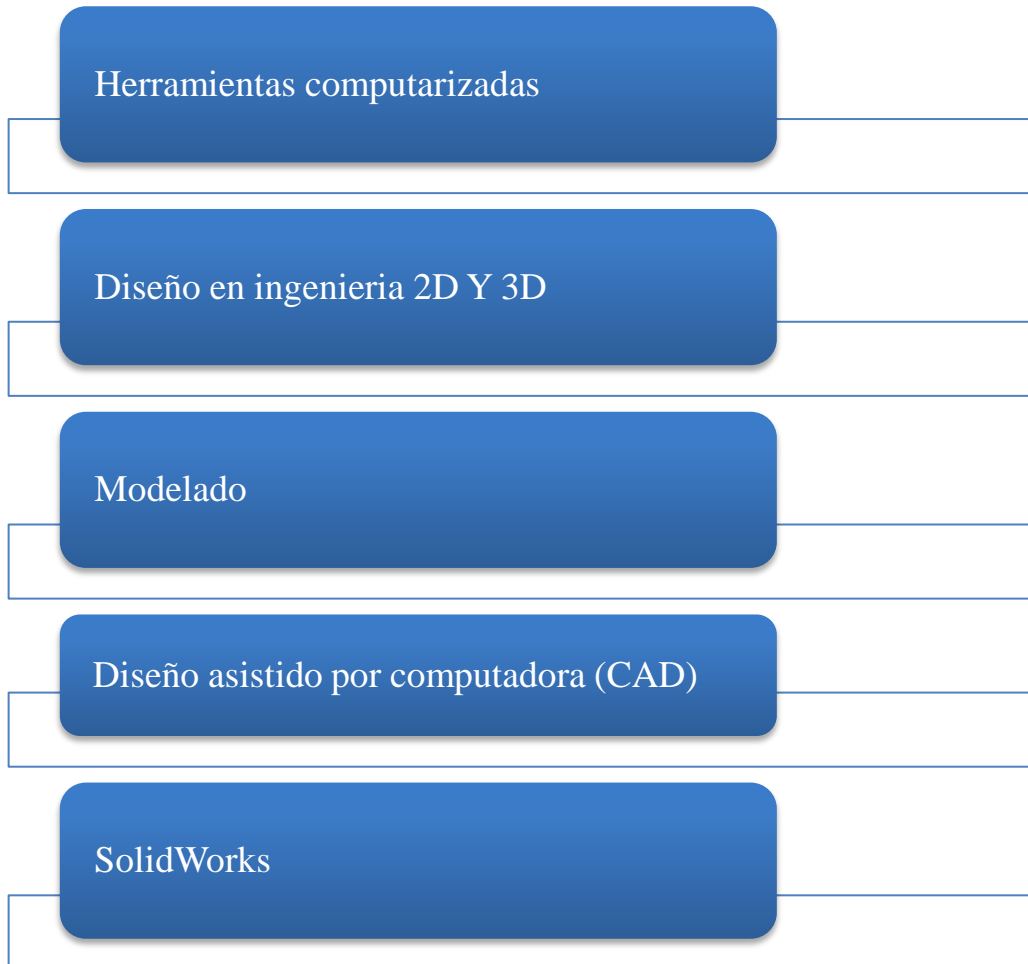
Para la propuesta se realizaron prácticas piloto donde se simularon aspectos básicos, dando su resultado la creación de un laboratorio donde los estudiantes aprendan a utilizar el software especializado para realizar diseños en tercera dimensión se le proporciona un conjunto completo de herramientas para visualizar, simular y analizar el comportamiento de un diseño en condiciones reales antes de materializarlo, permitiéndoles realizar cambios en el diseño cuantas veces sea necesario.

Con esta herramienta el estudiante logrará aumentar la productividad, reducir tiempo de fabricación de modelos, optimizar la creatividad enfocándose en el diseño, prever errores y mejorar sustancialmente la presentación de proyectos y se reflejará en futuros profesionales de mejor calidad y con una visión más amplia de su campo de trabajo (RAMÍREZ. Carlos, 2010.P. 27).

## 1.2 Categorías Fundamentales

### GRÁFICO # 1

#### CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny.

## **1.3 Marco Teórico**

### ***1.3.1. Herramientas computarizadas***

#### **1.3.1.1. Definición**

Una herramienta es un objeto elaborado a para mejorar la práctica de una tarea mecánica que requiere una aplicación correcta de energía. Tomando como energía a la capacidad de realizar tareas repetitivas y complejas (BURBANO, Gracia, 2010. P. 39).

Una herramienta computarizada es una aplicación de la computación para facilitar procedimientos que aumentan la capacidad de hacer ciertas tareas repetitivas y complejas (GETTYS. Keller, 2010. P. 72).

Y podemos decir que una herramienta computarizada para el área de Diseño Mecánico puede ser un paquete de software en el cual se pueden realizar tareas de modelación, simulación y análisis de elementos mecánicos.

#### **1.3.1.2. Características**

Debido a la complejidad creciente de los análisis que se realizan en todas las ramas de la Ingeniería Mecánica, el análisis que se encuentra avalado por una computadora ha ido adquiriendo siempre mayor protagonismo. Se ha producido una evolución en la representación de los sistemas físicos, pasando de esquematizar partes del sistema en modo aproximado a reproducir todo el conjunto de forma detallado (ROBLES. Itchiment, 2011. P. 325).

En el diseño de nuevos dispositivos, el uso de estos equipos permite en la mayoría de los casos obtener resultados más precisos y sobre todo una reducción de costos al permitir analizar virtualmente el comportamiento de nuevas soluciones (RRUTHER. Mullay, 2011. P. 34).

En el proceso de estudios y diseño se utilizan una variedad de herramientas que permite realizar cálculos lo como el análisis mediante elementos finitos o volúmenes finitos así como también la dinámica de fluidos computacional (CFD). El diseño de procesos de fabricación con ayuda de computadores (LEVA), permite que los patrones generados se puedan manipular directamente para crear "instrucciones" para la fabricación de los objetos representados por los modelos, mediante máquinas de control numérico (CNC) u otras tecnologías automatizados, sin la necesidad de dibujos intermedios.

### **1.3.1.3. Importancia**

Durante los últimos años, el software que realizan diversos tipos de cálculo simbólicos y numéricos junto con representaciones gráficas se ha convertido en una herramienta indispensable para todos los ingenieros. El gran potencial de las computadoras radica en su capacidad para hacer cualquier cosa que pueda describirse matemáticamente como una serie de operaciones y decisiones lógicas en teoría. Desde un punto de vista práctico es preciso preguntar no sólo si es factible efectuar una tarea con una computadora, sino también si tiene sentido hacerlo. Hay que aplicar dos criterios para tomar una decisión:

- 1) Es posible realizar la tarea (o resolver el problema) sin una computadora? Y
- 2) Es mejor, más económico o más rápido usar una computadora en lugar de una calculadora de bolsillo (o ninguna máquina) para resolver el problema? Para poder decidir si resulta mejor, más económico o más rápido usar una computadora, es preciso considerar, entre otros factores, la inversión necesaria de esfuerzo, tiempo y dinero. Se va a resolver el problema sólo una vez o muchas veces? Mejora la exactitud de la solución si se usa una computadora? Tiene una computadora a la mano con el programa correcto almacenado para resolver el programa o necesita codificar y depurar primero un algoritmo? Las respuestas a éstas y otras preguntas guiarán su elección de herramientas (THOMAS. Kether, 2010. P. 48).

Los paquetes de computadora estándar producen respuestas fácilmente sin que el usuario entienda la pregunta ni el proceso de resolución. Hay que tener presente:

1. Las suposiciones y condiciones iniciales que están implícitas en el programa;
2. Qué tan exacta es la información que requiere el código (sobre todo las propiedades físicas)
3. Los errores que pueden cometerse al introducir el problema en el código de software.

### ***1.3.2. Diseño en Ingeniería***

#### **1.3.2.1. Definición**

El diseño es el proceso de concebir o inventar ideas mentalmente y comunicarlas a otros en una forma que sea fácil de comprender. La herramienta de comunicación más utilizada son las gráficas. El diseño se utiliza para dos fines principales: expresión personal y desarrollo de productos o procesos (ANTILLA. Roberts, 2010. P. 26).

El diseño en ingeniería es un proceso para resolver problemas que utilizan conocimiento, recursos y productos existentes para crear bienes y procesos nuevos esto permite el uso adecuado de los conocimientos básicos para generar actividades de desarrollo y mejoramiento de la industria (BURBANO. Gracia, 2010. P. 46).

La computadora ha tenido un impacto muy importante sobre los métodos utilizados para diseñar y crear dibujos técnicos. En 1963 se inició con el desarrollo de las gráficas interactivas por computador, que posteriormente evolucionó hasta convertirse en CAD (por sus siglas en inglés Diseño Asistido por Computadora). Es muy importante que los miembros de un equipo de diseño de ingeniería tengan la habilidad de trabajar de manera cooperativa en un ambiente organizado y estructurado.

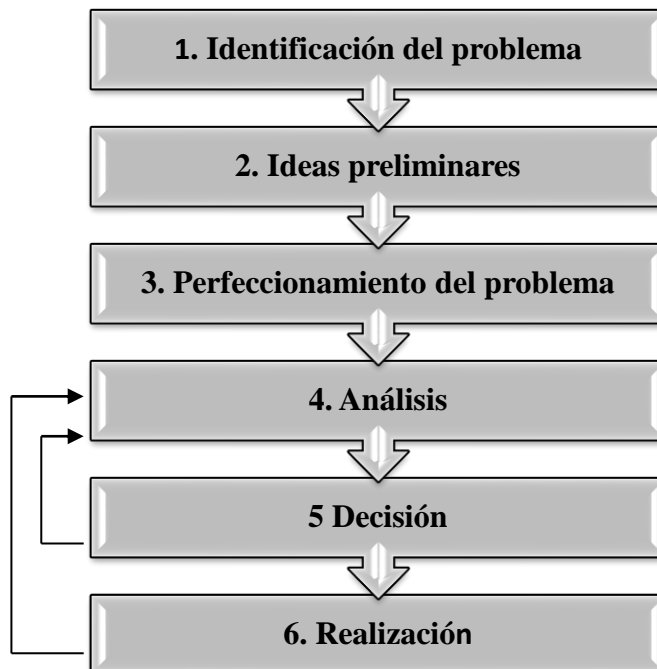
Los grupos que trabajan en un mismo diseño o manufactura de ingeniería pueden estar en distintos departamentos, plantas, países e incluso continentes. El software CAD permite el rápido intercambio sin importar donde se encuentren los miembros del equipo. Esta visión global y el equipo de trabajo que requiere son características clave de la manufactura y el diseño en el siglo XXI.

### 1.3.2.2. El proceso de diseño

El proceso de diseño involucra la organización de los procesos creativos y analíticos utilizados para satisfacer una necesidad o resolver un problema. Croquis, dibujos, modelos de computadora y gráficas de presentación se vinculan a los proceso de diseño y producción (ENRICO. Mario, 2011. P.136).

Se acostumbra que el proceso de diseño sea una actividad lineal formada por seis fases principales como se muestra el siguiente gráfico

**GRÁFICO N° 2**  
**ESQUEMA DEL PROCESO DE DISEÑO**



**Fuente:** Proceso de Diseño Enrico Mario P. 137.

### 1.3.2.3. Fases del diseño

#### a) Identificación del problema:

Es importante en cualquier actividad constructiva dar una definición clara de los objetivos para así tener una meta hacia la cual dirigir todos los esfuerzos. La identificación de la necesidad de un diseño se puede basar en datos de varios tipos: estadísticas, entrevistas, datos históricos, observaciones personales, datos experimentales o proyecciones de conceptos actuales (GOMEZ. Adalberto, 2010. P. 73).

Definir es establecer los límites; es delimitar el problema y el alcance de la solución que está buscando. Es indicar lo que se quiere hacer y a dónde no se quiere llegar. Definir un problema es la parte más complicada en el proceso de diseño; una equivocación a esta altura representa un enorme error al final.

Esto se puede lograr de la siguiente manera:

- Comprensión del problema: efectuar entrevistas, informes.
- Recopilación de datos: realizar encuestas, efectuar mediciones.
- Analizar los datos: comprobar hipótesis, establecer relaciones causa-efecto.
- Formulación del problema: sintetizar de la mejor forma todo lo hallado.

#### b) Ideas preliminares:

Una vez que se ha definido y establecido el problema en forma clara, es necesario recopilar ideas preliminares a partir de las cuales se pueden asimilar los conceptos del diseño. Esta es probablemente la parte más creativa en el proceso de diseño. Puesto que en la etapa de identificación del problema solamente se han establecido limitaciones generales, el diseñador puede dejar que su imaginación considere libremente cualquier idea que se le ocurra. Estas ideas no deben

evaluarse en cuanto a factibilidad, puesto que se las trata con la esperanza de que una actitud positiva estimule otras ideas asociadas como una reacción en cadena. El medio más útil para el desarrollo de ideas preliminares es el dibujo a mano alzada (MILLER. Patrick, 2010. P. 87).

**c) Perfeccionamiento del problema:**

La etapa de perfeccionamiento es el primer paso en la evaluación de las ideas preliminares y se concentra bastante en el análisis de las limitaciones. Todos los esquemas, bosquejos y notas se revisan, combinan y perfeccionan con el fin de obtener varias soluciones razonables al problema. Deben tenerse en cuenta las limitaciones y restricciones impuestas sobre el diseño final. Los bosquejos son más útiles cuando se dibujan a escala, pues a partir de ellos se pueden determinar tamaños relativos y tolerancias y, mediante la aplicación de geometría descriptiva y dibujos analíticos, se pueden encontrar longitudes, pesos, ángulos y formas. Estas características físicas deben determinarse en las etapas preliminares del diseño, puesto que pueden afectar al diseño final (BENAVIDES. Leopoldo, 2011. P. 124).

**d) Análisis:**

El análisis es la parte del proceso de diseño que mejor se comprende en el sentido general. El análisis implica el repaso y evaluación de un diseño, en cuanto se refiere a factores humanos, apariencia comercial, resistencia, operación, cantidades físicas y economía dirigidos a satisfacer requisitos del diseño. Gran parte del entrenamiento formal del ingeniero se concentra en estas áreas de estudio (EISBERG. Lerner, 2010. P. 49).

A cada una de las soluciones generadas se le aplica diversos tamices para confirmar si cumplen las restricciones impuestas a la solución, así como otros criterios de solución. Aquellas que no pasan estos controles son rechazadas y

solamente se dejan las que de alguna manera podrían llegar a ser soluciones viables al problema planteado.

**e) Decisión:**

La decisión es la etapa del proceso de diseño en la cual el proyecto debe aceptarse o rechazarse, en todo o en parte. Es posible desarrollar, perfeccionar y analizar varias ideas y cada una puede ofrecer ventajas sobre las otras, pero ningún proyecto es ampliamente superior a los demás. La decisión acerca de cuál diseño será el óptimo para una necesidad específica debe determinarse mediante experiencia técnica e información real. Siempre existe el riesgo de error en cualquier decisión, pero un diseño bien elaborado estudia el problema a tal profundidad que minimiza la posibilidad de pasar por alto una consideración importante, como ocurriría en una solución improvisada (MILLER. Patrick, 2010. P. 86).

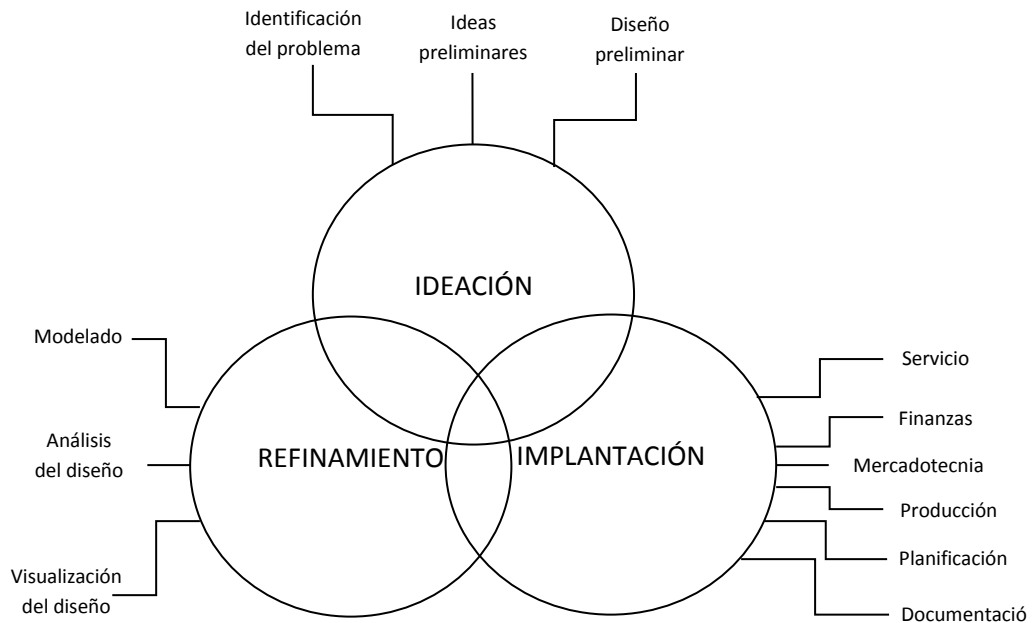
**f) Realización:**

El último paso del diseñador consiste en preparar y supervisar los planos y especificaciones finales con los cuales se va a construir el diseño. En algunos casos, el diseñador también supervisa e inspecciona la realización de su diseño. Al presentar su diseño para realización, debe tener en cuenta los detalles de fabricación, métodos de ensamblaje, materiales utilizados y otras especificaciones. Durante esta etapa, el diseñador puede hacer modificaciones de poca importancia que mejoren el diseño; sin embargo, estos cambios deben ser insignificantes, a menos que aparezca un concepto enteramente nuevo. En este caso, el proceso de diseño debe retornar a sus etapas iniciales para que el nuevo concepto sea desarrollado, aprobado y presentado.

Los ingenieros y técnicos deben ser capaces de trabajar en equipo, y de diseñar, analizar y comunicar mediante muy poderosos sistemas CAD; también requieren tener una habilidad muy desarrollada para visualizar, así como la facilidad para

comunicar estas imágenes a personal no técnico, en la actualidad es común que, en muchas industrias, los ingenieros trabajen en equipo para crear diseños conceptuales, con una comunicación muy rápida entre todas las etapas del proceso de diseño.

**GRÁFICO 3**  
**REALIZACIÓN DEL DISEÑO**



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny.

Por la otra parte, la tendencia actual en la industria es que los ingenieros sean modeladores geométricos expertos en la utilización de computadoras. El modelo geométrico es el proceso de crear graficas por computadora para comunicar, documentar, analizar y visualizar el proceso de diseño.

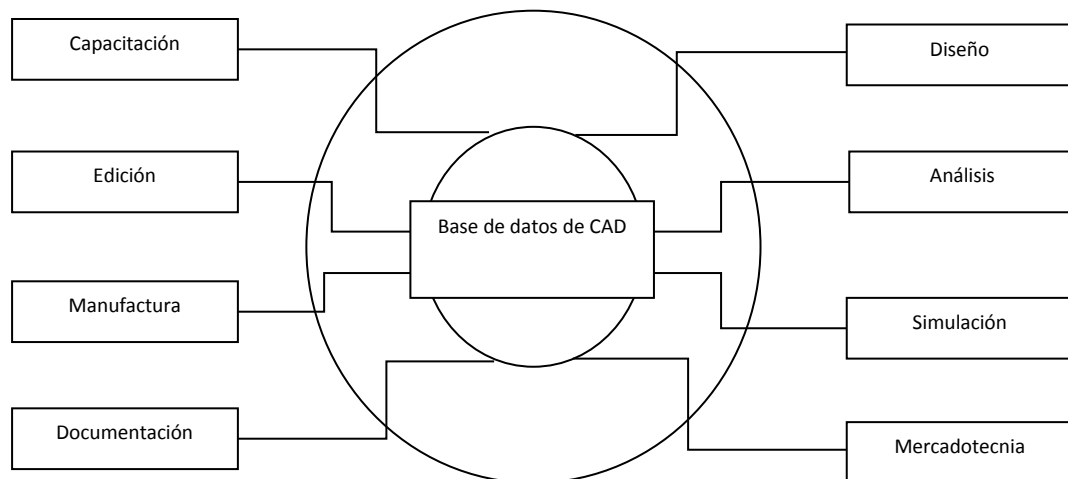
Los ingenieros utilizan croquis y modelos de computadora para visualización; a continuación elaboran la documentación mínima para la producción la documentación puede estar en forma de modelos de computadora 3-D y enviarse directamente a producción para generar el control numérico por computadora (CNC) necesario para el maquinado. Los dibujos 2-D se extraen del modelo en 3-D, al cual se añaden las dimensiones críticas para que la máquina proporcione la medición de coordenadas.

Con el desplazamiento del diseño hacia la ingeniería concurrente, diversos grupos de personas (ingenieros, científicos, gerentes y técnicos) comparten la necesidad apremiante de comprender mejor los principios de la comunicación gráfica. Incluso hoy más que antes, todos necesitan ser capaces de leer e interpretar representaciones gráficas de información técnica con rapidez, eficiencia y exactitud.

Es así como las gráficas por computadora reúnen a muchos individuos con diferentes necesidades y habilidades visuales, con lo cual permiten que grupos diversos se comuniquen con mayor rapidez y eficiencia. En otras palabras. La gran cantidad de dispositivos, métodos y medios nuevos están impulsando la necesidad de ampliar las habilidades de comunicación visual.

Mucha más allá de lo que hace años necesitaron los ingenieros y técnicos.

**GRÁFICO 4**  
**FASES DEL DISEÑO CAD**



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny.

**1.3.2.4. Diseño EN 2D Y 3D**

"2D" es sinónimo de "dos dimensiones". Las formas 2D incluyen cuadrados y círculos. "3D" significa tridimensional. Las formas 3D tienen profundidad, e incluyen cubos y esferas. Estos términos son importantes en el arte y el diseño (en

la animación por computadora o el cine, por ejemplo). Los gráficos, diagramas y modelos pueden ser 2D o 3D. Estos términos también se usan metafóricamente para hablar de la profundidad o complejidad de una pieza de trabajo (MELISSINOS. Lobkowitz F, 2010. P. 88).

#### **a) Dos dimensiones 2D**

Las dimensiones definen el espacio en que un objeto puede existir. Imagina una línea muy fina, que tiene sólo una dimensión, longitud. Si agregas una segunda dimensión de ancho, tienes un espacio 2D o bidimensional. Las formas 2D o bidimensional tienen longitud y ancho, pero no profundidad. Son planas, como un cómic o un dibujo. Los círculos, cuadrados, triángulos, rectángulos estas son todas figuras de dos dimensiones

#### **b) Tres dimensiones**

Los espacios 2D tienen altura y anchura. Si agregas una tercera dimensión de profundidad, tienes un espacio 3D o tres dimensiones. Las formas 3D o tridimensional tienen profundidad así como longitud y anchura. Pirámides, cubos, esferas y cilindros son ejemplos de formas tridimensionales, a diferencia de triángulos, cuadrados y círculos de dos dimensiones.

### **1.3.2.5. Diseño en ingeniería concurrente**

El proceso de producción ejecuta los resultados finales del proceso de diseño para producir un sistema o producto. Hace algún tiempo, el proceso creativo de diseño estaba separado del proceso de producción, con el advenimiento del modelado por computadora, esta separación ya no es necesaria y el enfoque moderno reúne los dos procesos (SÁNCHEZ. Ángel, 2011.P. 189).

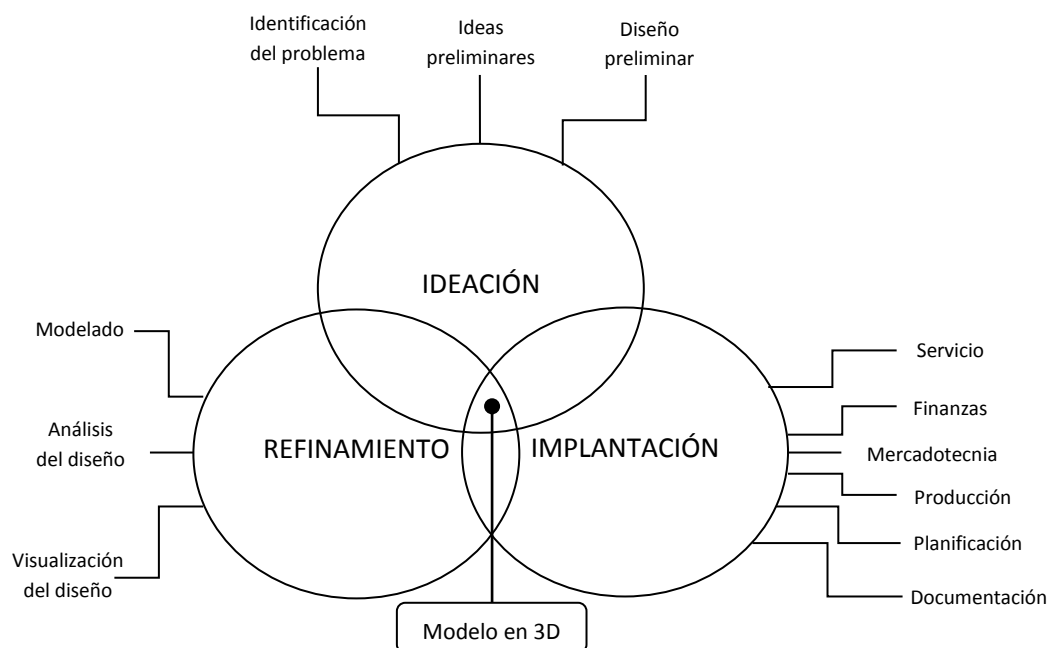
La ingeniería concurrente es un enfoque de equipo no lineal de diseño que conjunta los elementos de entrada y de salida de procesos necesarios para elaborar un producto. Las personas y los procesos trabajan en conjunto desde el inicio del diseño, algo que no se hace en el enfoque lineal. El equipo está formado por

ingenieros de diseño y de producción, técnicos, personal de mercadotecnia y finanzas, planificadores y gerentes, todos ellos trabajan en manera conjunta para resolver un problema y generar un producto. Muchas compañías han comprobado que las prácticas de la ingeniería concurrente dan como resultado un producto mejor, una calidad mayor, más clientes satisfechos, menos problemas de manufactura; y un ciclo más corto entre el inicio del diseño y la producción final (ANTILLA. Roberts 2010. P. 68).

Los tres círculos se intersectan, representando de esta manera la naturaleza concurrente de este enfoque de diseño. Por ejemplo en la fase de ideación, los ingenieros de diseño interactúan con los técnicos de servicio para asegurarse de que el producto final sea fácilmente benéfico para el consumidor o el técnico.

Para un mejor entendimiento de los diseños de ingeniería concurrente se gráfica el siguiente esquema que representa el modelado en 3D. Esas actividades se dividen a su vez en segmentos más pequeños, como lo muestran los elementos que rodean los tres círculos.

**GRÁFICO 5**  
**ESQUEMA DE INGENIERÍA CONCURRENTE**



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny.

Cada uno de estos elementos influye en el diseño y se puede actualizar constantemente gracias al modelado en 3D con software, al momento de hacer un cambio proveniente de uno de los círculos rápidamente se actualizan los otros dos círculos lo cual repercute en un proceso de diseño mucho más rápido y exacto, evitando problemas durante la manufactura y problemas en la comercialización posterior.

### ***1.3.3. Modelado***

#### **1.3.3.1. Definición**

El modelado es el proceso de representación de ideas abstractas, palabras y formas a través del empleo ordenado de texto, imágenes simplificadas, o modelos físicos a escala. Los ingenieros usan modelos para pensar, visualizar, comunicar, predecir, controlar y entrenar (EISBERG. Lerner, 2010. P. 29).

La etapa de modelado consiste en ir dando forma a objetos individuales que luego serán usados en la escena creada. Existen diversos tipos de geometría para modelador con NURBS y modelado poligonal o subdivisión de superficies. Además, aunque menos usado, existe otro tipo llamado "modelado basado en imágenes" o en inglés imagebasedmodeling (IBM). Consiste en convertir una fotografía a 3D mediante el uso de diversas técnicas, de las cuales, la más conocida es la fotogrametría cuyo principal impulsor es Paul Debevec. Modelado de superficies este no tiene curvas en calculadas en cada línea ejemplo SketchUp (MELISSINOS. Lobkowitz, 2010. P. 65).

#### **1.3.3.2. Clasificación**

Los modelos se clasifican como descriptivos o predictivos:

- a) Un modelo descriptivo

Presenta ideas abstractas, productos o procesos en una forma reconocible. Un ejemplo de un modelo descriptivo es un dibujo de ingeniería o un modelo por computadora 3D de una pieza mecánica.

El dibujo o modelo sirve como medio de comunicación pero no puede emplearse para pronosticar el comportamiento o desempeño de ideas, productos y procesos.

b) El modelo predictivo

Es aquel que puede emplearse para comprender y pronosticar el comportamiento o desempeño de ideas, productos y procesos. Un ejemplo de modelo predictivo es el modelo de elemento finito.

Modelado geométrico representa ideas, productos o procesos complejos mediante dibujos o modelos por computadora, que se emplean en lugar de modelos a escala. Los dibujos de refinamiento se crean como esquemas o modelos en 2D y en 3D. Los esquemas bidimensionales son útiles en algunos análisis de ingeniería, como los cinemáticos, en los cuales se verifica la posición de las piezas, en los diagramas electrónicos y gráficas de comprobación, en la distribución de la línea de ensamblado y en planos estructurales.

Modelado paramétrico, también conocido como modelado basado en restricciones, este captura el intento de diseño mediante la descripción de las relaciones entre los elementos geométricos con ecuaciones y relaciones lógicas. Los parámetros están asociados con elementos geométricos, tales como valores numéricos, ecuaciones y relaciones geométricas (por ejemplo, perpendicular o tangente). Cuando se cambia un valor o parámetro, los elementos geométricos relacionados con él se ven afectados.

Una gran ventaja del modelado paramétrico es que facilita la exploración de variaciones en el diseño (PEREZ. Andrés, 2011. P.76).

### **1.3.3.3. Modelismo**

La simulación o modelismo de un sistema es la creación y operación de una representación del sistema que se está diseñando o estudiando. Este modelo puede sujetarse a manipulaciones que serían imposibles de realizar, demasiado costosas o imprácticas (BURBANO. Gracia, 2010. P. 47).

La operación de un modelo puede estudiarse y con ello, inferirse las propiedades concernientes al comportamiento del sistema o subsistema real ( MILLER. Patrick, 2010. P. 33).

Simulación 3D es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital, los cuales requieren ciertos tipos de modelos lógicos y matemáticos, que describen el comportamiento de un elemento de máquina en períodos de tiempo real donde se llevan cálculos complicados del comportamiento de dicho elemento.

### **1.3.3.4. El modelo en 3D**

En el lenguaje de los gráficos en 3D, un modelo es un archivo que contiene la información necesaria para ver o “renderizar” un objeto en 3 dimensiones. Este archivo contiene dos tipos de información:

La geometría -forma- del objeto

Los atributos de la superficie del objeto, o sea, la información que permite que el objeto esté correctamente coloreado de modo que aparente estar hecho de un determinado material

Para el ordenador, la información de la geometría del modelo define las superficies del objeto como una lista de polígonos planos que comparten lados y

vértices. El modelo por tanto describe una malla, o mesh(en inglés, este concepto lo leeremos a menudo en la referencias al modelaje 3d).

Cuando modelemos, deberemos recordar que si el modelo no comparte lados y vértices comunes.

### **1.3.3.5. Tipos de modelos 3D:**

#### **a) Modelos representados por polígonos**

Uno de los sistemas utilizado por el ordenador para representar cualquier estructura son los polígonos. Un cubo tiene 6 caras, cada una de ellas es un polígono un cuadrado; una pirámide se compone de 4 triángulos y una base cuadrada. Pero incluso una forma redondeada también se representa mediante polígonos; el ejemplo más claro de la vida real lo podemos ver en un balón de fútbol, que se compone de 12 pentágonos y 20 hexágonos.

#### **b) Modelos definidos por sus curvas matemáticas: NURBS y Patch**

Hoy en día existen otros sistemas de modelado en donde el usuario no trabaja con polígonos, sino con superficies curvas definidas matemáticamente (lo veremos en los NURBS y Patch, para que os vayáis haciendo una idea).

## ***1.3.4. Diseño asistido por computadora CAD***

### **1.3.4.1. Definición**

El diseño asistido por computadora, más conocido por sus siglas inglesas **CAD** (computer - aided design), es el uso de un amplio rango de herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y diseñadores. El CAD es también utilizado en el marco de procesos de administración del ciclo de vida de productos (ROBLES. Itchiment, 2011. P. 55).

Estas herramientas se pueden dividir básicamente en programas de dibujo 2D y de modelado 3D. Las herramientas de dibujo en 2D se basan en entidades geométricas vectoriales como puntos, líneas, arcos y polígonos, con las que se puede operar a través de una interfaz gráfica. Los modeladores en 3D añaden superficies y sólidos (ANTILLA. Andrew, 2010. P. 120).

El usuario puede asociar a cada entidad una serie de propiedades como color, capa, estilo de línea, nombre, definición geométrica, material, que permiten manejar la información de forma lógica.

Además se pueden renderizar los modelos 3D para obtener una pre visualización realista del producto, aunque a menudo se prefiere exportar los modelos a programas especializados en visualización y animación, como Autodesk Maya, Bentley Micro Station, Softimage XSI o Autodesk 3ds Max.

#### **1.3.4.2. Elementos del sistema CAD**

El proceso de diseño en CAD consiste en cuatro etapas.

##### **a) Etapa 1**

Modelado geométrico. Se describe como forma matemática o analítica a un objeto físico, el diseñador construye un modelo geométrico emitiendo comandos que crean líneas, superficies, cuerpos, dimensiones y texto; los comandos introducidos dan a origen a una representación exacta en dos o tres dimensiones del objeto.

El representado en línea abarca todas las aristas del modelo que se pueden considerar como líneas llenas dando como resultado una imagen ambigua ya que algunas veces las formas son complicadas y para facilitararlo se pueden usar los colores para distinguir las líneas de las piezas y tener una mejor visualización. Sus estructuras se representan en 2, 2 ½ y 3 dimensiones. Cuando hablamos de 2 ½ se utiliza la transformación de la extrusión (sweept), moviendo el objeto de 2-D a lo largo del eje z.

#### **b) Etapa 2**

Análisis y optimización del diseño. Después de haber determinado las propiedades geométricas, se analiza el modelo virtual para rectificar que no haya errores en el modelado (dimensiones, formas).

#### **c) Etapa 3**

Revisión y evaluación del diseño. En esta etapa se comprueba si existen interferencias entre componentes de cierto mecanismo que impidan su correcto funcionamiento o deficiencias estructurales en el caso de cuerpos sólidos. Esta etapa es de gran utilidad, ya que ayuda a evitar problemas posteriores en la producción del producto, ya sea en el ensamble o en el uso de la pieza. Existen programas de animación y simulación dinámica para el cálculo y análisis de las propiedades físicas (esfuerzos, deformaciones, deflexiones, vibraciones) de los objetos que ayudan a determinar si el objeto cumple con los requerimientos de diseño y de manufactura.

#### **d) Etapa 4**

Documentación y dibujo (drafting). Por último, en esta etapa se realizan planos técnicos y de trabajo. Se representan diferentes vistas de la pieza, a escala, incluyendo perspectivas. Además de planos del diseño la documentación puede incluir una memoria descriptiva con aspectos no gráficos que sean necesarios para su manufactura, esta clase de datos se suelen agregar en el pie de plano.

#### **1.3.4.3. Beneficios del CAD**

Los beneficios del CAD incluyen menores costos de desarrollo de productos, aumento de la productividad, mejora en la calidad del producto y un menor tiempo de lanzamiento al mercado.

- Mejor visualización del producto final, los sub-ensambles parciales y los componentes en un sistema CAD agilizan el proceso de diseño.

- El software CAD ofrece gran exactitud de forma que se reducen los errores.
- El software CAD brinda una documentación más sencilla y robusta del diseño, incluyendo geometría y dimensiones, lista de materiales.
- El software CAD permite una reutilización sencilla de diseños de datos y mejores prácticas.

#### **1.3.4.4. Software CAD**

Estos son algunos ejemplos de aplicaciones de Software tipo CAD:

##### **a) NX**

Es una gama integrada de aplicaciones completamente asociativas de tipo CAD/CAM/CAE. NX aborda la variedad completa de procesos de desarrollo de diseño de productos, manufactura y simulación; lo que le permite a las compañías motivar el uso de mejores prácticas al capturar y re-usar productos y conocimiento de procesos (THOMAS. Kether, 2010. P. 96).

##### **b) Solid Edge**

Es un sistema híbrido de CAD en 2D/3D que utiliza Synchronous Technology para acelerar el diseño, cambios ágiles, y mejor re utilización de importaciones. Con modelado de partes y ensamble, borradores, administración transparente de datos, y análisis de elementos finitos (FEA) integrado, Solid Edge facilita la creciente complejidad de diseño de productos.

Los siguientes componentes de software son utilizados por desarrolladores de software CAD como base para sus aplicaciones:(COMMINGS. Connor, 2010. P. 48).

##### **c) Parasolid**

Es un componente de software para modelado geométrico en 3D, permitiéndoles a los usuarios de aplicaciones basadas en Parasolid modelar partes y ensambles

complejos. Es utilizado como la herramienta geométrica en cientos de diferentes aplicaciones de CAD, CAM y CAE.

#### **d) D-Cubed Components**

Son seis librerías de software que pueden ser licenciadas por desarrolladores de software para integrarlas en sus productos. Proveen capacidades que incluyen el bosquejo parametrizado, diseño de partes y ensambles, simulador de movimiento, detección de colisiones, medidas de separación y visualización de líneas ocultas.

### ***1.3.5. SolidWorks***

#### **1.3.5.1. Definición**

**SolidWorks** es un programa de diseño asistido por computadora para modelado mecánico desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp. para el sistema operativo Microsoft Windows. Es un modelador de sólidos paramétrico. Fue introducido en el mercado en 1995 (EISBERG. Lerner, 2010. P. 67).

El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en trasvasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada (MELISSINOS. Lobkowicz, 2010. P. 142).

El software de diseño en 3D SolidWorks le ayuda a diseñar mejores productos con mayor rapidez. Cuando existen buenas ideas para un producto, dispondrá de las herramientas que precisa para diseñarlo en menos tiempo y a un menor coste.

### **1.3.5.2. Ventajas**

El paquete de simulación de SolidWorks garantiza la calidad y el funcionamiento de sus diseños antes de comprometerse a fabricarlos. Las exhaustivas herramientas de análisis le permiten probar digitalmente los modelos para obtener una percepción técnica de gran valor al comienzo del proceso de diseño. Con la información que obtenga, podrá definir fácilmente los métodos para reducir el peso y el coste de los materiales, mejorar la durabilidad y la factibilidad de fabricación, optimizar los márgenes y comparar las opciones de diseño para satisfacer totalmente las necesidades específicas del cliente.

### **1.3.5.3. Funciones**

SolidWorks es una aplicación que presta una amplia gama en su funcionamiento entre sus funciones más detalladas tenemos las siguientes:

#### **a) Análisis de tensión lineal**

El análisis de tensión lineal con SolidWorks Simulation permite a diseñadores e ingenieros validar de forma rápida y eficaz la calidad, el rendimiento y la seguridad, todo ello mientras crean sus diseños.

Estrechamente integrado con el CAD de SolidWorks, el análisis de tensión lineal con SolidWorks Simulation puede convertirse en un elemento habitual del proceso de diseño, lo que reduce la necesidad de realizar costosos prototipos, acaba con las repeticiones y demoras, y ahorra tiempo y costes de desarrollo.

#### **Visión general del análisis de tensión lineal**

El análisis de tensión lineal calcula las tensiones y deformaciones de las geometrías basándose en tres supuestos básicos:

1. La pieza o ensamblaje con carga se deforma con pequeños giros y desplazamientos.

2. La carga del producto es estática (sin inercia) y constante a lo largo del tiempo.
3. El material tiene una relación tensión-deformación constante (ley de Hooke).

SolidWorks Simulation utiliza los métodos de análisis de elementos finitos (FEA) para individualizar los componentes del diseño en elementos sólidos, vacíos o de viga, y el de análisis de tensión lineal para determinar la respuesta de las piezas y ensamblajes debido a uno de los efectos siguientes:

- Fuerzas
- Presiones
- Aceleraciones
- Temperaturas
- Contacto entre componentes

Las cargas pueden importarse desde estudios de simulación térmica, de flujo y de movimiento para realizar análisis multifísico.

Para llevar a cabo el análisis de tensión, deben conocerse los datos de los materiales del componente. La base de datos estándar de materiales de CAD de SolidWorks está rellena previamente con los materiales que pueden utilizarse con SolidWorks Simulation y puede personalizarse fácilmente para incluir sus requisitos de materiales específicos (PEREZ, Andrés. 2011. P.76).

#### **b) Análisis por elementos finitos**

Optimiza y valida de forma eficaz cada paso del diseño con SolidWorks Simulation integrado en CAD para garantizar la calidad, el rendimiento y la seguridad del producto.

Estrechamente integrado con el CAD de SolidWorks, las soluciones de SolidWorks Simulation y sus capacidades pueden convertirse en elemento habitual del proceso de diseño, lo que reduce la necesidad de realizar costosos

prototipos, acaba con las repeticiones y demoras, y ahorra tiempo y costes de desarrollo.

### **Visión general de análisis de elementos finitos (FEA)**

SolidWorks Simulation utiliza la formulación de desplazamientos del método de elementos finitos para calcular desplazamientos, deformaciones y tensiones de los componentes con cargas internas y externas. La geometría que se analiza se individualiza con elementos tetraédricos (3D), triangulares (2D) y de vigas, y se resuelve con un solver Direct Sparse o iterativo. Solid Works Simulation puede utilizar un tipo de elemento h adaptativo o p adaptativo, que proporciona una gran ventaja a los diseñadores e ingenieros, ya que el método adaptativo garantiza que se encuentre la solución.

Integrado con SolidWorks 3D CAD, el análisis de elementos finitos con SolidWorks Simulation conoce la geometría exacta durante el proceso de mallado. Además, cuanto más precisión exista entre el mallado y la geometría del producto, más precisos serán los resultados del análisis.

La mayor parte de los cálculos de FEA afectan a componentes metálicos, ya que la mayoría de los componentes industriales están fabricados en metal. El análisis de componentes metálicos puede realizarse mediante el análisis de tensión lineal o no lineal. El enfoque de análisis que utilice dependerá de cuánto quiera hacer avanzar el diseño:

- Si quiere asegurarse de que la geometría permanezca en el rango de elasticidad lineal (es decir, una vez eliminada la carga, el componente vuelve a su forma original), entonces debe aplicar el análisis de tensión lineal, siempre que las rotaciones y desplazamientos sean pequeños en relación con la geometría. Para este tipo de análisis, el factor de seguridad (FoS) es un objetivo de diseño común.
- Para evaluar los efectos de carga cíclica al final del límite elástico en la geometría, debe llevar a cabo un análisis de tensión no lineal. En este caso,

es más interesante el impacto del endurecimiento de la deformación en las tensiones residuales y permanentes establecidas (deformación).

El análisis de componentes no metálicos (por ejemplo, piezas de plástico o caucho) debe llevarlo a cabo con métodos de análisis de tensión no lineal (vínculo a la página de capacidad del análisis de tensión no lineal de SolidWorks), debido a su compleja relación entre deformación y carga.

SolidWorks Simulation utiliza métodos de FEA para calcular los desplazamientos y tensiones de su producto debido a cargas operativas como las siguientes:

- Fuerzas
- Presiones
- Aceleraciones
- Temperaturas
- Contacto entre componentes

Las cargas pueden importarse desde estudios de simulación térmica, de flujo y de movimiento para realizar análisis multifísico.

### **c) Fatiga del metal**

Lleva a cabo fácilmente un análisis de fatiga del metal en componentes metálicos con SolidWorks Simulation y el análisis de fatiga. Evalúe el impacto de las cargas cíclicas en la duración estructural de un producto para garantizar que cumpla los requisitos de rendimiento, calidad y seguridad.

Estrechamente integrado con el CAD de SolidWorks, el análisis de fatiga del metal con SolidWorks Simulation puede convertirse en un elemento habitual del proceso de diseño, lo que reduce la necesidad de realizar costosos prototipos, acaba con las repeticiones o demoras, y ahorra tiempo y costes de desarrollo.

## **Visión general del análisis de duración de fatiga**

El análisis de fatiga del metal con SolidWorks Simulation utiliza el método de duración por tensión para predecir la duración de la fatiga de ciclo alto de los componentes metálicos que experimentan cargas de amplitud variables (conteo de Rainflow) o cargas de amplitud constantes (teoría del daño acumulativo: regla del Miner). Mientras diseña, utilice los resultados para validar su producto con uno de los siguientes objetivos:

- Ajustar de forma rápida y eficaz los diseños para que cumplan la vida útil requerida del producto.
- Establecer programas de mantenimiento recomendado, incluido el reemplazo de piezas.
- Minimizar los fallos, reducir los costes de garantía y maximizar la vida útil del producto.

La fatiga es el proceso de fallo de un componente debido a cargas cíclicas y, en general, las tensiones nominales en un componente son elásticas (por debajo del punto de flexibilidad del material). El proceso de fatiga consta de inicio, prop. acción y rotura; y el tiempo que tarda una fisura en iniciarse y crecer hasta causar el fallo del componente es una función de la resistencia del material del componente y del campo de tensión (COMMINGS. Connor, 2010. P. 98).

La resistencia del material se define y traza los datos con la forma de una curva S-N, “tensión frente al número de ciclos hasta que ocurre el fallo”. La base de datos de material de CAD de SolidWorks se rellena previamente con información que incluye los materiales de la curva S-N y se puede analizar con SolidWorks Simulation. Esta base de datos puede personalizarse fácilmente para incluir sus propios requisitos de materiales específicos.

Los resultados de un análisis de fatiga se proporcionan en términos de:

- Trazado de vida útil: Muestra el número de ciclos (para estudios de sucesos de amplitud constante) o el número de bloques (para estudios de amplitud variable) que causan fallos de fatiga para cada ubicación.
- Trazado de daños: Muestra el porcentaje de vida útil de la estructura consumido por los sucesos de fatiga definidos.
- Trazado de factor de seguridad (FoS): Muestra el factor de seguridad de la carga para el fallo por fatiga de cada ubicación.
- Indicador de biaxialidad: Efectúa el trazado de la relación de la tensión alterna principal menor (sin hacer caso a la tensión principal alterna más cercana a cero) dividida por la tensión principal alterna mayor.
- Gráficos de matriz (para estudios de amplitud variable)

#### **d) Análisis de frecuencias**

Investigue de forma rápida y eficaz las frecuencias naturales de un diseño (con cargas y condiciones de contorno y sin ellas) con la solución fácil de utilizar SolidWorks Simulation. Asegúrese de que los modos naturales de vibración no se encuentran en las frecuencias de impulsos medioambientales, lo que indica que el diseño cumplirá la vida útil requerida.

Estrechamente integrado con el CAD de SolidWorks, el análisis de frecuencias con SolidWorks Simulation puede convertirse en un elemento habitual del proceso de diseño, lo que reduce la necesidad de realizar costosos prototipos, acaba con las repeticiones y demoras, y ahorra tiempo y costes de desarrollo.

#### **Vista general de análisis de frecuencias**

Es importante entender la frecuencia natural para predecir posibles modos de fallos o los tipos de análisis requeridos para comprender mejor el rendimiento. Todos los diseños tienen sus frecuencias de vibración preferidas (también llamadas frecuencias resonantes) y cada una de ellas se caracteriza por una forma (o modo) de vibración específica.

El análisis de frecuencias con SolidWorks Simulation utiliza un enfoque de autovector para determinar los modos naturales de vibración de cualquier geometría. Si los modos naturales del diseño y su entorno de vibración previsto coinciden, puede producirse una resonancia armónica y provocarse cargas excesivas que generarán fallos.

Al entender los modos de vibración natural del diseño, puede llevar a cabo medidas preventiva, como cambios en el material, secciones de componentes, amortiguadores de masa, de modo que las frecuencias naturales del componente no coincidan con la frecuencia del entorno de carga. Esto dará lugar a un diseño que no solo funcionará como desea, sino que tendrá una vida útil más larga.

Para hacer salir la frecuencia natural de un diseño del intervalo crítico, puede:

- Cambiar la geometría
- Cambiar los materiales (las frecuencias resonantes son directamente proporcionales a los materiales [módulos (elásticos) de Young]).
- Cambiar las características de los aisladores de choque
- Colocar estratégicamente elementos de masa

### **c) Análisis estructural técnico**

Determina los efectos térmicos en un diseño determinado (o el impacto de los cambios de diseño en las temperaturas de los componentes) mediante un análisis estructural térmico rápido y eficaz con SolidWorks Simulation.

Estrechamente integrado con el CAD de Solid Works, el análisis estructural térmico con SolidWorks Simulation puede convertirse en un elemento habitual del proceso de diseño, lo que reduce la necesidad de realizar costosos prototipos, acaba con las repeticiones y demoras, y ahorra tiempo y costes de desarrollo.

### **Visión general de análisis estructural térmico**

El análisis estructural térmico consiste en la aplicación del método de elementos finitos para calcular la distribución de temperatura en una estructura sólida, que se

basa en las entradas térmicas (cargas de calor), salidas térmicas (pérdidas de calor) y barreras térmicas (resistencia al contacto térmico) de su diseño. El análisis estructural térmico resuelve el problema de la transferencia térmica conjugada con el cálculo de la simulación de la conducción, convección e irradiación térmica (DETLEV, 20103. P. 6).

Se aplican dos métodos de transferencia de calor (convección y radiación) como condiciones de contorno en el análisis estructural térmico. Tanto la convección (establecida por un coeficiente de película de superficie) como la radiación (emisividad de la superficie) pueden emitir y recibir energía térmica hacia el entorno y desde este; sin embargo, solo la radiación transfiere energía térmica entre cuerpos desconectados del ensamblaje.

#### **Radiación:**

Para calcular el efecto del calor que sale de un componente y se transporta por medio de un fluido en movimiento hasta otro componente, debe llevarse a cabo un análisis térmico de fluidos de SolidWorks Simulation, ya que hay que calcular el impacto del fluido.

#### **Convección:**

Acabe con la dificultad de determinar coeficientes precisos de película de superficie de convección para geometrías complejas, mientras SolidWorks Simulation simplemente importa coeficientes de película precisos desde SolidWorks Flow Simulation para calcular un análisis estructural térmico más preciso.

SolidWorks Simulation calcula los campos de temperatura en estado estable o transitorio debido a:

- Temperaturas iniciales o fijas aplicadas.
- Entrada o salidas de flujo/potencia térmica.
- Tasas de convección de la superficie.
- Radiación: eliminación del calor de los sistemas.

- Resistencia al contacto térmico entre los componentes.

Una vez realizado el cálculo en el campo de temperatura, pueden calcularse fácilmente las tensiones térmicas, para garantizar un rendimiento y seguridad correctos del producto.

### **SolidWorks Premium**

SolidWorks Premium integra una amplia gama de herramientas de CAD mecánico, validación de diseños, gestión de datos de productos, comunicación de diseños y productividad de CAD en un único paquete fácil de usar, este permite una aplicación rápida y adecuada de los lineamientos necesarios y básicos para el buen funcionamiento del diseño asistido.

Funciones de CAD mecánico:

- SWIFT™ (tecnología de funciones inteligentes de SolidWorks).
- Modelado de piezas.
- Uso de DWG.
- Gráficos Real View.
- Tratamiento avanzado de superficies y formas complejas.
- Herramientas de diseño de chapa metálica.
- Diseño de piezas soldadas.
- Herramientas de diseño de moldes.
- Modelado de ensamblaje.
- Simulación de movimiento de ensamblajes.
- Herramientas de gestión de ensamblajes grandes.
- Creación de dibujos en 2D.
- Conversión de datos.
- Bibliotecas de hardware estándar.
- Sistemas enrutados.

## **Funciones de validación de diseños**

Las potentes herramientas de validación de diseños incluidas en SolidWorks le permitirán someter sus diseños a unas condiciones idénticas a las que experimentarán en la realidad.

## **Funciones de PDM**

SolidWorks Workgroup PDM ayuda a los grupos de trabajo de ingenieros a minimizar los errores y el trabajo duplicado mediante la captura automática de historiales de revisión de los archivos y la gestión de datos de acceso y uso.

Requerimientos mínimos del sistema para la versión 2010:

- Sistema operativo Windows® XP o superior.
- Procesador Intel® Pentium® 4 de 2 GHz o más rápido, Intel®Xeon™, Intel® Core™, AMD Athlon™ 64, AMD Opteron™, o Posterior.
- 1 GB de RAM
- Tarjeta gráfica con capacidad Direct3D10, Direct3D 9 o Open GL.
- Unidad de DVD-ROM.
- Dispositivo señalador conforme con Microsoft Mouse.

## **Working Model**

La última versión de Working Model 3D, que lanzó al mercado este fabricante, fue en el año 1997, y actualmente solo trabaja con Working Model2D versión 2005.

Working Model 2D es una herramienta CAE que permite crear simulaciones de sistemas mecánicos reales que permiten reducir el tiempo de creación de un producto, mejorando la calidad final y optimizando los cálculos.

Es una herramienta adoptada por miles de ingenieros profesionales para crear y analizar los sistemas mecánicos reales.

### **Visión general**

Incluye detección automática de colisión y respuestas para la interferencia de geometrías. Para ampliar el uso de esta herramienta se han incluido nuevos códigos que se han diseñado según las necesidades más sobresalientes.

En cada etapa del ciclo de desarrollo, Working Model ayuda a la mejora del producto, permitiendo reducir el tiempo de diseño y, en consecuencia, ahorrar costes. Se puede interaccionar con los controles mientras la simulación sigue funcionando para hacer los cambios necesarios en el diseño en el momento de ideación.

También permite la visualización de las simulaciones con gran variedad de representaciones como vectores animados, barras de líneas, medidas métricas.

### **Características principales:**

- Comprueba múltiples características de cualquier sistema mecánico.
- Realizar un refinado rápido de las simulaciones en base a las constantes predefinidas.
- Analiza el último diseño midiendo fuerza, par, aceleración, entre otros, interactuando con cualquier objeto.
- Importa los dibujos CAD 2D en formato DXF.
- Permite la entrada de valores desde: ecuaciones, barras deslizantes o conectores fijos a Matlab y Excel.
- Realiza simulaciones no lineales.
- Permite la creación de cuerpos y puede definir propiedades, velocidad inicial, cargas electrostáticas.
- Simula contactos, colisiones y fricción.

- Analiza estructuras con haces flexibles.
- Ejecuta o edita códigos para optimizar la simulación o documentar modelos.
- Graba los datos de la simulación y crea gráficos de barra o vídeos en formato AVI.

## **CAPÍTULO II**

### **2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS**

#### **2.1. Breve Caracterización del Objeto de Estudio**

La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná es el resultado de un proceso de organización y lucha. La idea de gestionar la presencia de la Universidad Técnica de Cotopaxi en La Maná, surgió en el año de 1998, en 1999, siendo rector de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el Lcdo. Rómulo Álvarez, se inician los primeros contactos con este centro de educación superior para ver la posibilidad de abrir una extensión en La Maná.

El 16 de mayo de 1999, con la presencia del Rector de la Universidad y varios representantes de las instituciones locales, se constituye el primer Comité, dirigido por el Lcdo. Miguel Acurio, como presidente y el Ing. Enrique Chicaiza, vicepresidente. La tarea inicial fue investigar los requisitos técnicos y legales para que este objetivo del pueblo Lamanense se haga realidad. A inicios del 2000, las principales autoridades universitarias acogen con beneplácito la iniciativa planteada y acuerdan poner en funcionamiento un paralelo de Ingeniería Agronómica en La Maná, considerando que las características naturales de este cantón son eminentemente agropecuarias.

El 3 de febrero de 2001 se constituye un nuevo Comité Pro– Universidad, a fin de ampliar esta aspiración hacia las fuerzas vivas e instituciones cantonales. El 2 de mayo de 2001, 6 el Comité, ansioso de ver plasmados sus ideales, se traslada a Latacunga con el objeto de expresar el reconocimiento y gratitud a las autoridades universitarias por la decisión de contribuir al desarrollo intelectual y cultural de

nuestro cantón a través del funcionamiento de un paralelo de la UTC, a la vez reforzar y reiterar los anhelos de cientos de jóvenes que se hallan impedidos de acceder a una institución superior.

El 8 de mayo del 2001, el Comité pidió al Ing. Rodrigo Armas, Alcalde de La Maná se le reciba en comisión ante el Concejo Cantonal para solicitar la donación de uno de los varios espacios que la Ilustre Municipalidad contaba en el sector urbano. La situación fue favorable para la UTC con un área de terreno ubicado en el sector de La Playita. El Concejo aceptó la propuesta y resolvió conceder en comodato estos terrenos, lo cual se constituyó en otra victoria para el objetivo final. También se firmó un convenio de prestación mutua con el colegio Rafael Vásquez Gómez por un lapso de cinco años. El 9 de marzo de 2002, se inauguró la Oficina Universitaria por parte del Arq. Francisco Ulloa, en un local arrendado al Sr. Aurelio Chancusig, ubicado al frente de la escuela Consejo Provincial de Cotopaxi.

El 8 de julio de 2003 se iniciaron las labores académicas en el colegio Rafael Vásquez Gómez y posteriormente en la Casa Campesina, con las especialidades de Ingeniería Agronómica y la presencia de 31 alumnos; Contabilidad y Auditoría con 42 alumnos. De igual manera se gestionó ante el Padre Carlos Jiménez(Curia), la donación de un solar que él poseía en la ciudadela Los Almendros, lugar donde se construyó el moderno edificio universitario, el mismo que fue inaugurado el 7 de octubre del 2006, con presencia de autoridades locales, provinciales, medios de comunicación, estudiantes, docentes y comunidad en general. La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná cuenta con su edificio principal en el cantón del mismo nombre en La Parroquia El Triunfo, Barrio Los Almendros; entre la Avenida Los Almendros y la Calle Pujilí. Además posee en el mismo sector una propiedad que consta de dos cuerpos separados por una calle, en el norte formado por lotes N° 9 y 11. Linderos al norte con lote 10 de propiedad del Sr. Napoleón Moreno, al sur con la calle pública, al este con propiedad de herederos Lozada y al oeste con la calle Los Almendros.

En el Sur formado por los lotes N° 1 y 3. Linderos, al norte con calle pública, al sur con propiedad de Héctor Salazar, al este con propiedad de herederos Lozada y al oeste con la calle los Almendros. Asimismo esta extensión goza de un predio adicional en el sector La Playita destinado al funcionamiento de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná está comprometida con los intereses populares de la provincia. Pretende, a partir del desarrollo sostenido de la docencia, la investigación y la extensión, llegar a comprender la realidad social y contribuir a su transformación. La labor universitaria no termina en el aula, está plenamente vinculada con el pueblo. De ahí que la UTC asume el desafío de plantear nuevas alternativas, asumiendo junto a la población y sus organizaciones, acciones para buscar soluciones a los problemas 7 provinciales y nacionales.

### ***2.1.1. Misión***

La Universidad Técnica de Cotopaxi, forma profesionales humanistas con pensamiento crítico y responsabilidad social, de alto nivel académico, científico y tecnológico con liderazgo y emprendimiento, sobre la base de los principios de solidaridad, justicia, equidad y libertad; genera y difunde el conocimiento, la ciencia, el arte y la cultura a través de la investigación científica y la vinculación con la sociedad para contribuir a la transformación económica-social del país.

### ***2.1.2. Visión***

Será un referente regional y nacional en la formación, innovación y diversificación de profesionales acorde al desarrollo del pensamiento, la ciencia, la tecnología, la investigación y la vinculación en función de la demanda académica y las necesidades del desarrollo local, regional y del país.

### 2.1.3. Hipótesis

- Hi: La implementación de laboratorio de modelado mecánico tiene un efecto significativo en el aprendizaje práctico en los estudiantes de la carrera de electromecánica.
- Ho: La implementación de laboratorio de modelado mecánico NO incide en el aprendizaje práctico en los estudiantes de la carrera de electromecánica.

### 2.1.4. Operacionalización de las Variables

CUARDO 1  
OPERALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	Dimensión	Subdimensión	Indicadores	Técnica/ Instrumento
Herramientas computarizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características</li> <li>• Proceso de diseño</li> <li>• Protecciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importancia</li> <li>• Fases</li> <li>• 2D y 3D</li> <li>• Diseño de ingeniería concurrente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideación</li> <li>• Refinamiento</li> <li>• Implantación</li> <li>• Modelado</li> <li>• Multímetro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta</li> <li>• Encuesta</li> <li>• Observación</li> </ul>
CAD / SOLIDWORK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición</li> <li>• Elementos de CAD/ SOLIDWORK</li> <li>• Beneficios de CAD/ SOLIDWORK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etapas</li> <li>• Características principales</li> <li>• Ventajas CAD/ SOLIDWORK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura</li> <li>• Funciones</li> <li>• Funciones PDM</li> <li>• Requerimientos mínimos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación</li> <li>• Encuesta</li> <li>• Encuesta</li> <li>• Encuesta</li> </ul>

Elaborado por: Toapanta Cunalata Edison Geovanny.

## **2.2. Metodología Empleada**

### ***2.2.1. Tipos de Investigación***

Para la elaboración del proyecto de tesis se utilizó la investigación exploratoria para conocer los antecedentes nacionales o internacionales, las características necesarias y suficientes del diseño e implementación del laboratorio de modelado mecánico; estadísticas de algunos años anteriores de otras instituciones o industrias en el área del proyecto; estadísticas de fabricantes y comercializadores, datos técnicos importantes tales como: actualizaciones, licencias.

Además, la investigación utilizó la investigación descriptiva que permitió conocer en forma detallada las características de los sistemas del software y los procesos de instalación, manejo, uso. Nos facilitó la evaluación de los estudios prácticos, para obtener un resultado de innovación avanzada en los equipos, software y recursos humanos.

Adicionalmente, el trabajo investigativo realizado utilizó estudios correlacionales, por cuanto se ha establecido varias relaciones de variables de manera simple, tales como:

- Relación existente entre la implementación de un laboratorio de diseño de modelado mecánico y la práctica.
- Relación existente entre precio, tamaño, localización y la evaluación financiera.

Asimismo, la investigación que se realizó utilizó estudios explicativos, que servirá para conocer a detalle el fenómeno de estudio, causas, síntomas y efectos.

## ***2.2.2. Métodos De Investigación***

### **2.2.2.1. Método deductivo**

El método deductivo considera que la conclusión se halla implícita dentro de las premisas. Esto quiere decir que las conclusiones son una consecuencia necesaria de los indicios encontrados, cuando resultan verdaderas y el razonamiento deductivo tiene validez, no hay forma de que la conclusión no sea verdadera.

### **2.2.2.2. Método inductivo**

El método inductivo es aquel que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares. Se trata del método científico más usual, en el que pueden distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación.

### **2.2.2.3. Método analítico Sintético**

El método analítico permitió conocer el desarrollo de las variables y diferencias los procesos de instalación de los diferentes softwares así como su funcionamiento. La síntesis, permite estudiar los elementos establecidos relacionados con la empresa, con el fin de verificar que cada uno de ellos, reúna los requerimientos necesarios para llegar a cumplir con los objetivos totalizadores que se persigue.

## **2.3. Población y Muestra.**

### ***2.3.1. Población o universo de la investigación***

La población universo inmersa en la investigación, está compuesta por los docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná.

CUADRO 2  
POBLACIÓN

Estrato	Datos
Docentes	13
Estudiantes La Maná	496
<b>Total</b>	<b>509</b>

**Fuente:** Secretaria UTC – La Maná. Año 2012 -2013

**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny.

### *2.3.2. Tamaño de la muestra*

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{E^2 (N - 1) + 1}$$

Dónde:

N = Población

n = Tamaño de la muestra

E = Error (0,05)

Desarrollo de la fórmula:

$$n = \frac{509}{(0,05)^2 (509 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{509}{(0,0025) (508) + 1}$$

$$n = \frac{509}{1.715 + 1}$$

$$n = \frac{509}{2.715}$$

$$n = 187$$

Por lo expuesto, la investigación se fundamentará con los resultados de 187 familias a encuestar.

### 2.3.3. Criterios de selección de la muestra

El método a utilizarse para la selección de la muestra es el aleatorio estratificado proporcional, por tal motivo se presenta el siguiente cuadro.

CUADRO 3  
ALEATORIO ESTRATIFICADO PROPORCIONAL

<b>Estrato</b>	<b>Población</b>	<b>Fracción Distributiva</b>	<b>Muestra</b>
Docentes	13	0.3682678	5
Estudiantes	496	0.3682678	183
<b>Total</b>	<b>509</b>		<b>188</b>

**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny.

$$f = \frac{n}{N}$$

$$f = \frac{188}{509}$$

$$f = 0.3682678$$

Donde:

**f**= Factor de Proporcionalidad

**n**= Tamaño de la Muestra

**N**=Población Universo

Por tanto, se debe aplicar 5 encuestas a docentes, 183 encuestas a los alumnos según los datos que se presentan en el cuadro.

## **2.4. Métodos y técnicas a ser empleadas.**

La investigación aplicó inducción por cuanto los resultados de la encuesta se generalizó para todas las instalaciones existentes en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, además los aspectos positivos que se obtendrán, hacer recomendados para su aplicación a lo largo de todas las instituciones del país.

Se utilizó deducción en base a los siguientes razonamientos:

- Los proyectos de implementación de laboratorio de diseños de modelado mecánicos por medio de software fueron de gran utilidad para un mejor funcionamiento y desarrollo en modelados y diseños de piezas.
- La tecnología del CAD y SolidWorks es la base de los diseños de modelados de pieza, por tanto la electromecánica es la base para la implementación del laboratorio en los predios de la universidad.

Es importante que la investigación trabaje con el método de análisis, para identificar el funcionamiento del software de CAD y SolidWorks para poder realizar guías de prácticas.

- Se considera que los elementos son: diseño e implementación por medio de software.
- Y las principales relaciones entre los elementos son: el CAD 2D y 3D por medio de computadora.

Finalmente mediante la síntesis, estudió los elementos establecidos de la implementación de un laboratorio de modelado mecánico. Se hace necesario incluir el estudio de carga y la elaboración de guías prácticas, con el fin de dar a conocer el campo investigativo del problema, y que reúna los requerimientos necesarios para llegar a cumplir con los objetivos totalizadores que se persigue.

El levantamiento de datos se realizó mediante encuestas y observaciones aplicables a las instalaciones de la Universidad, observaciones de campo según operacionalización de variables y análisis documentales de mediciones. El manejo estadístico se fundamentó con la utilización de frecuencias, moda, porcentajes, promedios.

## 2.5. Análisis e Interpretación de Resultados

### 2.5.1. Encuesta realizada a los estudiantes

#### Pregunta 1

¿Cómo considera usted realizar un diseño asistido por computadora que uno asistido técnicamente a mano?

CUADRO N° 4

#### DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA

ALTERNATIVA	CANTIDAD	PORCENTAJE %
BUENO	110	60
MALO	38	18
REGULAR	40	22
<b>Total</b>	<b>188</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny

#### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Según la encuesta realizada al 100% de los estudiantes, podemos determinar que el 60% manifiesta que considera bueno la realización de un diseño asistido por computadora que uno asistido técnicamente a mano, y el 18% dice que lo considera malo, mientras que el 22% restante considera regular.

### Pregunta 2

¿Es factible la implementación de un laboratorio de modelado y diseño mecánico para la práctica de los estudiantes de la carrera?

CUADRO N° 5

#### AMPLIACIÓN DE LABORATORIO

ALTERNATIVA	CANTIDAD	PORCENTAJE %
SI	125	66
NO	63	34
<b>Total</b>	<b>188</b>	<b>100</b>

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Toapanta Cunalata Edison Geovanny

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Dados los resultados de la encuesta realizada al 100% de los estudiantes encuestados el 66% manifiesta que si es factible la implementación de este tipo de laboratorio para la práctica de los estudiantes mientras que el 34% opina que no.

### Pregunta 3

¿Considera Ud. Que la universidad al servicio de la comunidad ayudará con la implementación de un laboratorio de modelado mecánico?

CUADRO N° 6

#### SERVICIO A LA COMUNIDAD

ALTERNATIVA	CANTIDAD	PORCENTAJE %
SI	135	69
NO	53	31
<b>Total</b>	<b>188</b>	<b>100</b>

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Toapanta Cunalata Edison Geovanny

## ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Según la encuesta realizada a los estudiantes podemos determinar que del 100% de los encuestados el 69% considera que la universidad podrá brindar ayuda a la comunidad a través de la práctica con los estudiantes mientras que 31% manifiesta que no.

### Pregunta 4

**¿Cómo considera la instalación de un software SolidWork y AutoCAD sin que se utilice laboratorios existentes en la universidad?**

**CUADRO N° 7**

#### INSTALACIÓN DE UN SOFTWARE

ALTERNATIVA	CANTIDAD	PORCENTAJE %
BUENO	135	71
MALO	0	0
REGULAR	53	29
<b>Total</b>	<b>188</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny

## ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Según los estudiantes encuestados podemos determinar que del 100% de los encuestados el 71% considera de bueno la instalación de un software sin que se utilice laboratorios existentes en la universidad, y el 29% restante considera regular la instalación.

### Pregunta 5

¿Le gustaría durante la vida profesional realizar el diseño de piezas mecánicas y simularlos por medio de un ordenador?

CUADRO N° 8

#### DISEÑOS DE PIEZAS MECÁNICAS

ALTERNATIVA	CANTIDAD	PORCENTAJE %
SI	188	100
NO	0	0
<b>Total</b>	<b>188</b>	<b>100</b>

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Toapanta Cunalata Edison Geovanny

#### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Según la encuesta realizada a los estudiantes podemos determinar que el 100% de los encuestados manifiesta que si es exitoso para la vida profesional la realización de un diseño de piezas mecánicas y simulacros por medio de un ordenador.

### Pregunta 6

¿En los software propuestos le gustaría utilizar para diseñar piezas mecánicas en su carrera profesional?

CUADRO N° 9

#### SOFTWARE PARA DISEÑO DE PIEZAS MECÁNICAS

ALTERNATIVA	CANTIDAD	PORCENTAJE %
Solid Works	106	55
AutoCAD	82	45
<b>Total</b>	<b>188</b>	<b>100</b>

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Toapanta Cunalata Edison Geovanny

## ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Dado los resultados de la encuesta determinamos que del 100% de los estudiantes encuestados el 55% manifiesta que le gustaría utilizar el software SolidWorks para diseñar piezas mecánicas en su vida profesional, mientras que el 45% dice que le gustaría utilizar el software AutoCAD.

### Pregunta 7

**¿Considera de mucha utilidad el uso de software para diseño asistido por computadora?**

### CUADRO N° 10

#### IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIOS

ALTERNATIVA	CANTIDAD	PORCENTAJE %
BUENO	167	89
MALO	0	0
REGULAR	21	11
<b>Total</b>	<b>188</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny

## ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Según la encuesta realizada al 100% de los estudiantes encuestados el 89% considera buena la implementación de laboratorios asistidos por computadoras en las demás carreras, mientras que el 11% restante considera regular la implementación de laboratorios asistidos por computadoras en las demás carreras.

### Pregunta 8

¿Los trabajos asistidos por computadoras han sido de mucha utilidad en su especialidad?

**CUADRO N° 11  
TRABAJOS ASISTIDOS POR COMPUTADORAS**

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
SI	167	89
NO	21	11
<b>Total</b>	<b>188</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Dado los resultados de la encuesta podemos determinar que el 89% de los estudiantes encuestados manifiestan que si es de mucha utilidad en su especialidad los trabajos asistidos por computadoras, mientras que el 11% dice que no es de mucha utilidad en su especialidad.

### Pregunta 9

¿A utilizado usted durante el semestre de especialidad el auto CAD y SolidWorks 3D-2D?

**CUADRO N° 12  
UTILIZACIÓN DE SOFTWARE EN LA ESPECIALIDAD**

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
SI	38	18
NO	150	82
<b>Total</b>	<b>188</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny

## ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Según la encuesta realizada a los estudiantes podemos determinar que el 18% manifiesta que si ha utilizado durante el semestre de especialidad el auto CAD y SolidWorks 3D-2D., mientras que el 82% dice no haber utilizado durante el semestre de especialidad el auto CAD y SolidWorks 3D-2D.

### Pregunta 10

**¿Mantiene usted como estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi sede La Maná, conocimiento sobre software de diseño y modelado mecánico asistido por computadoras?**

**CUADRO N° 13**

### CONOCIMIENTO SOBRE LABORATORIO

ALTERNATIVA	CANTIDAD	PORCENTAJE %
SI	47	238
NO	141	778
<b>Total</b>	<b>188</b>	<b>1008</b>

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny

## ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Según los resultados de la encuesta podemos determinar que del 100% de los estudiantes encuestados el 23% dice que como estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná si mantiene conocimiento sobre laboratorio de diseño y modelado mecánico asistido por computadoras, mientras que el 77% manifiesta que no mantiene conocimiento.

### ***2.5.2. Verificación de la Hipótesis***

Una vez realizada la investigación de campo, se procede a verificar la hipótesis, tomando en consideración los principales elementos del problema correspondiente a la falta de utilización del diseño mecánico asistido por computadora, los involucrados en el hecho: el personal docente y estudiantes se ha manejado las siguientes hipótesis.

La implementación de laboratorio de modelado mecánico tiene un efecto significativo en el aprendizaje práctico en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica.

Luego de hacer el análisis respectivo de cada una de las preguntas establecidas en el cuestionario tanto a los docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi sobre el diseño e implementación de un laboratorio de modelado y diseño mecánico asistido por computadora mediante software CAD 3D-2D Y SOLIDWORKS para presentar una propuesta que permitan un mayor conocimiento en el tema por parte de los profesores y fortalecer el conocimiento de los estudiantes , que tienda a una aplicación generalizada de este modelo para su enriquecimiento profesional.

Al diagnosticar el problema, en base a la interpretación de los resultados obtenidos se detectó el interés de los estudiantes por la aplicación de este software para mejorar su desempeño profesional.

Por esta razón, se plantea como alternativa de solución al problema diagnosticado, la capacitación de los maestros y los estudiantes en lo que respecta modelado y diseño mecánico asistido por computadora mediante software CAD 3D-2D Y SOLIDWORKS.

Un taller de capacitación con técnicas que permitan, la correcta aplicación de este software mejoró significativamente los niveles profesionales de los estudiantes

logrando que la Universidad mejore su capacidad de desempeño al enriquecer nuevos y mejores conocimientos en sus estudiantes.

## **2.6. Conclusiones**

Después de haber realizado las encuestas a los estudiantes y docentes podemos concluir lo siguiente:

- La investigación según los datos emitidos en la encuesta concluye que es notoria la falta de práctica sobre modelado y diseño asistido por computadora por la carencia que existe de la aplicación de software.
- Desde la perspectiva de docentes y estudiantes, existe la necesidad de la aplicación de herramientas computarizadas en la carrera que permitan elevar el desarrollo de habilidades y destrezas en los estudiantes, para un mejor desempeño profesional.
- El personal docente y estudiantes coinciden en la necesidad de elaborar un taller de capacitación que permita la ejecución de técnicas que desarrollen el modelado mecánico asistido por computadora contribuyendo de esta manera que los futuros profesionales adquieran conocimientos fundamentales para su buen desempeño profesional.

## **2.7. Recomendaciones**

En base a las conclusiones del trabajo investigado se establece las siguientes recomendaciones:

- De acuerdo al enfoque dado a la investigación, es importante la implementación de un laboratorio de modelado y diseño asistido computadora mediante para ello se debe actualizar las versiones de los software.
- Considerando que los elementos involucrados en el problema, es necesaria la adquisición de las licencias originales de los programas para que las prácticas en los laboratorios sean más eficientes.
- De acuerdo las necesidades que se presentan en la práctica es importante que el laboratorio posea instalaciones de software libre.

## **2.8. Objetivos**

### ***2.8.1 Objetivo General***

Implementar un laboratorio de modelado y diseño mecánico asistido por computadora con la utilización de software solidworks., CAD 2D Y 3D, en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná año 2013.

### ***2.8.2 Objetivos Específicos***

- Realizar la implementación de un laboratorio de modelado mecánico. que permita evaluar el funcionamiento digital del software dentro del laboratorio y capacitar a estudiantes en su principal funcionamiento.
- Determinar los requerimientos físicos y equipos para la dotación de los softwares respectivos.
- Desarrollar las guías de uso del software de diseño asistido por computadora para las prácticas de laboratorio en AutoCAD y SolidWorks.

## **2.9. Justificación:**

Se han incrementado las opciones para los estudiantes, obligando de esta manera a cada una a realizar esfuerzos para ser mejor y más competitiva ante las otras. En el camino a la excelencia que sigue la UTC, uno de las principales causas en los estudiantes, es mejorar los laboratorios de diseño mecánico asistido por computadora, los mismos que siempre están innovando sus procesos y tecnología. Es necesaria la realización de este proyecto, ya que se debe adecuar un laboratorio de modelado de diseño mecánico que sea utilizado por medio del Software Cad 2D- 3D Y SolidWorks siendo de mucha utilidad para poder

mantener el desarrollo de nuestros conocimientos entre la comunicación efectiva del software de mecanizado y la máquina herramienta.

Se justifica la realización del proyecto, al evaluar los costos entre el adquirir un software y la implementación de un laboratorio de modelado mecánico, además de los gastos de derechos y licencias de uso, en comparación con el costo que representa el desarrollarlo como un proyecto de tesis, los estudiantes que lo desarrollan son los responsables de los derechos en conjunto con la Universidad. Los recursos financieros, humanos y materiales necesarios para la factibilidad y viabilidad del proyecto serán financiados por el alumno participante.

Los beneficiarios del proyecto será la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná, toda la comunidad universitaria, ya que a través de la actualización de los conocimientos se prioriza el enriquecimiento profesional por ello se plantea como parte de este proyecto una capacitación a los estudiantes y a los docentes.

Garantizar a los docentes y estudiantes que con el seguimiento y la aplicación de la propuesta podrán ofrecer las condiciones de seguridad y bienestar en un medio ambiente de trabajo adecuado y seguro, propicio para el desarrollo de sus facultades físicas y mentales en todas y cada una de las actividades que les sean encomendadas así como realizar los trabajos de acuerdo a los procedimientos que se estipulan en el manual para eliminar los peligros que existen al trabajar en el ámbito eléctrico y mecánico.

### ***2.9.1. Importancia de la Propuesta***

Según los resultados de la investigación de campo, el problema de que radica en las instalaciones de la Universidad es la falta de implementación de un laboratorio sin embargo aún instalado el mismo es necesario que se haga capacitaciones a los docentes y estudiantes brindándoles un manual adecuado para que la aplicación de nuevas técnicas sea factible.

A pesar de que la reforma curricular para la educación superior señala la importancia de la utilización de estos parámetros existe la escasez de recursos lo que impide que se doten este tipo de laboratorios para la práctica de los estudiantes.

Por tanto, es necesaria la elaboración e implementación de una guía metodológica que permitirá la ejecución de técnicas de aprendizaje activo fortaleciendo el desarrollo de los conocimientos a fin de influir en el desarrollo de las destrezas de los estudiantes de la carrera mejorado sus niveles académicos por ende su desempeño profesional.

## **CAPÍTULO III**

### **3. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA**

#### **3.1. Implementación de laboratorio de modelado y diseño mecánico.**

El aumento de las exigencias de los mercados, donde los fabricantes deben presentar productos cada vez más adecuados a las necesidades del cliente. Este conduce a la reducción de la serie y el aumento de modelos y variantes de productos que cada empresa ofrece a sus potenciales clientes. Todo ello atraído aparejado el replanteo de los métodos y las tecnologías utilizadas en el diseño de productos y procesos de manufacturas.

La automatización de los métodos de fabricación es un hecho hoy en día. Cada vez más las empresas computarizan sus procesos como consecuencia de una necesidad ineludible.

Existen todavía hoy la creencia errónea de que automatizar el diseño consiste simplemente en reducir el tiempo empleado en obtener planos y especificaciones de fabricación, gracias a la utilización de una serie de aplicaciones informáticas.

El aprovechamiento de las posibilidades de un sistema CAD/CAE implica un cambio radical de filosofía, un replanteamiento de la forma de trabajo que exige un esfuerzo de cambio de mentalidad y de metodología.

### ***3.1.1. ¿Qué es el CAD?***

El concepto de “Diseño Asistido por Computadora” (CAD- Computer Aided Design), representa el conjunto de aplicaciones informáticas que permiten a un diseñador “definir” el producto a fabricar.

En un programa de delineación y dibujo de detalle 2D y diseño 3D utilizado por la mayoría de diseñadores y proyectistas en el mundo entero. Uno de los más utilizados el AutoCAD diseñado por Autodesk, debido a su gran número de funciones y mejoras que se le han presentado a través de todas sus actualizaciones.

#### **3.1.1.1. Inicios del AutoCAD.**

CAD fue desarrollado por primera vez en la década de los sesentas. Sin embargo, había muy pocos usuarios CAD al principio por que estos eran muy costosos y difíciles de utilizar. Las computadoras que ejecutaban los programas CAD eran grandes maquinas voluminosas y costosas que ocupaban habitaciones completas. Gracias a la evolución de las computadoras, CAD se volvió más fácil de utilizar y más accesibles para usuarios con computadoras comunes y corrientes.

AutoCAD fue introducido en 1982. Este podía ejecutarse en sistemas IBM XT con 540 K de RAM y DOS. Las primeras versiones eran simples herramientas para generar dibujos bidimensionales básicos. Además, eran demasiado lenta e incorporaban solo lo más básico para incorporar bocetos. AutoCAD, sin embargo, a pesar de todas estas limitaciones, fue un éxito debido a que proporcionaba una manera a bajo costo para entrar al mundo del CAD.

Otros programas CAD requerían una considerable inversión económica en el sistema de la computadora donde se deseaba ejecutar. Gracias a la facilidad de obtener una computadora personal, cualquier persona puede utilizar el AutoCAD

como una forma de comunicar ideas. AutoCAD se convirtió en una herramienta que todos pueden obtener y usar.

### **3.1.1.2. Ventajas del AutoCAD.**

La versatilidad del sistema lo ha convertido en un estándar general, sobretodo porque permite:

- Dibujar de una manera ágil, rápida y sencilla, con acabado perfecto y sin las desventajas que encontramos si se ha de hacer a mano.
- Permite intercambiar información no solo por papel, sino mediante archivos, y esto representa una mejora en rapidez y efectividad a la hora de interpretar diseños, sobretodo en el campo de las tres dimensiones. Con herramientas para gestión de proyectos podemos compartir información de manera eficaz e inmediata. Esto es muy útil sobretodo en ensamblajes, contrastes de medidas, etc.
- Es importante en el acabado y la presentación de un proyecto o plano, ya que tiene herramientas para que el documento en papel sea perfecto, tanto en estética, como, lo más importante, en información, que ha de ser muy clara. Para esto tenemos herramienta de acotación, planos en 2D a partir de 3D, cajetines, textos, colores, etc... Aparte de métodos de presentación foto realísticos.
- Un punto importante para AutoCAD es que se ha convertido en un estándar en el diseño por ordenador debido a que es muy versátil, pudiendo ampliar el programa base mediante programación (Autolisp, DCL, Visual Basic, etc.).

## ***3.1.2. Características de las funciones CAD***

### **3.1.2.1 Parámetros iniciales en AutoCAD:**

- Fundamentos del entorno del programa. Ventana de ayuda, ventana gráfica, funciones de ayuda.

- Menús desplegables, en cascada de pantalla. Formatos.
- Organización de las entidades del dibujo, según capa, tipo de línea, paleta de colores, etc. Determinación de unidades de trabajo. Escalas, límites, grilla, coordenadas forzadas. Dibujos prototipos.
- Comando de dibujos genéricos: líneas, círculos, arcos, poli línea, multilínea, arandela, tipos de polígonos, rectángulo, elipse, arcos elípticos, sólidos. Introducción de líneas de construcción y filtros.

### **3.2. Diseño en 2D.**

- Sistemas de coordenadas. Precisión en la fijación de puntos. Sistema absoluto, relativo y polar. Sistemas de coordenadas del usuario. Uso de los distintos sistemas de coordenadas, herramientas que otorgan exactitud en el dibujo.
- Comandos de visualización. Creación de vistas asimilándose a cámaras; nombrar vistas, vistas predeterminadas. Destruir, restaurar, numerar. División de múltiples pantallas.
- Modos de selección. Modos de referencia a entidades.
- Comando de edición básicas.

#### ***3.2.1. Técnicas de edición del dibujo 2D.***

- Comandos de edición avanzados. Introducción de técnicas y trucos para lograr mayor eficiencia.
- Combinación de comandos.
- Comando de edición aplicados en forma productiva.
- Técnicas de espacio papel.

- Uso de bloques. Creación y exportación de bloques. Actualización de bloques.
- Comandos de inquisición: Área, perímetro, centro de mas, distancia entre puntos, incluso de todo el dibujo mismo como una totalidad.

### ***3.2.2. Características avanzadas en AutoCAD.***

- Dimensionados. Tipos de dimensionados: lineal, angular, diametral, radial, ordinal. Términos de las cotas.
- Estilos de acotación. Manipulación de variables. Ajuste del estilo de cota a los requerimientos del dibujo.
- Estilos de texto. Modos de justificación, alineamiento. Creación de estilos y uso de fuentes. Caracteres especiales.
- Importación y exportación de archivos según su utilidad.
- Composición y ploteo de planos. Compresión y uso de escalas.

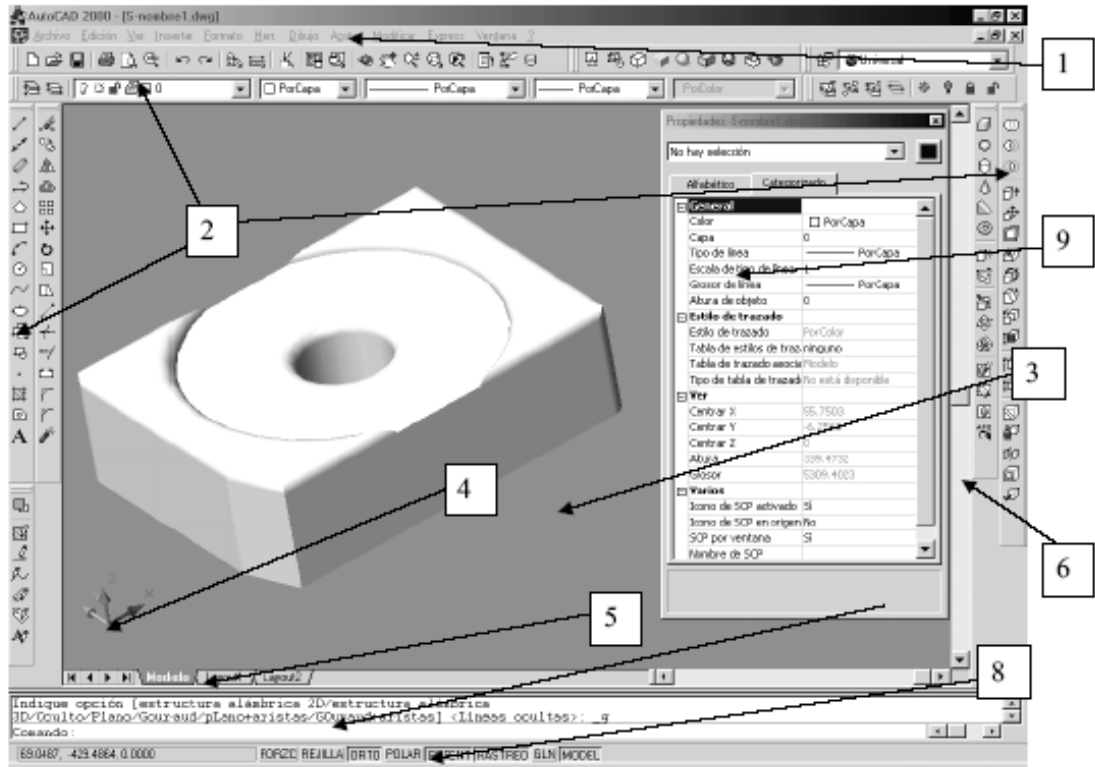
### **3.3. Modelado geométrico 3D.**

- Descripción analítica de la volumetría, contornos y dimensiones de un objeto sistema. Incluyendo relaciones geométricas e incluso algebraicas entre los distintos componentes.
- Proyecciones bidimensionales del objeto o sistema: obtención de vistas, secciones, perspectivas, detalles, etc.; automáticamente.
- Modelado de superficie.
- Creación de modelos tridimensionales usando extrusión, primitivas y revolución.
- Uso de operadores boléanos para sumar, restar e interceptar partes de modelos. Eso del modelador de regiones.

### 3.3.1. Descripción de la pantalla de AutoCAD.

#### GRÁFICO 6

#### Descripción de la pantalla de autoCAD.



Elaborado por: Toapanta Cunalata Edison Geovanny. Autocad

#### 1. Barra de menús:

Permiten acceder a los comandos de AutoCAD de la misma manera que en el resto de aplicaciones Windows. Algunos de los comandos muestran una pequeña flecha, eso quiere decir que contienen un submenú que se abrirá si mantenemos el cursor del ratón sobre el elemento del menú

#### 2. Barras de herramientas:

AutoCAD posee muchas de estas barras, por lo que tan sólo se visualizan por defecto un pequeño número de ellas. Posibilitan el acceder a cada una de las órdenes de AutoCAD de una forma más rápida.

### **3. Área de dibujo:**

Es el espacio en el que realizarás el dibujo, donde trabajaremos. En AutoCAD podrás tener activos simultáneamente varias de estas ventanas; Interesa siempre tener el máximo de espacio de dibujo para trabajar cómodamente.

### **4. Icono del SCP:**

SCP significa "sistema de coordenadas personales". Representa la ubicación de los ejes X, Y, Z en nuestro dibujo. Es fundamental para el trabajo en tres dimensiones.

### **5. Pestañas de selección de modelo y planos:**

Son unas pequeñas lengüetas que nos permiten seleccionar el área de trabajo donde estamos creando nuestro modelo (espacio modelo) y el área de trazado de planos (espacio papel o layout). Podremos realizar tantos planos o presentaciones como deseemos a partir de un dibujo de AutoCAD.

### **6. Barras de desplazamiento:**

Sirven para mover horizontal y verticalmente el dibujo, a semejanza de otras aplicaciones para Windows, aunque en el caso de AutoCAD no vamos a usarlas prácticamente nunca. En su lugar utilizaremos las herramientas de zoom y desplazamiento. Es preferible desactivarla desde el menú Herramientas Opciones Visual. Elementos de Ventana, desde donde también podremos configurar los colores y los tipos de letra que utilizará AutoCAD.

### **7. Ventana de líneas de comando:**

Se trata de una ventana de texto en la que podremos introducir comandos de AutoCAD desde el teclado, y que servirá también para que AutoCAD nos pida

información sobre datos o acciones. Cada una de las acciones que AutoCAD puede realizar tiene asociada un comando, y de hecho hay órdenes que tan sólo pueden ser introducidas mediante dicho comando.

#### **8. Barra de estado:**

Sirve para visualizar las coordenadas de la posición actual del cursor, para obtener una breve ayuda sobre comandos, y también tiene una serie de botones cuyo uso iremos viendo más adelante.

#### **9. Ventanas de diálogo o de edición:**

En algunos momentos AutoCAD presentará ventanas adicionales desde donde realizaremos las opciones propias del comando que hayamos ejecutado.

### **3.4 SolidWorks**

El software de CAD en 3D SolidWorks es una aplicación intuitiva con la que podrá desarrollar productos más perfectos, pues permite a su equipo de diseño trabajar de una manera más rápida y productiva. Al igual que las versiones anteriores del software, SolidWorks ofrece innovaciones líderes en el sector, así como cientos de mejoras derivadas de las solicitudes de los clientes. Con ello, su organización ocupará una posición de ventaja con respecto a la competencia.

Diseñe productos más perfectos con prestaciones de CAD en 3D sin precedentes y fáciles de utilizar. Con el software SolidWorks, los datos de diseño son 100% editables y las relaciones entre las piezas, los ensamblajes y los dibujos están siempre actualizadas.

#### ***3.4.1. Facilidad de uso.***

Reduzca el proceso de diseño con decenas de innovaciones que le permiten

ahorrar Tiempo. Disminuya la confusión visual y el cansancio con las interacciones que ocurren en frente de la vista del usuario, un conjunto de funciones de control y de visualización intuitivas.

### ***3.4.2. Transición e integración de datos 2D a 3D.***

Modifique y mantenga archivos DWG en formato nativo con DWGeditor, una herramienta de edición que proporciona una interfaz familiar a los usuarios de AutoCAD®. Conserve el valor de sus datos de diseño con la mejor herramienta disponible para convertir datos 2D a 3D, adaptar geometría reutilizable en 2D y permitir una adopción sin complicaciones de la tecnología de CAD en 3D; incluye una exhaustiva documentación de ayuda para usuarios de AutoCAD.

### ***3.4.3. Prestaciones únicas.***

Benefíciense de la completa gama de herramientas integradas y funciones innovadoras que ofrece en exclusiva el software de diseño mecánico SolidWorks:

- Tecnología SWIFT™ (SolidWorks Intelligent Feature Technology): simplifique el proceso de diseño con la primera tecnología que pone al servicio de los usuarios técnicas expertas para el desarrollo de las operaciones de diseño de CAD en 3D más complicadas. Por ejemplo, SWIFT le permite ordenar de una forma automática y correcta operaciones de piezas tales como ángulos de salida y redondeos.
- Análisis de piezas integrados: garantice la integridad del diseño y el empleo de materiales de bajo coste gracias a COSMOSXpress™, un asistente para analizar tensiones con sólo seleccionar y hacer clic que permite comprobar los diseños de piezas de una forma rápida y sencilla.
- Comunicación de diseño: comparta con facilidad los conceptos de diseño con

eDrawings, la primera herramienta habilitada para correo electrónico y que facilita en gran medida la comunicación a la hora de diseñar el producto. Gracias a la posibilidad de trabajar con documentos PDF de Adobe® de los diseños en 3D de SolidWorks, el intercambio de conceptos de diseño a través de los grupos de fabricación e ingeniería resultará todavía más sencillo.

- Herramientas de diseño de maquinaria: saque partido a un completo conjunto de herramientas de diseño, análisis y documentación de piezas soldadas. Obtenga las mejores prestaciones para chapas metálicas, totalmente asociativas. Gracias a ellas, podrá desplazarse con rapidez desde la fase de diseño hasta los dibujos de fabricación definitivos.

Ahorre tiempo consultando una biblioteca de operaciones de diseño de maquinaria.

- Herramientas de diseño de moldes: automatice la creación de núcleos y cavidades con herramientas de diseño de moldes integradas. Utilice MoldflowXpress, una herramienta de validación de diseños basada en un asistente, para comprobar de forma rápida y sencilla la viabilidad de la fabricación de piezas de plástico moldeadas por inyección.

- Herramientas de diseño de productos de consumo: acelere el diseño de productos de consumo con herramientas mejoradas para la creación y manipulación sencillas de superficies complejas.

- Prestaciones de búsqueda universales: encuentre con rapidez todos los archivos de SolidWorks, independientemente de que estén almacenados localmente o en una red compartida.

- Acceso en línea a componentes listos para usar: ahorre tiempo con 3D ContentCentral, un recurso en línea que proporciona archivos de CAD de componentes listos para usar por proveedores líderes en el sector.

#### ***3.4.4. Modelado de piezas.***

Cree fácilmente diseños con extrusiones, revoluciones, operaciones lámina, vaciados complejos, patrones de área rayada y Taladros aprovechando las prestaciones del modelado de piezas basado en operaciones. Acelere el modelado de piezas con un control exclusivo a nivel de operaciones sobre las piezas multicuerpo. Realice cambios de diseño en tiempo real con la sencilla función de arrastrar y colocar durante la edición dinámica de operaciones y croquis.

#### ***3.4.5. Modelado de ensamblajes.***

Haga referencia a otras piezas directamente y mantenga sus relaciones al crear piezas nuevas. Benefíciense de un rendimiento sin precedentes en el diseño de ensamblajes de gran tamaño con decenas de miles de piezas. Trabaje más deprisa con el modo Aligerado sin prescindir de las prestaciones de diseño y documentación. Arrastre y coloque las piezas y operaciones en su lugar.

- Acelere el diseño de ensamblajes con la función de enganche automático SmartMates y los Componentes inteligentes reutilizables, que se ajustan automáticamente a otros componentes del diseño. Simule el movimiento real y la interacción mecánica entre sólidos con las prestaciones de la Simulación física.
- Simule el movimiento de correas, cadenas, cremalleras, piñones y engranajes, y visualice con facilidad distintos colores, texturas y otras características en pantalla.

### **3.5. Descripción de la Propuesta**

El manual de capacitación para docentes y alumnos , que contiene paso a paso el manejo de actividades en la utilización de solidwork. Cada guía cuenta con su contenido respectivo es didáctica por su uso y además posee evaluaciones de los conocimientos adquiridos por lo que se convierte en un instrumento de mucha valía para los docentes y los estudiantes.

A continuación se presenta un temario de la guía metodológica

**PRÁCTICA N° 1 AUTOCAD**

Utilización de conectores

**PRÁCTICA N° 2 AUTOCAD**

Inversión del conector mediante la tecla Tab

**PRÁCTICA N° 3 AUTOCAD**

Esquema Conexión a tierra

**PRÁCTICA N° 4 AUTOCAD**

Esquema Conexión a tierra Sistema IT

**PRÁCTICA N° 5 AUTOCAD**

Inserción de cables en bus múltiple

**PRÁCTICA N° 6 SOLIDWORKS**

Crear un punto de Conexión en una Pieza:

**PRÁCTICA N° 7 SOLIDWORKS**

Crear las bibliotecas de los cables

**PRÁCTICA N° 8 SOLIDWORKS**

Creación del Subensamblaje REFLECTOR-FOCO.

**PRÁCTICA N° 9 SOLIDWORKS**

Creación de un archivo de eDrawings para diseños eléctricos

**PRÁCTICA N° 10 SOLIDWORKS**

Creación de un archivo de eDrawings para diseños eléctricos

# **PRÁCTICA N° 1 AUTOCAD**

## **Utilización de conectores**

### **1. Trabajo preparatorio**

- a) Conocer los beneficios de la utilización del AutoCAD en el desarrollo de actividades eléctricas.
- b) Como se deben utilizar las herramientas de cables de punto a punto mediante sistemas computarizados.
- c) Determinar la utilidad de esta técnica para el desarrollo de diagramas.

### **2. Objetivos**

#### **2.1.General**

Conocer los beneficios que tiene la utilización del software en las aplicaciones eléctricas para el mejor desempeño profesional de los estudiantes.

#### **2.2. Especifico**

Aprender de los beneficios que presta la utilización de programas computacionales en el desarrollo de actividades eléctricas

Conocer como brindar una óptima utilización a los conectores apoyados en el AutoCAD.

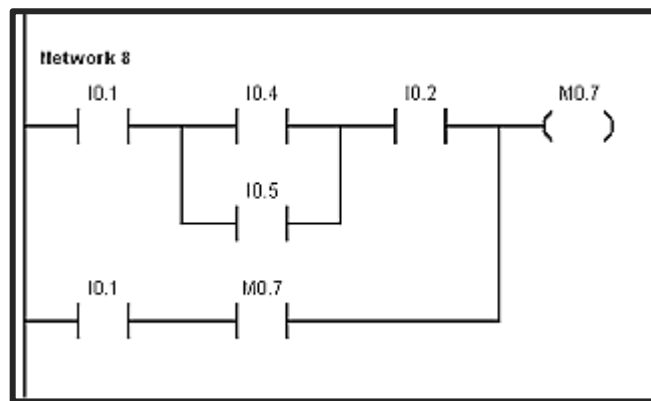
### **3. Utilización de las herramientas de cables de punto a punto**

Las herramientas de cables de punto a punto resultan útiles para crear fácilmente y utilizar esquemas de cables de punto a punto (en oposición a los esquemas de estilo de diagrama Ladder).

A pesar de que estas herramientas pueden resultar útiles para esquemas de estilo de diagrama Ladder, su objetivo es funcionar correctamente con dibujos que presentan una gran cantidad de conectores de polos múltiples interconectados.

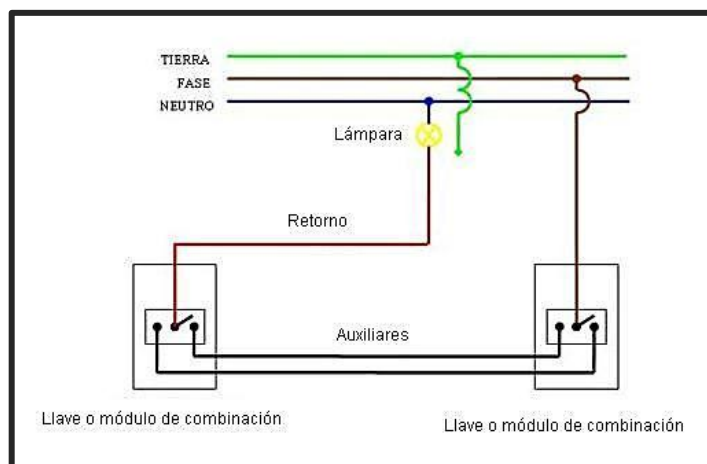
En lugar de crear y mantener una gran biblioteca de símbolos de conector de esquema, cada símbolo se genera de forma paramétrica, al instante, en cada entrada del usuario y según la orientación que éste defina. La barra de herramientas Insertar conector contiene herramientas de edición e inserción de conectores.

**GRÁFICO N° 7**  
**ESQUEMA DE ESTILO DE DIAGRAMA LADDER**



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

**GRÁFICO N° 8**  
**ESQUEMA DE ESTILO DE PUNTO A PUNTO**



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

Además de las herramientas específicamente relacionadas con conectores de la barra de herramientas Conector, existen otras herramientas de AutoCAD Electrical disponibles para editar diagramas de cables de punto a punto.

### **Insertar conectores**

Utilice esta herramienta para insertar símbolos de conector generados paramétricamente.

- Haga clic en la herramienta Insertar conector.
- En el cuadro de diálogo Insertar conector, especifique el espaciado y el número de polos.

(Opcional) Para obtener el número de polos, haga clic en Designar y dibuje una inserción automática que muestre la longitud del conector deseado.

- Especifique si va a generar el conector mediante un espaciado de polo fijo, o si lo va a comprimir o a expandir para hacer coincidir los polos con las intersecciones de cables subyacentes.
- Especifique si va a insertar todo el conector de una sola vez o si va a hacerlo manualmente, polo por polo, con una opción para insertar espaciadores o para cortar el conector en dos o más partes.
- Haga clic en los botones Girar o Cambiar para cambiar la visualización del símbolo del conector.

La imagen de la vista preliminar se actualiza para reflejar los cambios realizados en las opciones de visualización del conector.

- (Opcional) Haga clic en Detalles para obtener más opciones para definir los parámetros de tamaño, forma y visualización de los símbolos de conector generados paramétricamente.
- Haga clic en Insertar. Se muestra un contorno de vista preliminar del conector de la inserción en el dibujo. Muestra esquinas redondeadas en el lado de la clavija del conector. Una "x" indica el punto de inserción del conector y la flecha indica la dirección de las conexiones de cables del lado de la clavija.

- Especifique el punto de inserción en el dibujo o introduzca Z (zoom), E (encuadre), X, V o Tab en la solicitud de comandos para cambiar la orientación del conector antes de la inserción.

### **3. Conclusiones**

Es importante reconocer las utilidades de que la automatización posee como parte de la vinculación de los contenidos y los procesos prácticos por ello se efectúan las siguientes conclusiones

- Es importante la utilización de diagramas para la ejecución de proyectos eléctricos que faciliten la viabilidad de los mismos y la mejor comprensión por parte de los clientes
- Mediante la práctica podemos establecer que existen otras herramientas de AutoCAD Electrical disponibles para editar diagramas de cables de punto a punto.

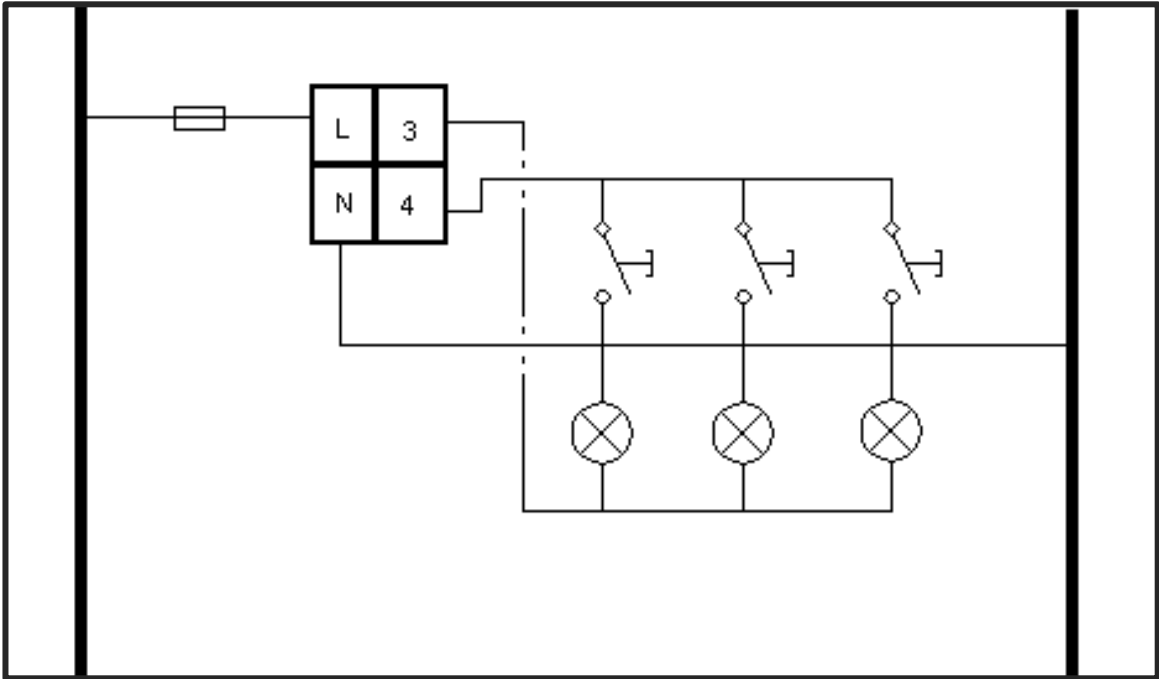
### **4. Recomendaciones**

Se establecen las siguientes recomendaciones:

- El uso adecuado de los sistemas informáticos permitirá una mayor realización de los proyectos eléctricos.
- No olvide guardar los cambios pertinentes en el trabajo o proyecto
- Es importante destacar que el desarrollo y mejoramiento de este sistema requiere de práctica cuanto más se realicen se fortalecerá los conocimientos.
- Cuando estemos seguros del proyecto realizado es importante guardar los cambios que se ejecuten en el mismo este paso permite realizar modificaciones futuras.

5. Anexos

ANEXO CABLES DE PUNTO A PUNTO



Elaborado por: Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

## **PRÁCTICA N° 2 AUTOCAD**

### **Inversión del conector mediante la tecla Tab**

#### **1. Trabajo preparatorio**

- a) Conocer los beneficios de la utilización del Auto Cad en el desarrollo de actividades eléctricas
- b) Como se deben utilizar la inversión del conector mediante la tecla Tab
- c) Determinar la utilidad de esta técnica en diagramas que permitan para invertir el conector, ya sea con respecto a su eje largo o extremo por extremo

#### **2. Objetivos**

##### **2.1. General**

Establecer criterios sobre la inversión de los conectores mediante la utilización de una tecla en el sistema de diseño asistido por computadora cad 2 D y 3 D

##### **2.2.Específico**

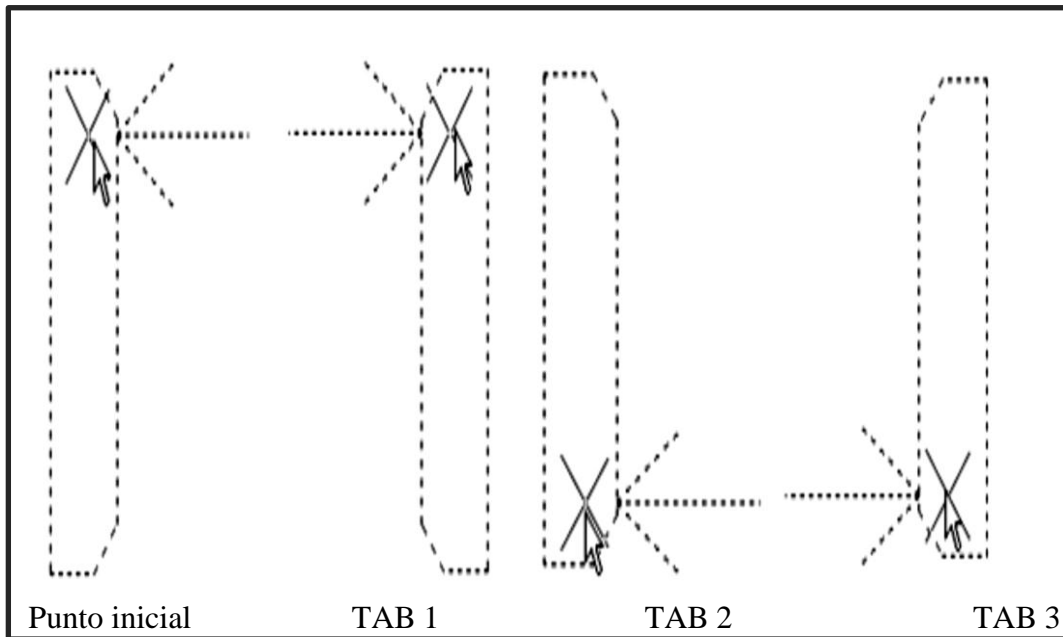
- a) Generar conocimientos básicos sobre la inversión de conectores mediante la utilización de la tecla Tab la letra V.
- b) Conocer como brindar una óptima utilización a los conectores apoyados en el AutoCAD.

#### **3. Inversión del conector mediante la tecla Tab**

Antes de asignar el contorno del conector al dibujo, puede pulsar la tecla de tabulación para invertir el conector, ya sea con respecto a su eje largo o extremo

por extremo. Si el conector es vertical, al pulsar la tecla Tab varias veces, la imagen cambia entre estas cuatro orientaciones:

### GRÁFICO N° 9 INVERSIÓN DEL CONECTOR MEDIANTE LA TECLA TAB

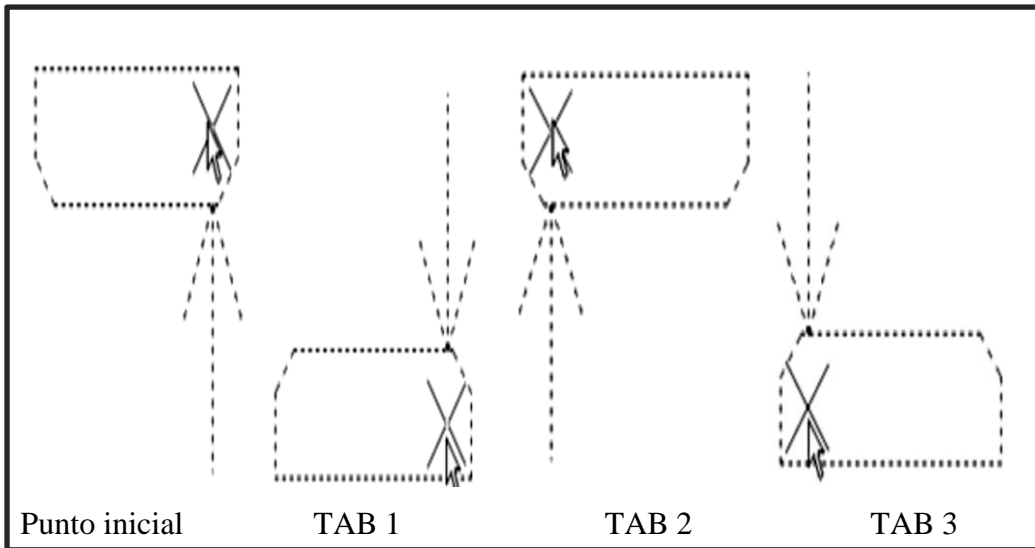


**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

#### **Rotación del conector mediante la tecla V**

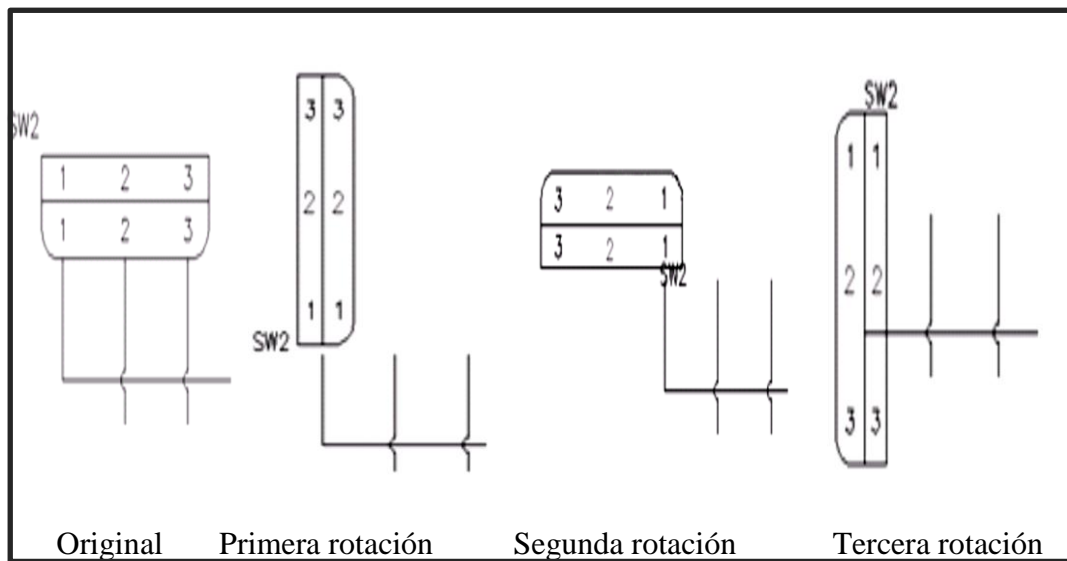
Pulse "V" en la solicitud de comandos para alternar entre las orientaciones vertical y horizontal. Según la ubicación del contorno en el proceso de cambio, al pulsar la tecla Tab se invierte el conector, ya sea con respecto a su eje largo o extremo por extremo. Cuando se encuentra en orientación horizontal, la imagen cambia entre las cuatro orientaciones que se indican a continuación al pulsar la tecla de tabulación varias veces.

**GRÁFICO N° 10**  
**ROTACIÓN DEL CONECTOR MEDIANTE LA TECLA V**



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

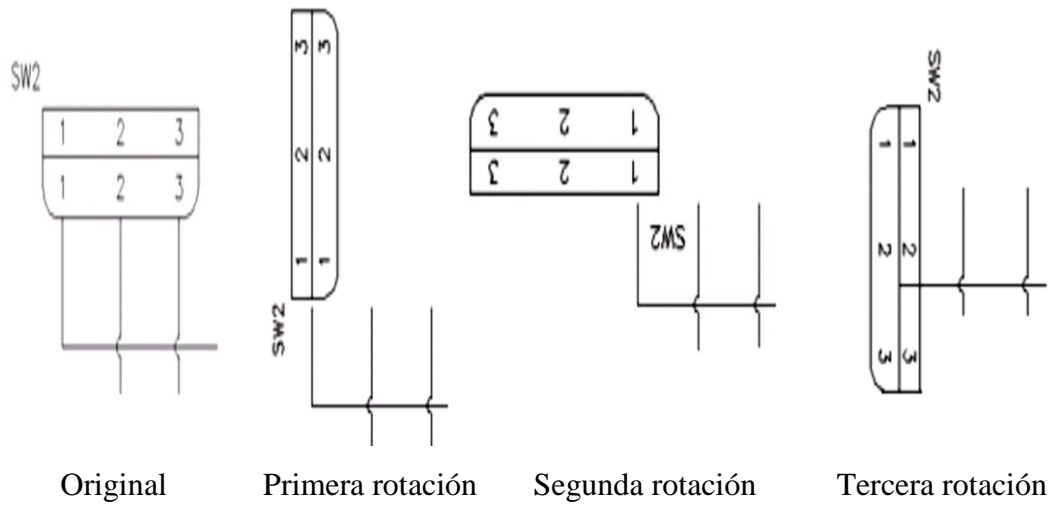
**GRÁFICO N° 11**  
**EJEMPLO: RETENER ORIENTACIÓN DE ATRIBUTOS = SÍ**



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

## GRÁFICO N° 12

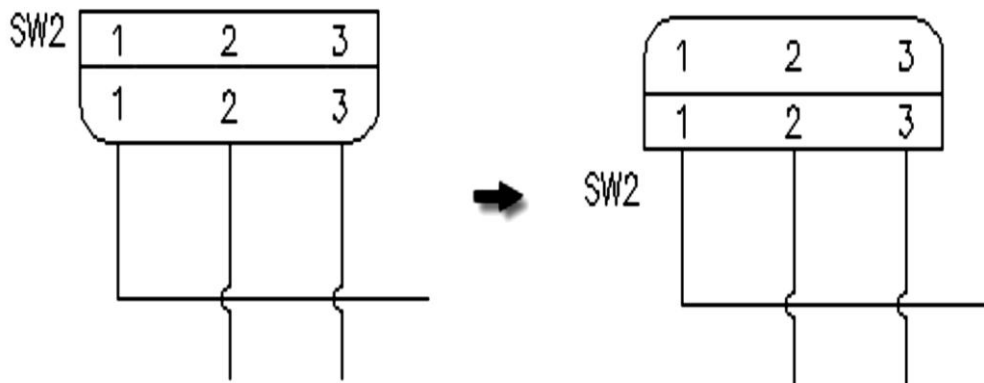
### EJEMPLO: RETENER ORIENTACIÓN DE ATRIBUTOS = NO



Elaborado por: Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

## GRÁFICO N° 13

### INVERSIÓN DE CONECTORES



Elaborado por: Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

Utilice esta herramienta para invertir la orientación del conector respecto a su eje horizontal o vertical. Las conexiones de cables existentes no se volverán.

#### **4. Conclusiones**

En la realización de los proyectos hay que tener en cuenta la variación de los formatos o la utilización de los comandos por ello se establecen las siguientes conclusiones:

- Tener un especial cuidado en el desarrollo de la práctica con los comandos Tab y V ya que ambos operan de manera distinta cambiando el desarrollo de sus funciones.
- Mediante la práctica podemos establecer el uso de ambos comandos así como la función básica necesaria que cada uno realiza.

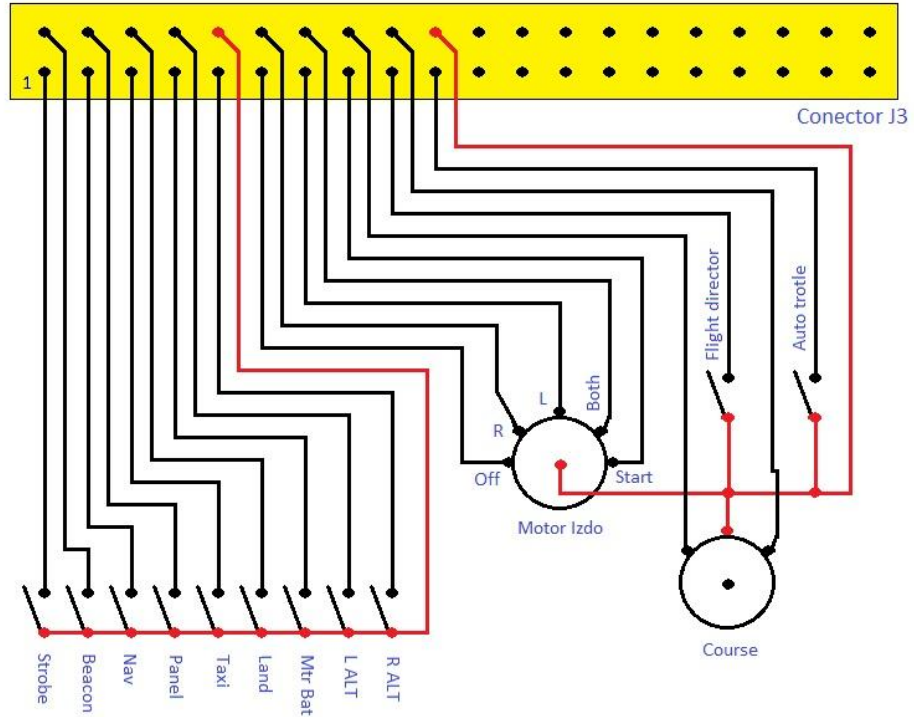
#### **5. Recomendaciones**

Se establecen las siguientes recomendaciones

- Mantener mucho cuidado con el desarrollo de la práctica.
- Utilizar la inversión de conectores de manera operativa destacando el caso de acuerdo a las necesidades del operador.
- Es importante destacar que el desarrollo y mejoramiento de este sistema requiere de práctica cuanto más se realicen se fortalecerá los conocimientos.
- Existen diferentes comandos para la ejecución de estos programas por ello es importante conocer las diferentes aplicaciones y utilidades de cada una.

## 6. Anexos

### Anexo Inversión del conector mediante la tecla Tab



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

## **PRÁCTICA N° 3 AUTOCAD**

### **Esquema Conexión a tierra**

#### **1. Trabajo preparatorio**

- a) Como se realizan esquemas de conexión a tierra mediante la utilización de AutoCAD.
- b) Importancia de conocer el proceso de elaboración de la conexión de tierra median diseño asistido por computadora.
- c) Determinar la utilidad de esta técnica en diagramas que permitan para invertir el conector, ya sea con respecto a su eje largo o extremo por extremo.

#### **2. Objetivos**

##### **2.1. General**

Determinar la importancia de manejar diagramas automáticos diseñados a esquemas de conexión a tierra.

##### **2.2.Específico**

- a) Conocer los procesos de conexión a tierra por medio de las etapas
- b) Definir la importancia de cada etapa y manejar el diseño estructural de las mismas.

#### **3. Esquema de conexión a tierra**

Existen 3 tipos de sistemas de puesta a tierra del centro de estrella del transformador de la compañía distribuidora de energía eléctrica en instalaciones de Baja Tensión:

**TN puesta al neutro.**

**IT neutro aislado.**

**TT puesta a tierra.**

La primera letra indica la condición de puesta a tierra de la fuente de energía (el centro de estrella de los transformadores).

La segunda letra indica las condiciones de la puesta a tierra de las masas de la instalación eléctrica (en el usuario).

**T:** puesta a tierra directa.

**I:** aislación de las partes activas con respecto a tierra o puesta a tierra en un punto de la red a través de una impedancia.

**Sistema TN**

Por motivos técnicos (garantizar que el conductor neutro posea un potencial 0), y económicos (la distribución se debe hacer con 4 ó 5 conductores), este sistema es muy poco utilizado, por lo cual no abundaremos en sus detalles.

**N:** masas unidas directamente a la puesta a tierra funcional (provisto por la compañía distribuidora).

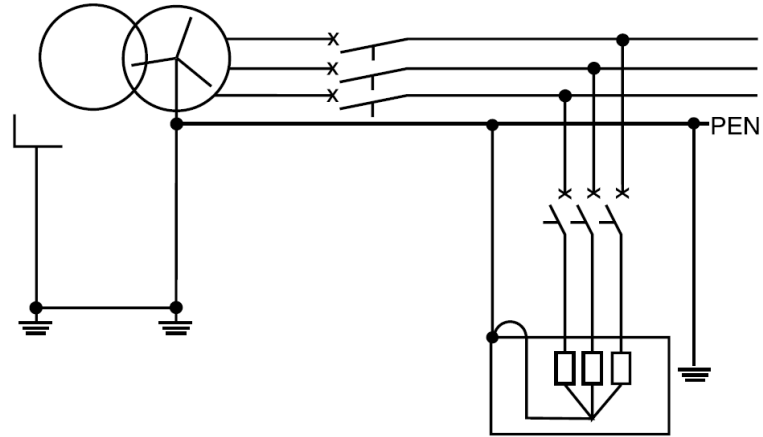
Este sistema utiliza al neutro conectado a tierra. Existen dos esquemas, el TNC donde el conductor neutro y protección son uno solo (conductor PEN), y el TNS en el que ambos conductores están separados (conductor PE y N).

La figura muestra los esquemas de los dos sistemas.

**Sistema TN – C**

En el esquema TN-C los conductores de protección se conectan directamente al conductor de neutro.

**GRÁFICO N° 14**  
**SISTEMA IT**

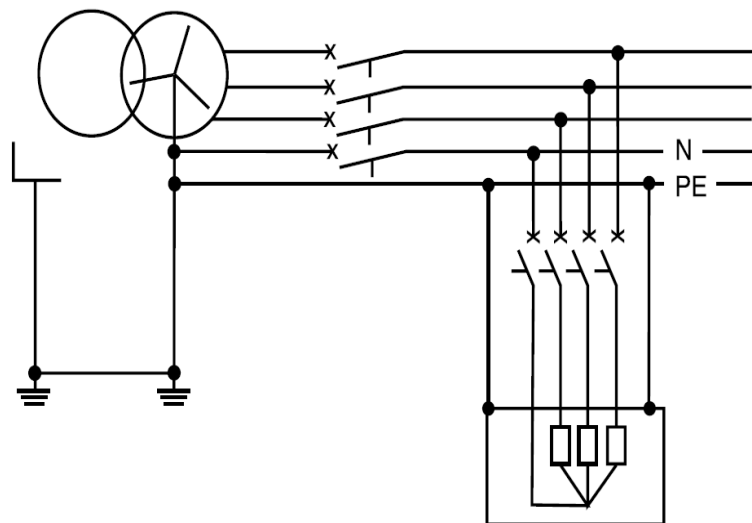


**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

Sistema TN – S

En el esquema TN-s los conductores de protección se conectan a un conductor de protección distribuido junto a la línea, y conectado al conductor de neutro en el transformador.

**GRÁFICO N° 15**  
**SISTEMA TN – S**



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

#### **4. Conclusiones**

En la realización de los proyectos hay que tener en cuenta la variación de los formatos o la utilización de los comandos por ello se establecen las siguientes conclusiones.

- Tener un especial cuidado en el desarrollo de la práctica con los comandos Tab y V ya que ambos operan de manera distinta cambiando el desarrollo de sus funciones.
- Mediante la práctica podemos establecer el uso de ambos comandos así como la función básica necesaria que cada uno realiza.

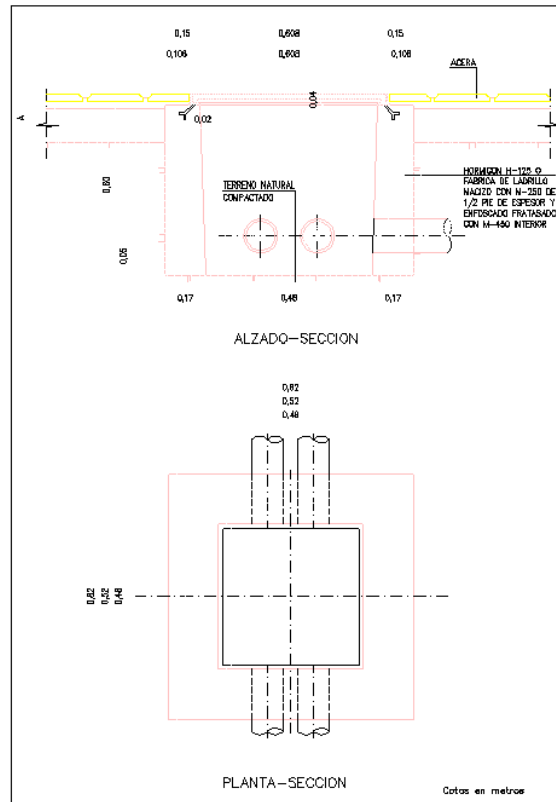
#### **5. Recomendaciones**

Se establecen las siguientes recomendaciones:

- Mantener mucho cuidado con el desarrollo de la práctica.
- Utilizar la inversión de conectores de manera operativa destacando el caso de acuerdo a las necesidades del operador.
- Es importante destacar que el desarrollo y mejoramiento de este sistema requiere de práctica cuanto más se realicen se fortalecerá los conocimientos.
- Existen diferentes comandos para la ejecución de estos programas por ello es importante conocer las diferentes aplicaciones y utilidades de cada una.

## 6. Anexos

### ANEXO ESQUEMA CONEXIÓN A TIERRA



Elaborado por: Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

## **PRÁCTICA N° 4 AUTOCAD**

### **Esquema Conexión a tierra Sistema IT**

#### **1. Trabajo Preparatorio**

- a) Como se realizan esquemas de conexión a tierra mediante la utilización de AutoCAD utilizando sistema IT.
- b) Importancia de conocer el proceso de elaboración de la conexión de tierra median diseño asistido por computadora utilizando el sistema IT.

#### **2. Objetivos**

##### **2.1. General.-**

Determinar la importancia de manejar diagramas automáticos diseñados a esquemas de conexión a tierra utilizando el sistema IT.

##### **2.2.Específico.-**

- a) Conocer los procesos de conexión a tierra utilizando el sistema IT y el sistema TT.
- b) Definir la importancia de cada etapa y manejar el diseño estructural de las mismas.

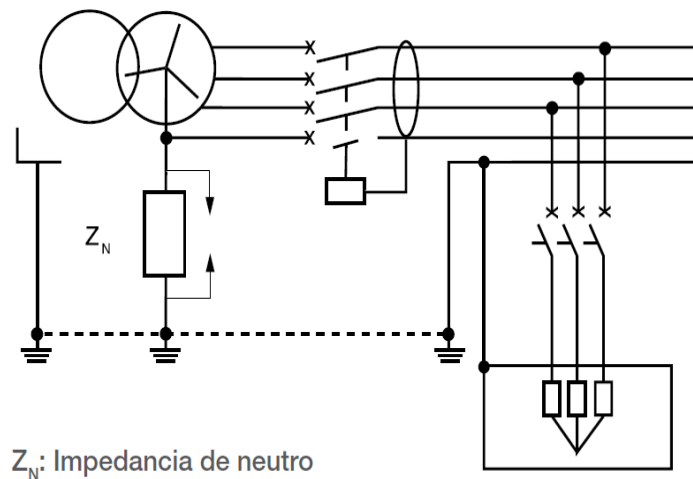
#### **3. Sistema it**

En este sistema el neutro no está conectado sólidamente a tierra. El neutro puede estar totalmente aislado o unido por medio de una impedancia de alto valor (neutro impedante).

Se encuentra en algunas instalaciones industriales y hospitales, que disponen de transformadores de aislación o una SET privada; donde una interrupción de la alimentación pueda tener consecuencias graves, debiéndose garantizar la continuidad del servicio.

La figura muestra el esquema de instalación de un sistema IT.

**GRÁFICO N° 16**  
**SISTEMA IT**



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

Las masas deben interconectarse y ponerlas a tierra en un solo punto.

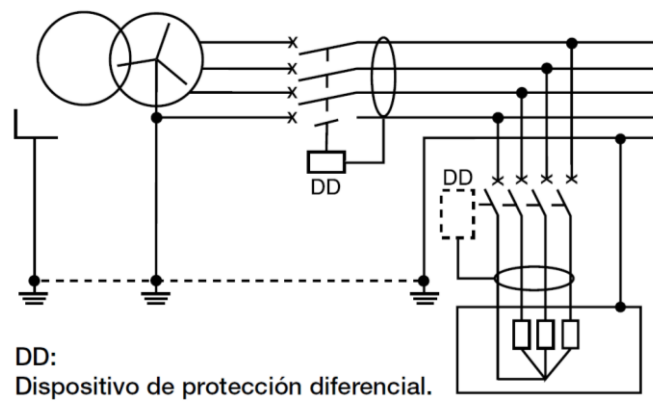
La corriente de la primera falla adquiere valores despreciables, por lo tanto la tensión de contacto adquiere valores no peligrosos para las personas.

La corriente de una segunda falla (estando la primera) puede adquirir valores de corriente elevados según la puesta a tierra de las masas, estén interconectadas (condición similar a TN) o separadas (condición similar a TT).

## Sistema TT

Es el sistema de puesta a tierra más utilizado en las redes públicas y privadas de Baja Tensión. La figura siguiente muestra el esquema de la instalación.

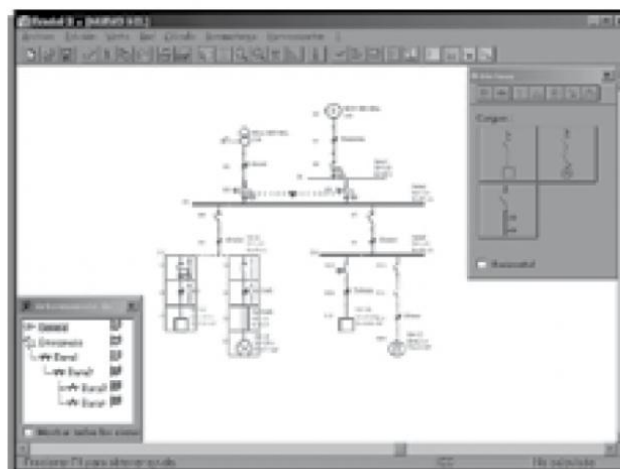
**GRÁFICO N° 17**  
**SISTEMA TT**



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

Las masas de la instalación deben estar interconectadas y puestas a tierra en un solo punto.

**GRÁFICO N° 18**  
**REPRESENTACIÓN TT**



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

**En las características globales del sistema, se requiere:**

Tensión entre fases en kV.

Tipo de puesta a tierra (TT, TNC, TNS, IT)

Filiación solicitada.

Selectividad solicitada.

Sección máxima permitida en mm<sup>2</sup>.

Sección del neutro respecto de las fases.

Factor de potencia.

**La descripción de las cargas incluye como mínimo las siguientes variables a considerar:**

Longitudes de los cables y canalizaciones en metros.

Corriente nominal de la carga.

Tipo de puesta a tierra.

Potencia en kW.

Opción de agregar protección diferencial, telemando o equipo extraíble.

Si es alumbrado se agrega, desde una tabla de selección predeterminada, el tipo,

Nº de equipos y potencia unitaria en W.

Si es motor, se agrega desde una tabla de selección predeterminada, la potencia mecánica en kW, rendimiento, corriente de partida y tipo de coordinación.

Salvo en circuitos de tomas donde es mandatorio.

**4. Recuerda.-**

- En la electrónica es imperante la correcta conexión a tierra, esta permitirá evitar dificultades futuras.

**5. Conclusiones**

En la realización de los proyectos hay que tener en cuenta la variación de los formatos o la utilización de los comandos por ello se establecen las siguientes conclusiones.

Este es el esquema que ofrece una mayor continuidad de servicio, ya que corta el suministro al segundo defecto, a diferencia de los otros que lo hacen al primero. Ello se debe a que en un primer defecto la corriente se encuentra con una resistencia muy grande para retornar al transformador y se puede considerar un circuito abierto. Un segundo contacto provocará una circulación de corriente y actuarán los dispositivos de protección.

El esquema IT requiere una puesta a tierra totalmente independiente de otras instalaciones, ya que de lo contrario, la corriente podría regresar al transformador y provocar que el primer defecto sea verdaderamente peligroso. Igualmente, las masas metálicas no deben estar conectadas a otras de instalaciones diferentes.

Las instalaciones realizadas conforme a este esquema se denominan instalaciones flotantes o en isla.

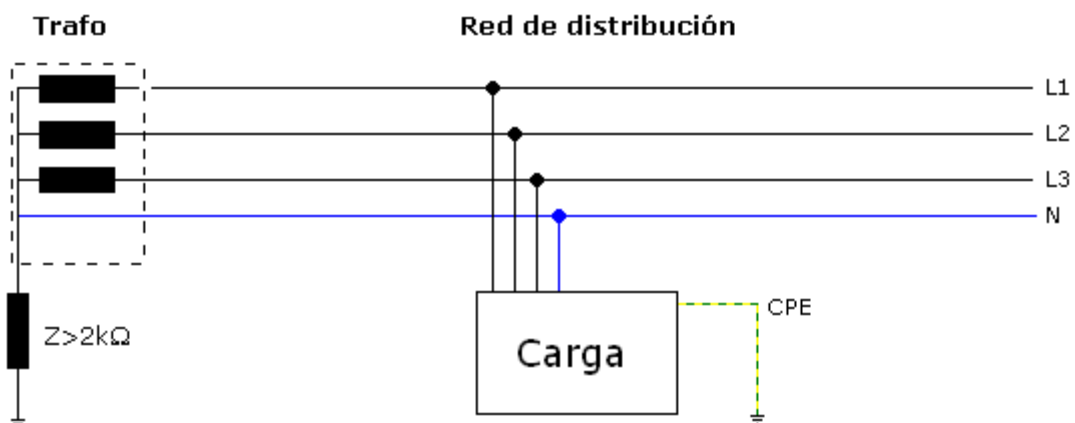
## 6. Recomendaciones

Se establecen las siguientes recomendaciones:

- Mantener mucho cuidado con el desarrollo de la práctica
- En este tipo de esquema se recomienda no distribuir el neutro. Se puede añadir una bombilla, para avisar que hay un fallo eléctrico. Normalmente, va colocada, encima de la resistencia de la línea de tierra.

## 7. Anexos

### ANEXO ESQUEMA CONEXIÓN A TIERRA SISTEMA IT



# PRÁCTICA N° 5 AUTOCAD

## Inserción de cables en bus múltiple

### 1. Trabajo Preparatorio

- a) Conocimientos previos sobre la inserción de cables en bus múltiple.
- b) Establecer las características del proyecto o diagrama a efectuar.
- c) Determinar la importancia del tema en el desarrollo de la práctica profesional.

### 2. Objetivos

#### 2.1. General.-

Establecer diagramas que permitan la ejecución o inserción de cables en bus múltiples como parte de los conocimientos básicos requeridos para la correcta utilización del software.

#### 2.2. Específico.-

- c) Conocer los procesos de inserción de cables en bus múltiple
- d) Definir la importancia de cada etapa y manejar el diseño estructural de las mismas.

### 3. Inserción de cables de bus múltiples

- 1 Haga clic en la flecha en la herramienta Insertar cable para acceder a la herramienta Bus de cables múltiples.
- 2 Haga clic en la herramienta Bus de cables múltiples.
- 3 Defina el espaciado horizontal y vertical de los cables.
- 4 Seleccione el modo para definir la posición "empezando en".

Empezando en las conexiones punto a punto: seleccione el botón de opción y haga clic en Aceptar. Designe o seleccione mediante ventana los puntos de conexión de cables del componente.

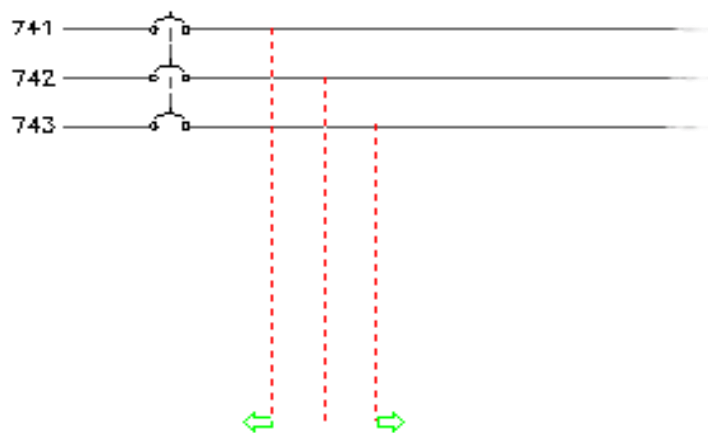
Empezando en otro bus: seleccione el número de cables (utilice los botones o escríbalo en el cuadro de edición) y haga clic en Aceptar.

Especifique el punto de conexión en el bus de cable existente para el primer cable del nuevo bus. Desplace lentamente el cursor por encima.

Durante la inserción de cables, aparece el tipo de cable actual en la solicitud de comandos. Si se inicia en un componente o en un espacio vacío, escriba la tecla de acceso directo "T" y seleccione un nuevo tipo de cable en el cuadro de diálogo Definir/ editar tipo de cable para modificarlo. El nuevo tipo de cable se convierte en el tipo de cable actual y el comando sigue con la inserción de cables.

A medida que se extraen cables, los cables ficticios aparecen en el cursor e indican la dirección y el número de cables que deben insertarse en el dibujo. Para doblar una esquina, desplace el cursor fuera de la línea del bus. Para invertir o cambiar la secuencia de fase del giro, pulse "F" + Intro. La visualización de cable ficticio aparece en rojo cuando detecta que el enrutamiento se acerca a la distancia de conexión de cables de otro cable.

### GRÁFICO N° 19 INSERCIÓN DE CABLES DE BUS MÚLTIPLES



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

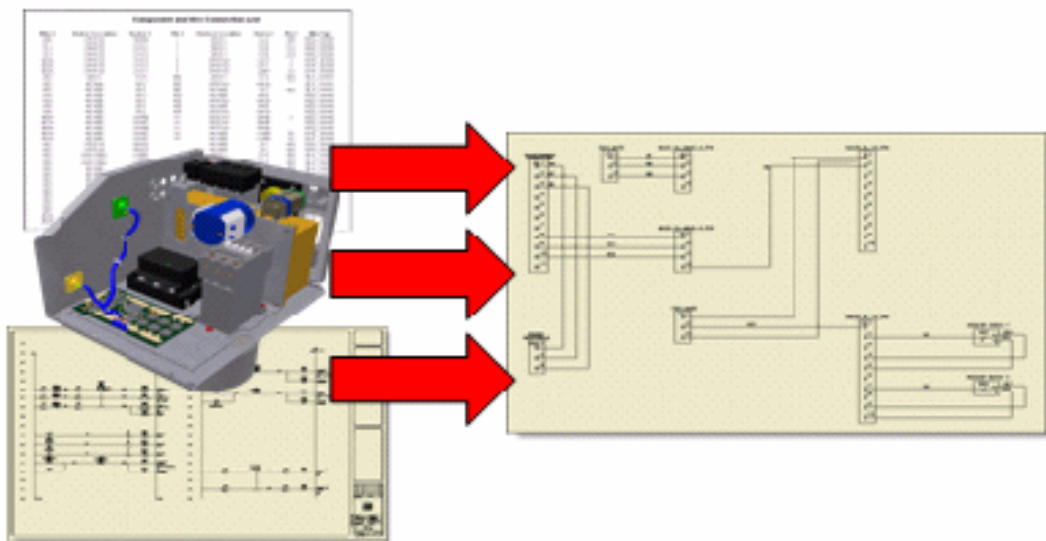
5 Haga clic en un punto de la pantalla para establecer el punto final de los cables o bien pulse "C" + Intro para cerrar el enrutamiento actual y seguir dibujando cables múltiples. Si el bus se acerca a un dispositivo de conexión múltiple, como un conector, intentará alinear el espaciado de los cables de bus para que coincida con las conexiones de cables.

6 Haga clic con el botón derecho para crear los cables. Se insertan los cables y los puntos de conexión de cables, y los saltos y espacios (si están configurados) se insertan automáticamente en los puntos de intersección de cables.

### **Importación de datos de Cable y arnés de Autodesk Inventor Professional**

#### **GRÁFICO N° 20**

#### **CABLE Y ARNÉS DE AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL**



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

La exportación de XML de Autodesk Inventor Professional (AIP) a AutoCAD Electrical permite seleccionar conectores en una lista definida en la exportación y, a continuación, insertarlos en un archivo de dibujo en 2D. Una vez se han insertado los conectores en el dibujo, en el cuadro de diálogo Selección de conector, haga clic en Cable para insertar todas las conexiones de cables en todos los componentes del archivo de dibujo. AutoCAD Electrical analiza los datos de los archivos para determinar todas las conexiones de cables Desde y Hasta. Una

vez se ha determinado la información de los cables, éstos se enrutan de forma que se garantice la omisión de la geometría existente en el dibujo.

A medida que se insertan los cables, los tipos de cable del archivo XML se aplican a la capa de cable del dibujo de AutoCAD Electrical. Además, los números de cable y los símbolos de marcador de manguera se insertan en el dibujo. Los números de cables se insertan en función del parámetro de número de cable del dibujo (sobre el cable, en línea con el cable o bajo el cable). El primer marcador de manguera listado en el archivo XML se inserta como el principal y los marcadores subsiguientes del mismo designador de referencia (Etiqueta de manguera), como secundarios.

Algunos nombres de propiedades de cables de Autodesk Inventor Professional deben mantenerse dentro de AutoCAD Electrical. Asegúrese de que los nombres de los encabezamientos de columna (definidos en el cuadro de diálogo.

Renombrar columnas de usuario coincide con los nombres de propiedad procedentes de la exportación de XML de Autodesk Inventor Professional (definidos en el cuadro de diálogo Propiedades personalizadas de Autodesk Inventor). Por ejemplo, la propiedad TAMAÑO DE NÚCLEO se asigna a una columna de usuario del cuadro de diálogo Crear/editar tipo de cable si existe un encabezamiento de columna definido como "TAMAÑO DE NÚCLEO".

#### **4. Recuerda.-**

- Si tiene algún problema al conectar un cable trifásico nuevo a un bus existente, inicie el comando y seleccione el punto inicial del bus existente. Desplace lentamente el cursor a lo largo de los demás cables del bus. AutoCAD Electrical tiene así mayor oportunidad para localizarlos y conectar correctamente los nuevos cables.

## 5. Conclusiones

Para vincular un cable trifásico a un bus existente, pero con una secuencia inversa, inicie el cable trifásico nuevo conectado en el último cable del bus existente. Desplace el cursor hacia atrás por los otros cables hasta que se realicen las conexiones y, a continuación, desplácelo de nuevo hacia delante.

El resultado será una conexión de secuencia invertida. Las instalaciones realizadas conforme a este esquema se denominan instalaciones flotantes o en isla.

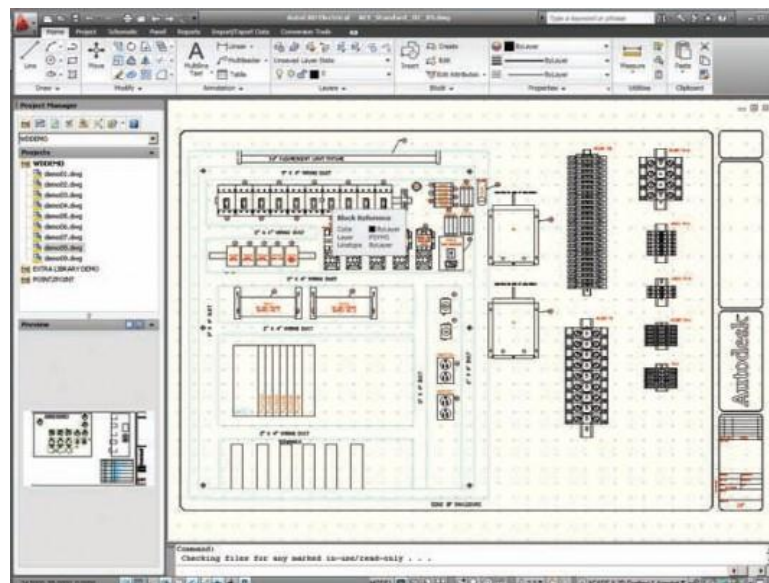
## 6. Recomendaciones

Se establecen las siguientes recomendaciones:

- Mantener mucho cuidado con el desarrollo de la práctica
- En este tipo de esquema se recomienda no distribuir el neutro. Se puede añadir una bombilla, para avisar que hay un fallo eléctrico. Normalmente, va colocada, encima de la resistencia de la línea de tierra.

## 7. Anexos

### ANEXOS INSERCIÓN DE CABLES EN BUS MÚLTIPLE



Elaborado por: Toapanta Cunalata Edison Geovanny. AutoCAD

## **PRÁCTICA N° 6 SOLIDWORKS**

### **CREAR UN PUNTO DE CONEXIÓN EN UNA PIEZA:**

#### **1. Trabajo Preparatorio**

- a) Conocimientos previos sobre la inserción de cables en bus múltiple.
- b) Establecer las características del proyecto o diagrama a efectuar.
- c) Determinar la importancia del tema en el desarrollo de la práctica profesional.

#### **2. Objetivos**

##### **2.1. General.-**

Establecer diagramas que permitan la ejecución o inserción de cables en bus múltiples como parte de los conocimientos básicos requeridos para la correcta utilización del software.

##### **2.2. Específico.-**

Familiarizarse con la interfaz de Microsoft Windows®.

Familiarizarse con la interfaz de usuario de Solid Works. Para el desarrollo de proceso eléctrico.

#### **3. Crear un punto de Conexión en una Pieza:**

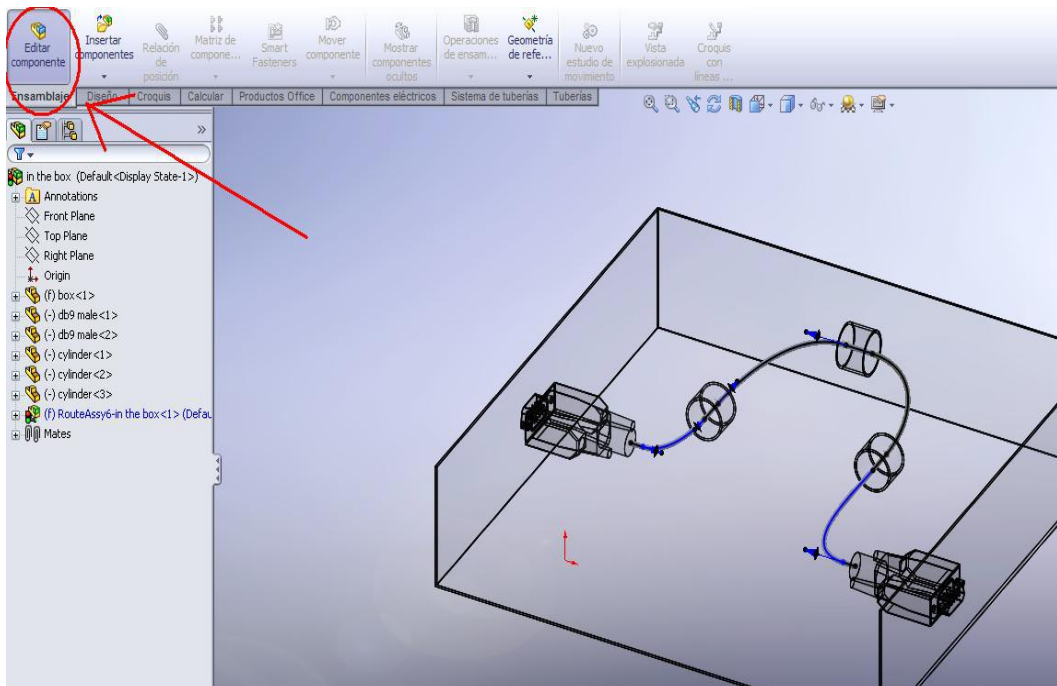
Una conexión es el comienzo de un recorrido. Necesita tener un punto de conexión por cada cable que se quiere crear. Nota que un cable puede ser muchos cables, se llama un mazo, pero para empezarlo, necesita un punto de conexión. Una pieza puede tener muchos puntos de conexiones en la cara. Empiezo con esta pieza y querría crear un punto de conexión al fondo.

El punto de conexión requiere dos cosas: un plano que está normal a la conexión y el punto.

Agregar más piezas Esta tutoría le enseña como agregar más piezas en su ensamblaje y como cortar el recorrido para agregarla en el recorrido actual.

Para agregar una pieza en su ensamblaje, es necesario salir la modificación del ensamblaje presente (del recorrido). Se asegura que salió el croquis por haga clic “Editar Componente” en las pestañas de ensamblaje.

## GRÁFICO N° 21 CONEXIÓN DE PIEZAS



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. SolidWorks

Ahora inserte la pieza al ensamblaje. SolidWorks le llevará al “Propiedades de recorrido” para empezar otro recorrido. Que no empecé el recorrido aquí. Haga clic “X”. Recuerde que no debe empezar el recorrido afuera el “Editar recorrido eléctrico”.

#### 4. Recuerda.-

A veces el recorrido es tan difícil para hacer el “Recorrido Automático”. Sepa que puede hacer los cables con Croquis 3D. Use “Línea” para crear el recorrido y “Redondeo de Croquis” para las esquinas. Para usar Croquis 3D, use el “Tab” para cambiar entre el eje de XY, YZ, y ZX.

#### 5. Conclusiones

Cuando inicia el recorrido, se entra el croquis del recorrido y ahora puede cambiar y editar el recorrido. Para guardarlo o hacer cambios en otras piezas del ensamblaje, tiene que salir el croquis. El resultado será una conexión de secuencia invertida. Las instalaciones realizadas conforme a este esquema se denominan instalaciones flotantes o en isla.

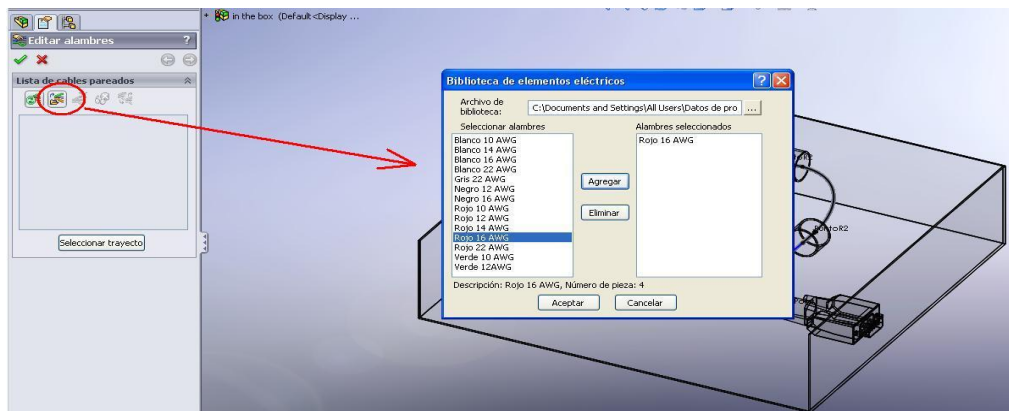
#### 6. Recomendaciones

Se establecen las siguientes recomendaciones:

- Mantener mucho cuidado con el desarrollo de la práctica.
- El método más fácil de crear una recorrido es colocar las piezas en su ensamblaje y arreglar las piezas como van, y después todas están en su ensamblaje, empezando el recorrido.

#### 7. Anexos

### ANEXO CONEXIÓN DE PIEZAS



**Elaborado por:-** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. Solidword

## **PRÁCTICA N° 7 SOLIDWORKS**

### **Crear las bibliotecas de los cables**

#### **1. Trabajo Preparatorio**

- a) Conocimientos previos sobre la inserción de cables en bus múltiple
- b) Establecer las características del proyecto o diagrama a efectuar
- c) Determinar la importancia del tema en el desarrollo de la práctica profesional

#### **2. Objetivos**

##### **2.1.General.-**

Establecer diagramas que permitan la ejecución o inserción de cables en bus múltiples como parte de los conocimientos básicos requeridos para la correcta utilización del software.

##### **2.2.Específico.-**

Familiarizarse con la interfaz de Microsoft Windows®.

Familiarizarse con la interfaz de usuario de Solid Works. Para el desarrollo de procesos eléctricos.

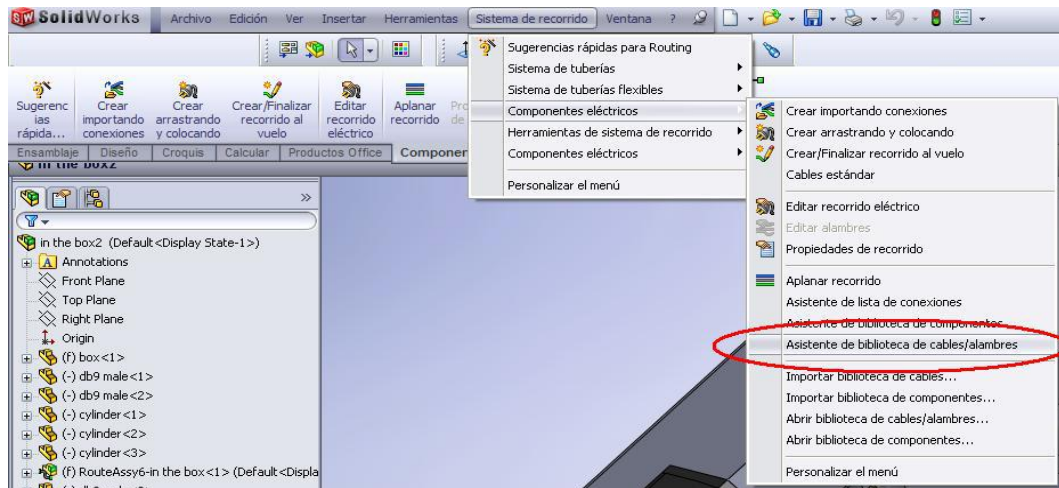
#### **3. Crear las bibliotecas de los cables**

Las bibliotecas de los cables son importante para “Editar alambres”, la lista de materiales, importando la lista de conexión, y para saber el radio de pliegue mínimo. Hay dos maneras hacer una biblioteca de los cables. Importando un archivo de .xls (Excel) o .xml, o haciéndolo en SolidWorks. Los dos son casi lo mismo. Excel es probablemente un pocito difícil pero es mejor por las listas grandes. Por los cables, le enseñó Solidworks con detallas y Excel muy breve.

- 1) Vaya en el menú a Sistema de recorrido Componentes eléctricos, Asistente de biblioteca de cables.

## GRÁFICO N° 22

### DISEÑO DE BIBLIOTECAS DE CABLES

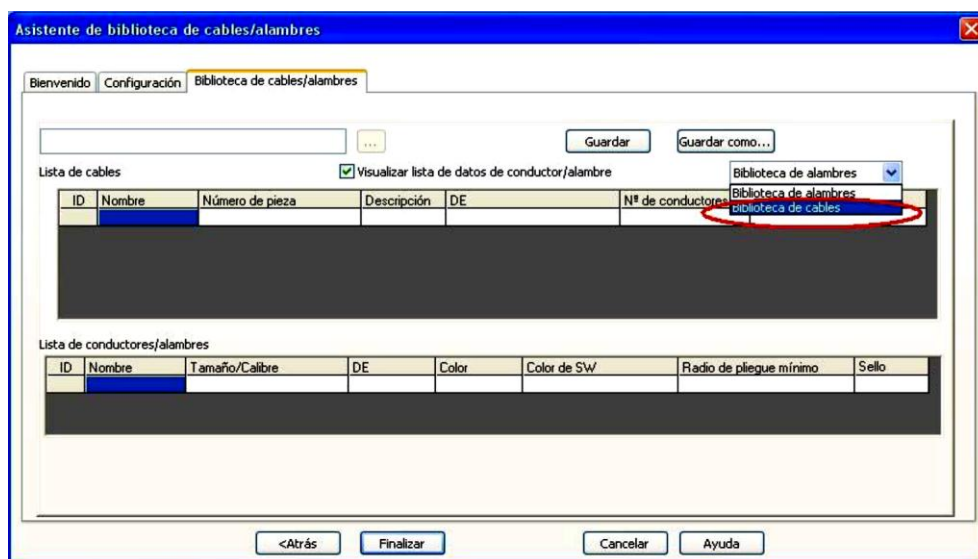


**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. SolidWorks

- 2) En la ventana, haga clic “crear una biblioteca nueva” y haga clic “siguiente”
- 3) Lo lleva a la pestaña “Biblioteca de cables/alambres”. En el menú desplegable. Seleccione “Biblioteca de cables”

## GRÁFICO N° 23

### BIBLIOTECA DE CABLES



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. SolidWorks

Escriba la información en las columnas. Una descripción de las columnas está abajo. Después, guárdela.

## GRÁFICO N° 24

### DESCRIPCIÓN DE COLUMNAS

Lista de alambres Biblioteca de cables

ID	Nombre	Número de pieza	Descripción	DE	Color	Color de SW	Radio de pliegue mínimo	Tamaño/Calibre	Sello
1	Rojo 10 AWG	1	Rojo 10 AWG	4.42mm	R		4.99mm	10AWG	
2	Rojo 12 AWG	2	Rojo 12 AWG	3.74mm	R		4.99mm	12AWG	
3	Rojo 14 AWG	3	Rojo 14 AWG	3.28mm	R		4.99mm	14AWG	
4	Rojo 16 AWG	4	Rojo 16 AWG	2.8mm	R		4.99mm	16AWG	
5	Negro 16 AWG	5	Negro 16 AWG	2.8mm	B		4.99mm	16AWG	
6	Blanco 16 AWG	6	Blanco 16 AWG	2.8mm	W		4.99mm	16AWG	
7	Rojo 22 AWG	7	Rojo 22 AWG	1.6mm	R		4.99mm	22AWG	
8	Gris 22 AWG	8	Gris 22 AWG	1.6mm	Gray		4.99mm	22AWG	
9	Blanco 22 AWG	9	Blanco 22 AWG	1.6mm	W		4.99mm	22AWG	
10	Blanco 10 AWG	10	Blanco 10 AWG	4.42mm	W		4.99mm	10AWG	
11	Verde 10 AWG	11	Verde 10 AWG	4.42mm	Green		4.99mm	10AWG	
12	Blanco 14 AWG	12	Blanco 14 AWG	3.28mm	W		4.99mm	14AWG	

Elaborado por: Toapanta Cunalata Edison Geovanny. SolidWorks

Campo	Descripción
<b>Nombre de alambre</b>	Un valor único para cada alambre o conector. Al nombrar los conectores de un cable, tenga en cuenta que cada nombre debe ser único dentro del cable, pero se pueden utilizar los mismos nombres en otros cables.
<b>Número de pieza</b>	Un valor único para cada alambre o cable. Déjelo en blanco para los conectores de cables. Si está definiendo referencias cruzadas desde una lista de conexiones, el valor de este campo debe coincidir con el valor del campo Especifico. de alambre en la lista de conexiones.
<b>Descripción</b>	Un texto descriptivo del alambre o cable. Este campo sólo ofrece información; el valor no es utilizado por el software.
<b>Diámetro de alambre/cable</b>	El diámetro externo del cable, alambre o conector, incluyendo el aislamiento.
<b>Color</b>	El color del alambre o conector. Por ejemplo, <b>rojo, RA, Rojo/Azul</b> , etc. Este campo sólo ofrece información; el valor no es utilizado por el software.
<b>Color de visualización</b>	El color de SolidWorks para visualizar el alambre o el cable, seleccionado en la lista de colores disponibles . Este color sólo se usa cuando un segmento de recorrido contiene sólo un único alambre o núcleo.
<b>Radio de pliegue mínimo</b>	El radio de pliegue mínimo permitido para el cable, el conductor o el alambre. Utilícelo con las Opciones de sistema de recorrido Habilitar comprobación de radio de pliegue mínimo y Habilitar comprobación de radio de pliegue mínimo para alambres.
<b>Tamaño</b>	El tamaño del alambre o del conector, por ejemplo <b>16AWG, 2.5mm</b> , etc. Este campo sólo ofrece información; el valor no es utilizado por el software.

#### 4. Recuerda.-

Se puede crear el recorrido por importando una lista de conexiones desde Excel (.xls) o un (.xml) archivo que lo ha creado por otra programa eléctrica. Esta manera de creando el recorrido es poco banal porque toma mucho tiempo para entrar todos los conexiones por el mano, pero yo recomiendo encarecidamente que lo use cuando tenga muchos piezas como más que 20 piezas o muchas piezas con muchos puntos de conexiones.

#### 5. Conclusiones

Cuando inicia el recorrido, se entra el croquis del recorrido y ahora puede cambiar y editar el recorrido. Para guardarlo o hacer cambios en otras piezas del ensamblaje, tiene que salir el croquis. El resultado será una conexión de secuencia invertida. Las instalaciones realizadas conforme a este esquema se denominan instalaciones flotantes o en isla.

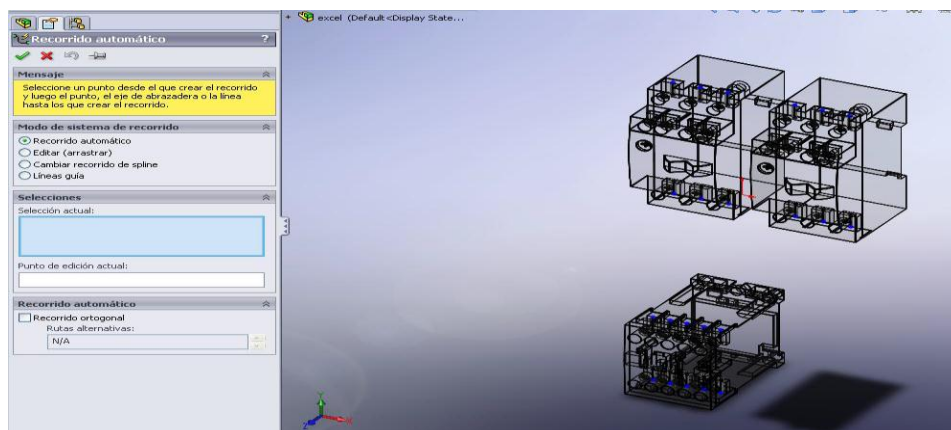
#### 6. Recomendaciones

Se establecen las siguientes recomendaciones.

- Mantener mucho cuidado con el desarrollo de la práctica.
- La razón es porque si tenga muchas piezas, cuando agrega una pieza por el mano por “agregar al recorrido”, su computador será más despacio con cada cable. Con Excel, el proceso es muchísimo rápido.

#### 7. Anexos

##### ANEXO CREAR LAS BIBLIOTECAS DE LOS CABLES



## **PRÁCTICA N° 8 SOLIDWORKS**

### **Creación del Subensamblaje REFLECTOR-FOCO.**

#### **1. Trabajo Preparatorio**

- d) Conocimientos previos sobre la inserción de cables en bus múltiple.
- e) Establecer las características del proyecto o diagrama a efectuar.
- f) Determinar la importancia del tema en el desarrollo de la práctica profesional.

#### **2. Objetivos**

##### **2.1. General.-**

Establecer diagramas que permitan la ejecución o inserción de cables en bus múltiples como parte de los conocimientos básicos requeridos para la correcta utilización del software.

##### **2.2. Especifico.-**

Familiarizarse con la interfaz de Microsoft Windows.

Familiarizarse con la interfaz de usuario de Solid Works. Para el desarrollo de procesos eléctricos.

#### **3. Creación del Subensamblaje REFLECTOR-FOCO.**

En este caso el REFLECTOR es el Componente Base. El sub ensamble posiciona el foco en el reflector. Para crear este sub ensamblaje proceda como sigue:

1. Abra un documento nuevo de ensamble y, a continuación, guarde el documento con el nombre REFLECTOR-FOCO.

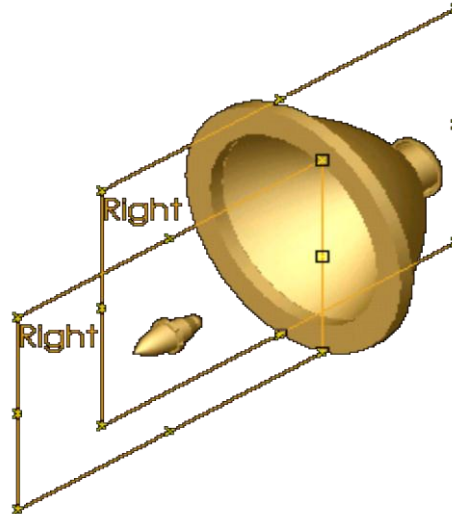
2. Inserte el componente base. Haga clic en Insertar, Componente, Desde Archivo (Insert, Component, From File). Aparece el cuadro de diálogo Insertar componente.

Navegue hasta la carpeta que contiene el documento REFLECTOR y selecciónelo. Haga clic en Abrir y, a continuación, posicione el origen de la zona de gráficos del ensamblaje. Cambie la orientación a Isométrico.

3. Inserte el segundo componente. Proceda de la misma manera que lo hizo para insertar el primer componente, pero posicione el origen del REFLECTOR en la zona de gráficos de ensamblaje.

4. Agregue las relaciones de posición entre el REFLECTOR y el FOCO

### GRÁFICO N° 25 MODELO DE REFLECTOR DISEÑADO EN SOLIDWORK



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. SolidWorks

Cree una relación de posición Coincidente entre el Plano Derecho del REFLECTOR y el Plano Derecho del FOCO.

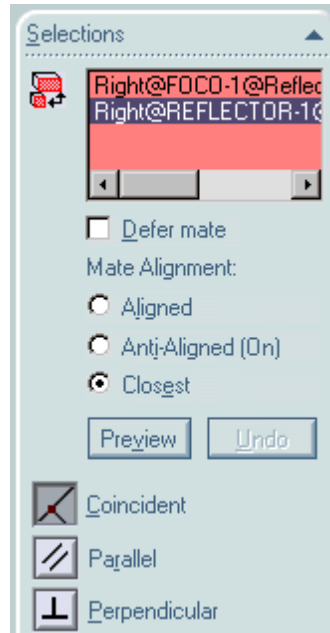
- Visualice los planos derechos de ambos componentes
- Haga clic en Relación de Posición Mate.

Aparece la ventana de diálogo Mate.

– En la zona de gráficos seleccione el Plano Derecho del componente

REFLECTOR y enseguida seleccione el Plano Derecho del componente FOCO.

### GRÁFICO N° 26 SELECCIÓN DE REFLECTOR FOCO



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. Solidword

– Active la opción CoincidenteCoincident y, enseguida, presione el botón Preview.

Cree una relación de posición Coincidente entre el Plano Superior del REFLECTOR y el Plano Superior del FOCO.

#### 4. Recuerda.-

Para crear esta relación de posición, proceda de la misma manera que en el paso anterior, solo que ahora seleccione los planos Superiores de ambos componentes.

Con estas dos relaciones de posición se han restringido dos grados de libertad al movimiento del componente FOCO. El componente REFLECTOR, por ser el componente base, ha quedado fijo desde el momento de insertarlo en el ensamble.

## 5. Conclusiones

Existen aplicaciones que muestran un manejo complicado sin embargo depende de la práctica para el desarrollo de habilidades de diseño y modelado eléctrico.

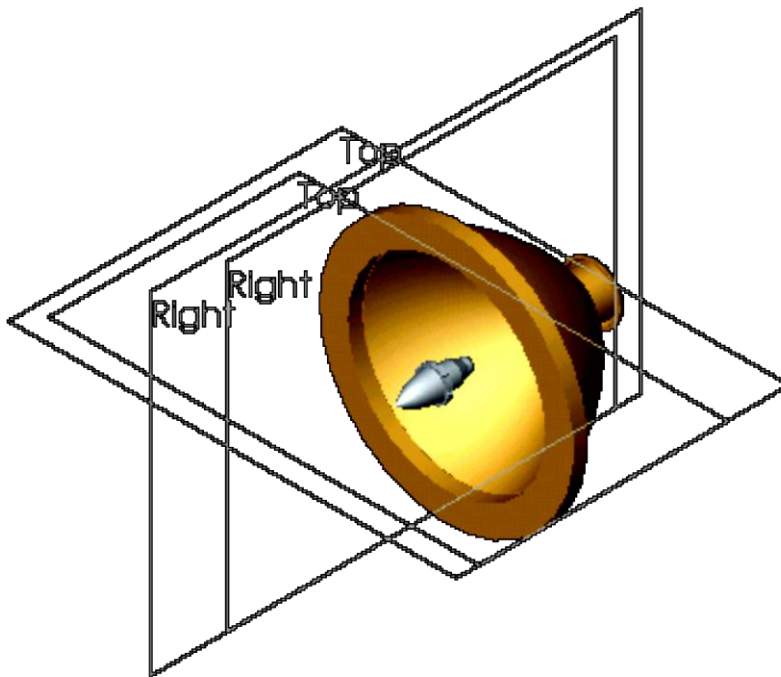
## 5. Recomendaciones

Se establecen las siguientes recomendaciones:

- Seguir cuidadosamente los pasos de la guía.
- Desarrollar ejercicios de práctica para el dominio efectivo de los conocimientos.

## 6. Anexos

### ANEXOS CREACIÓN DEL SUBENSAMBLAJE REFLECTOR-FOCO.



## **PRÁCTICA N° 9 SOLIDWORKS**

### **Creación de un archivo de eDrawings para diseños eléctricos**

#### **1. Trabajo preparatorio**

Se debe cargar una aplicación de correo electrónico en el ordenador del estudiante. Si el ordenador del alumno no posee correo electrónico, no podrá completar Otros aspectos a explorar - Envío de un archivo de eDrawings por correo electrónico.

Verifique que eDrawings esté instalado y en ejecución en los equipos de su clase/laboratorio. eDrawings es un complemento de SolidWorks que no se carga automáticamente. Este complemento debe agregarse específicamente durante la instalación.

#### **2. Objetivos**

##### **2.1.General.-**

Conocer el método de diseño del modelado en 2D utilizando el software SolidWorks.

##### **2.2. Especifico.-**

Crear archivos de eDrawings a partir de archivos de SolidWorks existentes.

Ver y manipular eDrawings.

Enviar eDrawings por correo electrónico.

#### **3. Visualización de un archivo de eDrawings animado**

La animación le permite ver eDrawings de manera dinámica.

1 Haga clic en Siguiente.

La vista cambia a la vista Frontal. Puede hacer clic en Siguiente repetidamente para pasar por las diferentes vistas.

2 Haga clic en Anterior.

Se visualiza la vista anterior.

3 Haga clic en Ejecución continua.

De manera continua, se visualiza cada vista una por una.

4 Haga clic en Detener.

La visualización continua de vistas se detiene.

5 Haga clic en Inicio.

Se visualiza la vista predeterminada o inicial.

Visualización de archivos de eDrawings sombreados y en estructura alámbrica

1 Haga clic en Sombreada.

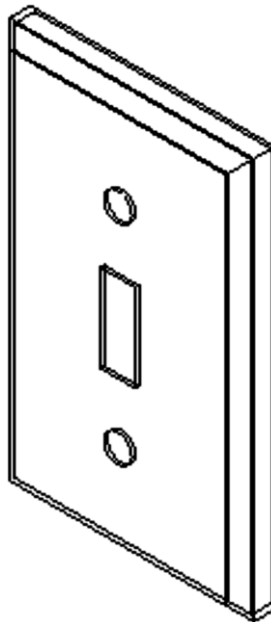
La visualización de la placa de interruptor cambia de sombreado a estructura alámbrica.

2 Vuelva a hacer clic en Sombreada.

La visualización de la placa de interruptor cambia de estructura alámbrica a sombreado.

### **GRÁFICO N° 27**

#### **VISUALIZAR ARCHIVOS EDRAWINGS**



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. SolidWorks

#### **Guardado de un archivo de eDrawings**

1 En el eDrawings Viewer, haga clic en Archivo, Guardar como.

2 Seleccione Activar medición.

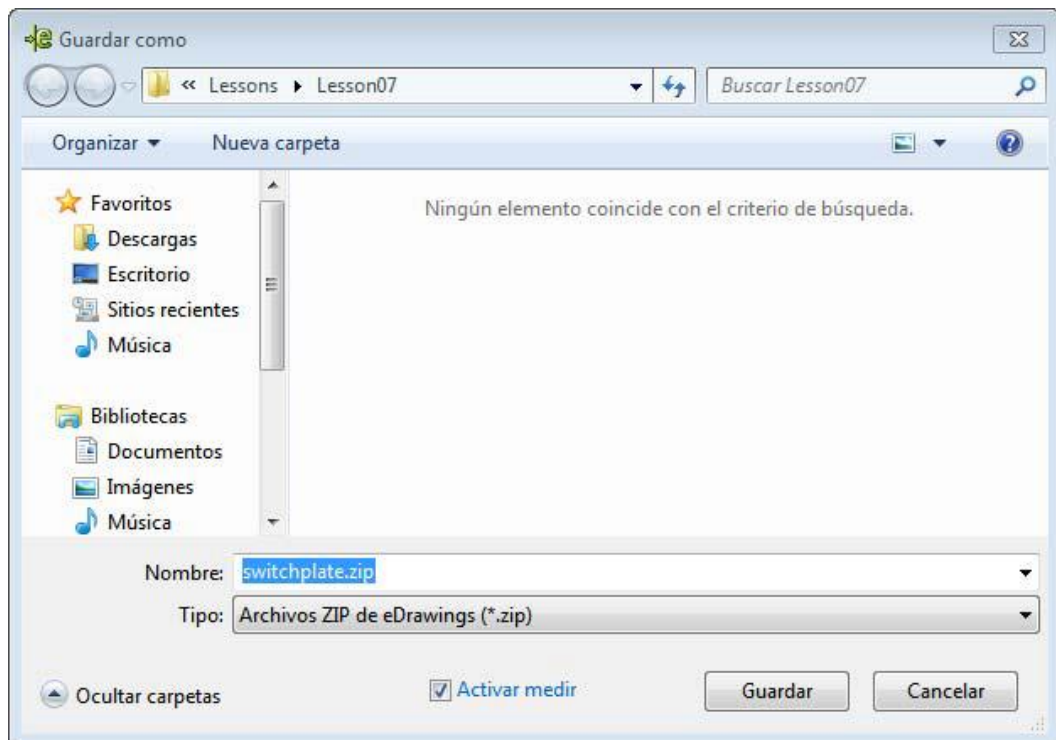
Esta opción permite que cualquier usuario que visualice el archivo de eDrawings mida la geometría. Este procedimiento permite que el archivo tenga “revisión activada”.

3 Seleccione Archivos zip de eDrawings (\*.zip) en la lista desplegable Guardar como tipo:.

Esta opción guarda el archivo como un archivo Zip de eDrawings, que contiene el eDrawings Viewer y el archivo de eDrawings activo.

4 Haga clic en Guardar.

## GRÁFICO N° 28 GUARDAR DE UN ARCHIVO DE EDRAWINGS



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. SolidWorks

### 4. Recuerda.-

Siga las instrucciones en el módulo Trabajar con modelos: SolidWorks eDrawings en los.

Tutoriales de SolidWorks. Luego, continúe con los ejercicios a continuación.  
Cree y explore un archivo de eDrawings de la pieza switchplate (placa de interruptor) creada con anterioridad.

#### 4. Conclusiones

Existen aplicaciones que muestran un manejo complicado sin embargo depende de la práctica para el desarrollo de habilidades de diseño y modelado eléctrico.

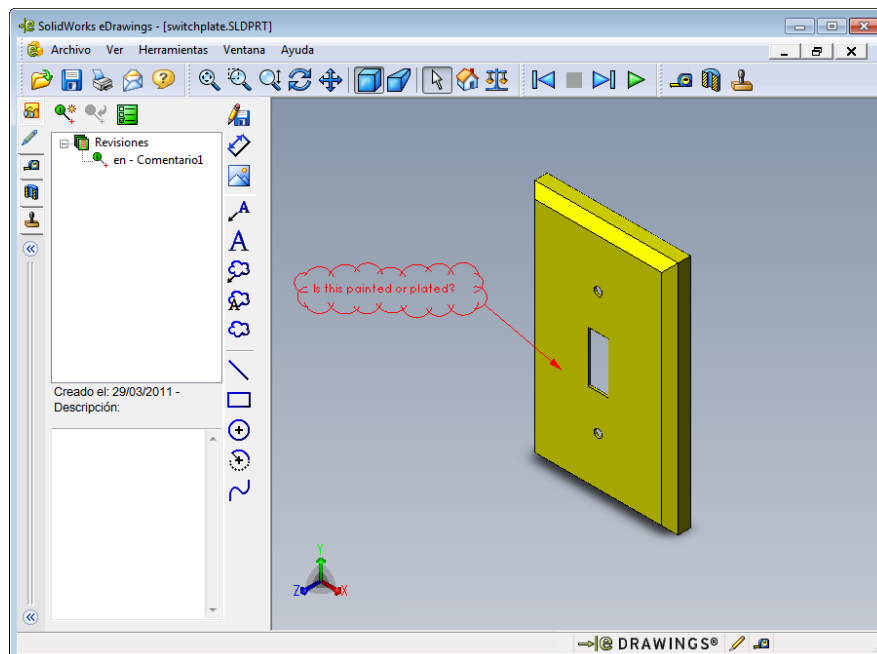
#### 5. Recomendaciones

Se establecen las siguientes recomendaciones:

- Seguir cuidadosamente los pasos de la guía
- Desarrollar ejercicios de práctica para el dominio efectivo de los conocimientos.

#### 6. Anexos

### ANEXOS CREACIÓN DE UN ARCHIVO DE EDRAWINGS PARA DISEÑOS ELÉCTRICOS



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. SolidWorks

**PRÁCTICA N° 10 SOLIDWORKS**  
**CREACIÓN DE UN ARCHIVO DE EDRAWINGS PARA DISEÑOS**  
**ELÉCTRICOS**

**1. Trabajo preparatorio**

Se debe cargar una aplicación de correo electrónico en el ordenador del estudiante. Si el ordenador del estudiante no posee correo electrónico, no podrá completar Otros aspectos a explorar - Envío de un archivo de eDrawings por correo electrónico.

Verifique que eDrawings esté instalado y en ejecución en los equipos de su clase/laboratorio. eDrawings es un complemento de SolidWorks que no se carga automáticamente. Este complemento debe agregarse específicamente durante la instalación.

**2. Objetivos**

**2.1. General.-**

Conocer el método de diseño del modelado en 2D utilizando el software SolidWorks.

**2.2. Especifico.-**

Crear archivos de eDrawings a partir de archivos de SolidWorks existentes.

Ver y manipular eDrawings.

Enviar eDrawings por correo electrónico.

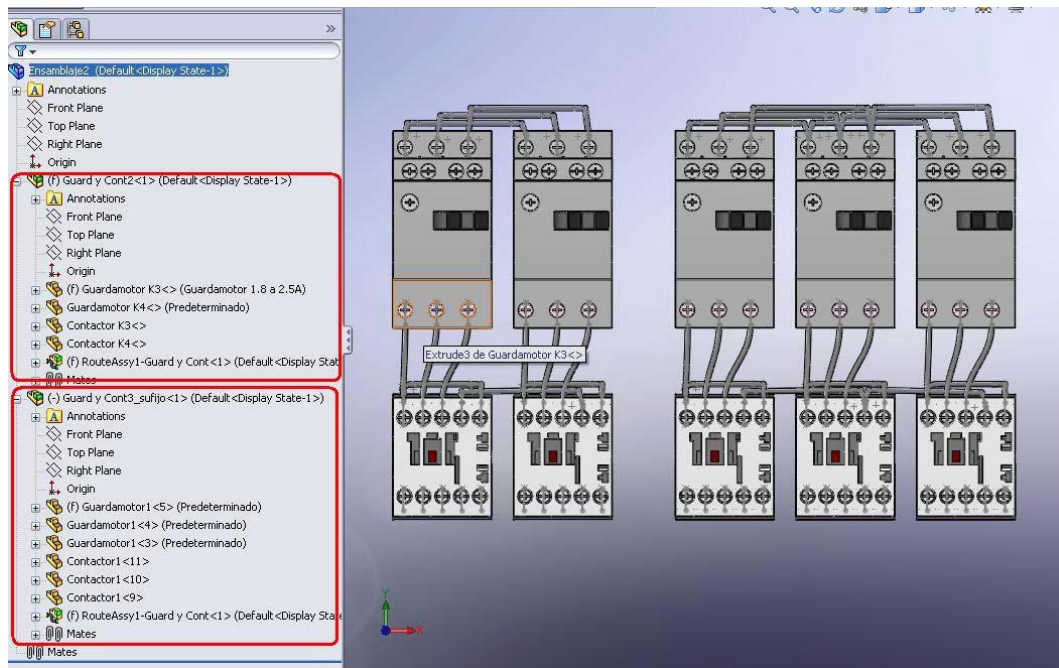
**3. Trabajar con más que uno recorrido**

Trabajar con más que uno recorrido puede ser poco difícil. Los recorridos no pueden conectar uno al otro. También, para crear la lista de los cables es pocito complicado porque el dibujo reconoce solamente un recorrido, y no puede elegir

cual. Yo no sé por qué y no sé si hay algo que no he visto, pero yo busque unas maneras engañar SolidWorks.

- Puede crear dos recorridos por “encinar recorridos” después salga “editar recorrido eléctrico”. Puede ser en las mismas piezas también (sobre el recorrido anterior).
- Es mejor para tener los recorridos en ensamblajes diferentes. Por ejemplo aquí yo tengo dos ensamblajes y los combino en un ensamblaje grande.

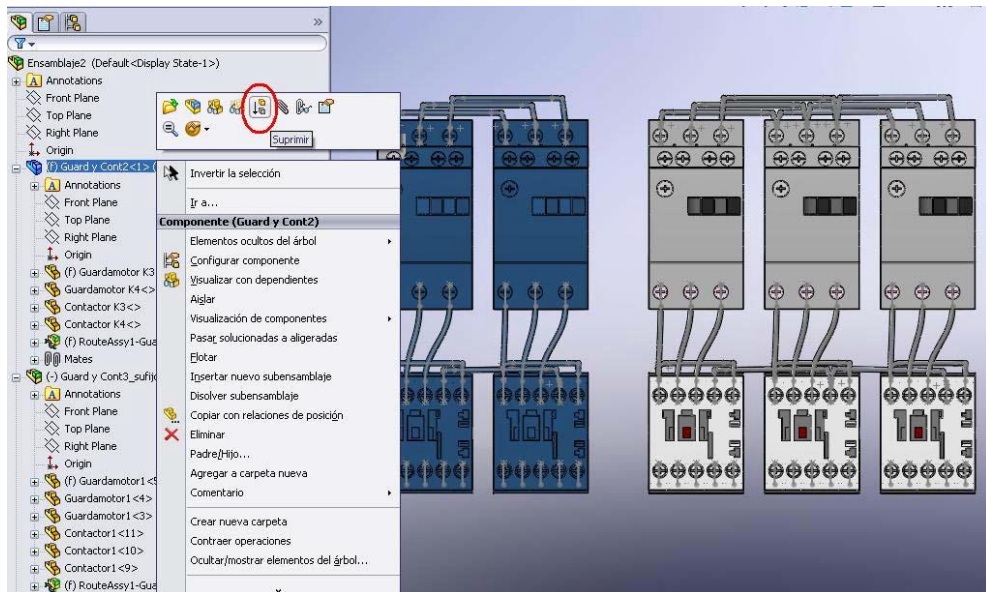
## GRÁFICO N° 29 CABLEADO DE MULTIPLES RECORRIDOS



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. SolidWorks

Entonces, si querría hacer la lista de materiales, porque tengo dos ensamblajes SolidWorks hará solamente una lista. Entonces, necesito suprimir uno y luego yo procedo crear la lista de materiales en el dibujo. Luego yo regreso al dibujo y desactivar supresión y suprimo el otro y continuo similarmente.

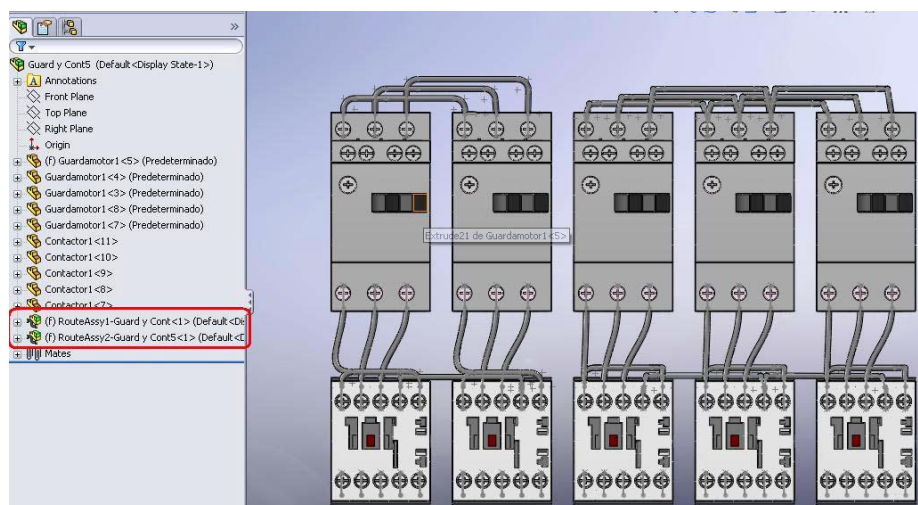
## GRÁFICO N° 30 SUPRIMIR COMPONENTE



Elaborado por: Toapanta Cunalata Edison Geovanny. SolidWorks

Pero, que hacemos si tenemos dos recorridos en lo mismo ensamblaje, por ejemplo, la foto siguiente parece lo mismo, pero ahora hay dos recorridos en solamente uno ensamblaje.

## GRÁFICO N° 31 DOS RECORRIDOS EN UN EMBALAJE



Elaborado por: Toapanta Cunalata Edison Geovanny. SolidWorks

#### 4. Recuerda.-

Es importante tener en cuenta las sugerencias de la utilización del programa para facilitar sus aplicaciones.

#### 5. Conclusiones

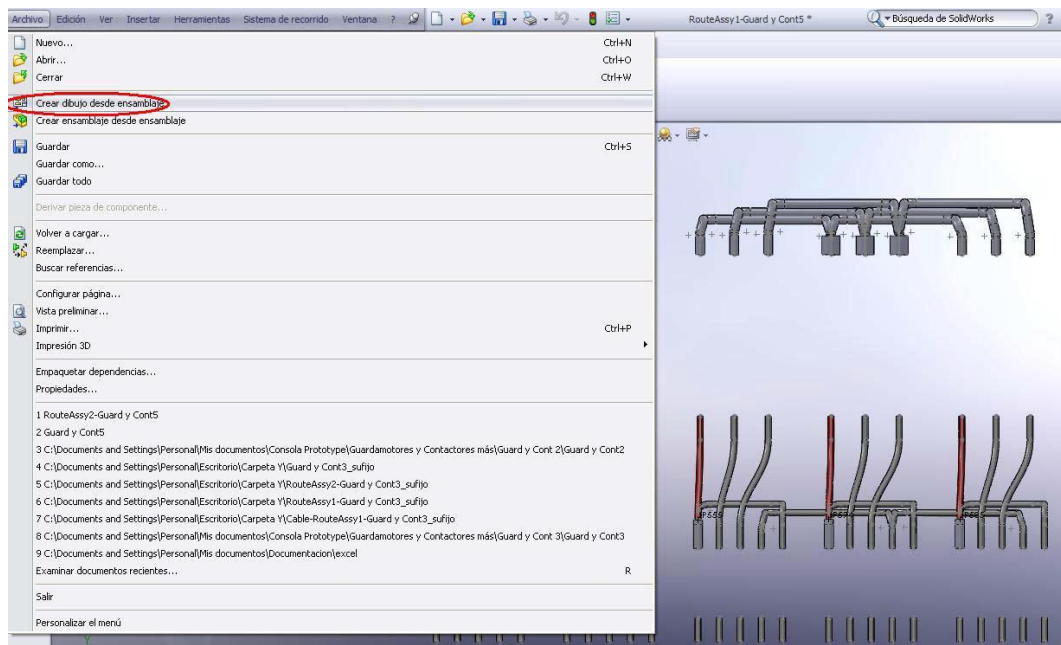
Existen aplicaciones que muestran un manejo complicado sin embargo depende de la práctica para el desarrollo de habilidades de diseño y modelado eléctrico.

#### 6. Recomendaciones

Se establecen las siguientes recomendaciones:

- Seguir cuidadosamente los pasos de la guía.
- Desarrollar ejercicios de práctica para el dominio efectivo de los conocimientos.

#### 7. Anexos



**Elaborado por:** Toapanta Cunalata Edison Geovanny. Solidworks

## **CAPÍTULO IV**

### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. Conclusiones.**

- Durante la investigación se logró obtener los equipos y materiales necesarios, para que el estudiante tenga la facilidad de demostrar lo aprendido permitiendo evaluar el funcionamiento digital del software dentro del laboratorio y capacitar a estudiantes en su principal funcionamiento.
- Con la implementación de instrumentos y dispositivos electrónicos de acuerdo a los requerimientos del software el estudiante puede realizar diseños asistidos por computadora , permitiéndole realizar sus diseños en el laboratorio teniendo en cuenta que debe utilizar de una manera correcta y conveniente para que se pueda conservar los equipos por mayor tiempo.
- Con el uso de las guías prácticas para el estudiante, se complementará los conocimientos adquiridos en el salón de clase con la finalidad de diseñar nuevos proyectos y dar buen uso a los equipos del laboratorio.

## 4.2. Recomendaciones.

- Dar un buen uso a los dispositivos del laboratorio y a las guías prácticas ya que servirán de mucha utilidad en la formación académica a los futuros profesionales, pues dispone de todos los medios para ejecutar cualquier proyecto, los software instalados en el laboratorio son de mucha ayuda, fáciles de usar
- Se recomienda realizar anualmente actualizaciones de los softwares y así se brindan las garantías necesarias del uso y manejo de las mismas permitiendo innovaciones oportunas que facilitan el aprendizaje de los estudiantes, en comunión con las autoridades de la universidad, docentes y estudiantes de la carrera de ingeniería en electromecánica
- Desarrollar nuevas guías prácticas con el objetivo de que futuros estudiantes realicen nuevos diseños utilizando los softwares CAD 3D-2D y SolidWork adecuado a los esquemas tecnológicos futuros

### 4.3. Referencias Bibliográficas.

#### LIBROS

- ANTILLA. Roberts, *Estudio de factibilidad para la instalación de software de modelado en el Laboratorio de prácticas en la Facultad de Ciencias Electricas Madrid España* Director Patricio Muñoz. 2010 ISBN 978-84-92617-95-1
- BENAVIDES, Leopoldo. *ABC de las Instalaciones Eléctricas*. Editorial McGraw-Hill Publishing Co.2010, ISBN 42-84-92617-77-7
- BURBANO S., Gracia, 2010, P. 39). *Instalaciones Eléctricas Interiores*. Editorial McGraw-Hill Publishing Co. 2010, ISBN 546-84-234-2348-4
- COMMINGS. Connor *Manual de Instalaciones Eléctricas*. Editorial McGraw-Hill Publishing Co. 2010, ISBN 533-84-96575-00-4
- EISBERG.Lerner. *Análisis de Sistemas de Potencia*. Editorial McGraw-Hill Publishing Co. 2010, ISBN 46-84-89746-64-0
- ENRICO, Mario *Estudio de factibilidad para la implementación de laboratorio de generadores eléctricos en la Institución José pardina*. Director Enrique Salas, Cali, Colombia. 2011, ISBN 254-84-96575-11-0
- GETTYS. Keller. Nicolas Andrew manual de AUTOCAD 2010 – manual de tecnificacion ISBN 78-84-96575-20-2
- GOMEZ. Adalberto., *Sistemas eléctricos computarizados Cuarta Edición volumen IV* 2010, ISBN 978-84-234-2435-1

- MELISSINOS. Lobkowicz, Manual De Ingeniería de control moderna Tercera Edicion en español México 2010, ISBN 572-84-96575-43-1
- MILLER. Patrick. Diseño de diagramas eléctricos computarizados Cambridge 2010 ISBN 978-84-96575-91-2
- RAMÍREZ.Carlos, Sistemas eléctricos computarizados Primera Edición 2010, ISBN 434-84-92431-49-6
- RRUTHER. Mullay, Manual De Ingeniería digital Segunda Edicion en español Argentina 2010, ISBN 656-84-92688-12-8
- THOMAS. Kether Diseño de diagramas eléctricos computarizados en 3d con el sistema Solid Work Cambridge 2010 ISBN 675-84-92617-37-1

## TEXTOS ELECTRÓNICOS

- JohnAlejandroForeroCasallas.2011.pdf [Ing. mecánico/Bogotá 2012]. Disponible en web: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5099/1>
- FERNÁNDEZ, José: *Generación de energía eléctrica*[en línea]. Cattenom, [Francia](#). Abril 2011 [ret. 13 de Junio del 2001]. Disponible en web: [http://es.wikipedia.org/wiki/Protecciones\\_de\\_sistemas\\_de\\_potencia](http://es.wikipedia.org/wiki/Protecciones_de_sistemas_de_potencia)
- GRAINGER, John. *Generación de energía eléctrica* [en línea]. España, Madrid. Marzo 1994 [ret. 15 de Junio del 2001]. Disponible en web: [http://enciclopedia.us.es/index.php/Generaci%C3%B3n\\_de\\_energ%C3%A9tica](http://enciclopedia.us.es/index.php/Generaci%C3%B3n_de_energ%C3%A9tica)
- GUZMÁN, Pablo. *El precio de la energía eléctrica* [en línea]. Colombia, Bogotá. Enero 2006 [ret. 10 de Junio del 2001]. Disponible en web: [http://centros6.pntic.mec.es/cea.pablo.guzman/lecciones\\_fisica/energia\\_electrica.htm](http://centros6.pntic.mec.es/cea.pablo.guzman/lecciones_fisica/energia_electrica.htm)
- JIMÉNEZ, Javier: *Demanda Eléctrica*[en línea]. Guayaquil, Ecuador. Septiembre 2010 [ret. 19 de Junio del 2001]. Disponible en web:<http://www.monografias.com/trabajos72/demanda-electrica-vivienda-energia-solar/demanda-electrica-vivienda-energia-solar2.shtml>

# ANEXOS

**Anexo 1**  
**FORMATO DE ENCUESTA**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**LA MANÁ**

**SEÑORES:**  
**ESTUDIANTES**

“Proyecto de tesis”: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MODELADO Y DISEÑO MECÁNICO ASISTIDO POR COMPUTADORA MEDIANTE SOFTWARE CAD 3D-2DY SOLIDWORKS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ. CANTÓN LA MANÁ PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013”**

Para efectos de la realización de este proyecto se requiere recabar información para lo cual necesitamos conocer su opinión, por tal razón le agradecemos se digne contestar la siguiente encuesta.

---

**1. ¿Cómo considera usted realizar un diseño asistido por computadora que uno asistido técnicamente a mano?**

Bueno ( )

Malo ( )

Regular ( )

**2. ¿Podrán ampliar el laboratorio con otro proyecto continuo que han sido presentados por otro estudiante?**

Si ( )

No ( )

**3. ¿Qué porcentaje de ayuda cree usted que puede brindar la universidad al servicio de la comunidad con la implementación de un laboratorio de modelado mecánico?**

10% ( )

30% ( )

50% ( )

75% ( )

100% ( )

**4.** ¿Cómo considera la instalación de un software sin que se utilice laboratorios existentes en la universidad?

Bueno ( )

Malo ( )

Regular ( )

**5.** ¿Qué tan exitoso puede ser durante la vida profesional realizar el diseño de piezas mecánicas y simularlos por medio de un ordenador?

Si ( )

No ( )

**6.** ¿Qué software le gustaría utilizar diseñar piezas mecánicas su vida profesional?

Solidworks ( )

AutoCAD ( )

**7.** ¿Cómo considera la implementación de laboratorios asistidos por computadoras en las demás carreras?

Bueno ( )

Malo ( )

Regular ( )

**8.** ¿Los trabajos asistidos por computadoras han sido de mucha utilidad en su especialidad?

Si ( )

No ( )

**9.** ¿A utilizado usted durante el semestre de especialidad el auto CAD y Solidworks 3D-2D?

Si ( )

No ( )

**10.** ¿Mantiene usted como estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana, conocimiento sobre laboratorio de diseño y modelado mecánico asistido por computadoras?

Si ( )

No ( )

Gracias pos su colaboración

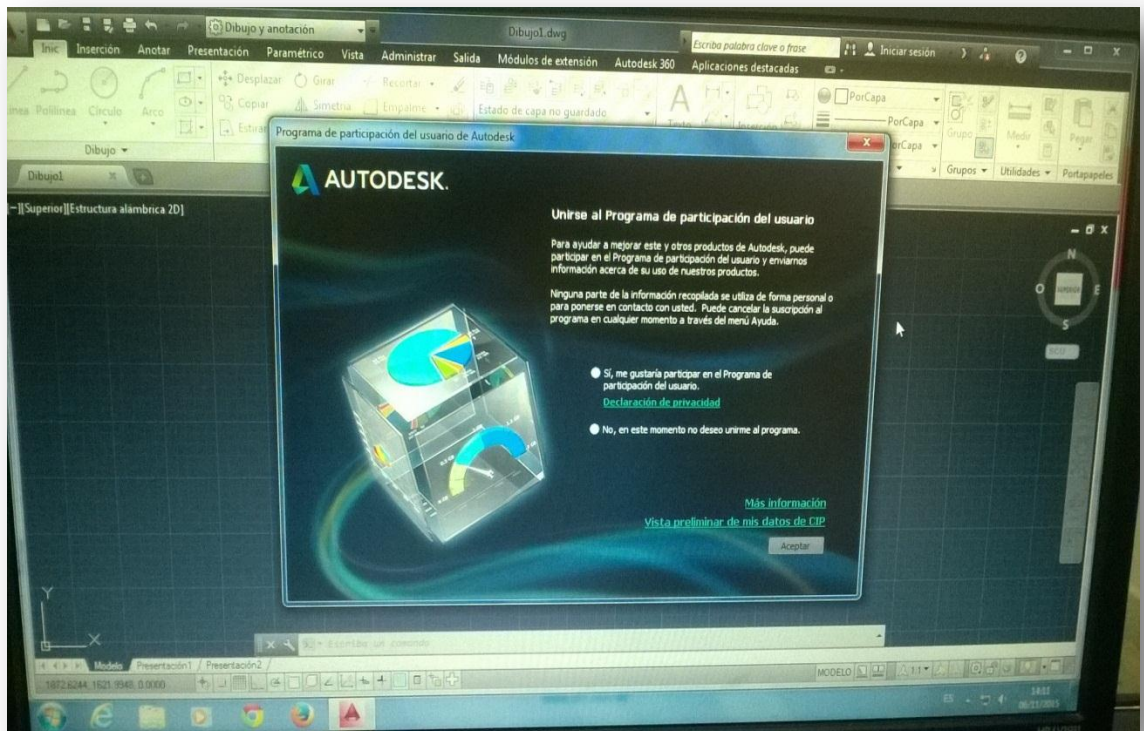
## Anexo 2

### PREPARACIÓN DE EQUIPOS



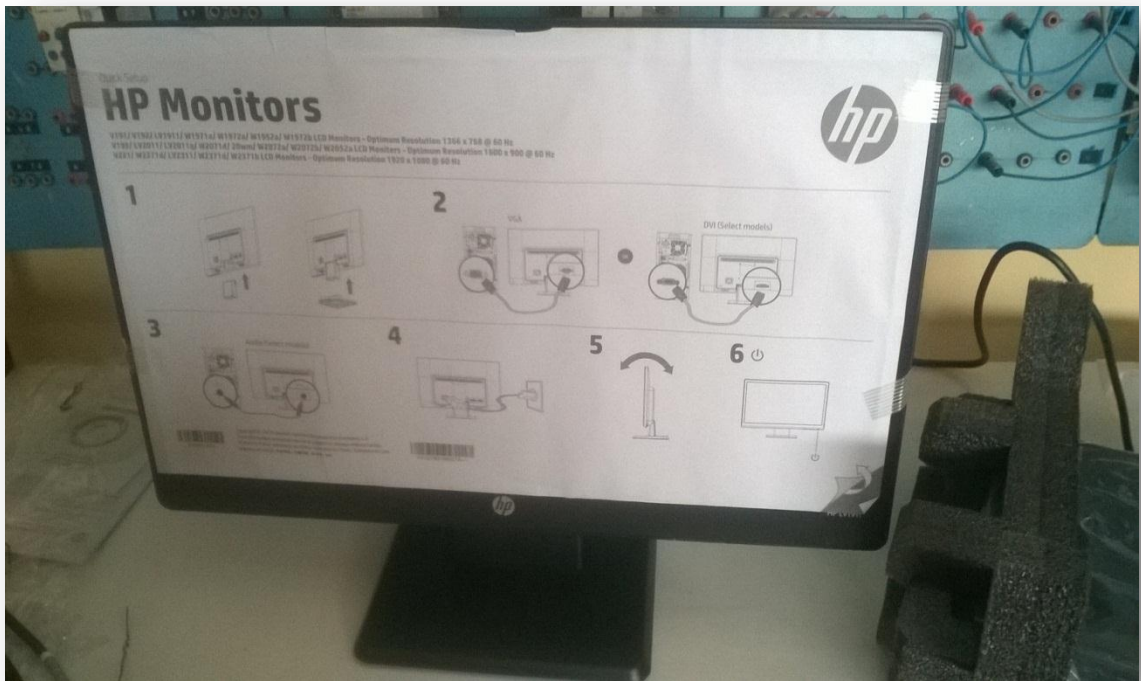
## Anexo 3

### INSTALACIÓN



## Anexo 4

### VERIFICACIÓN DE EQUIPOS



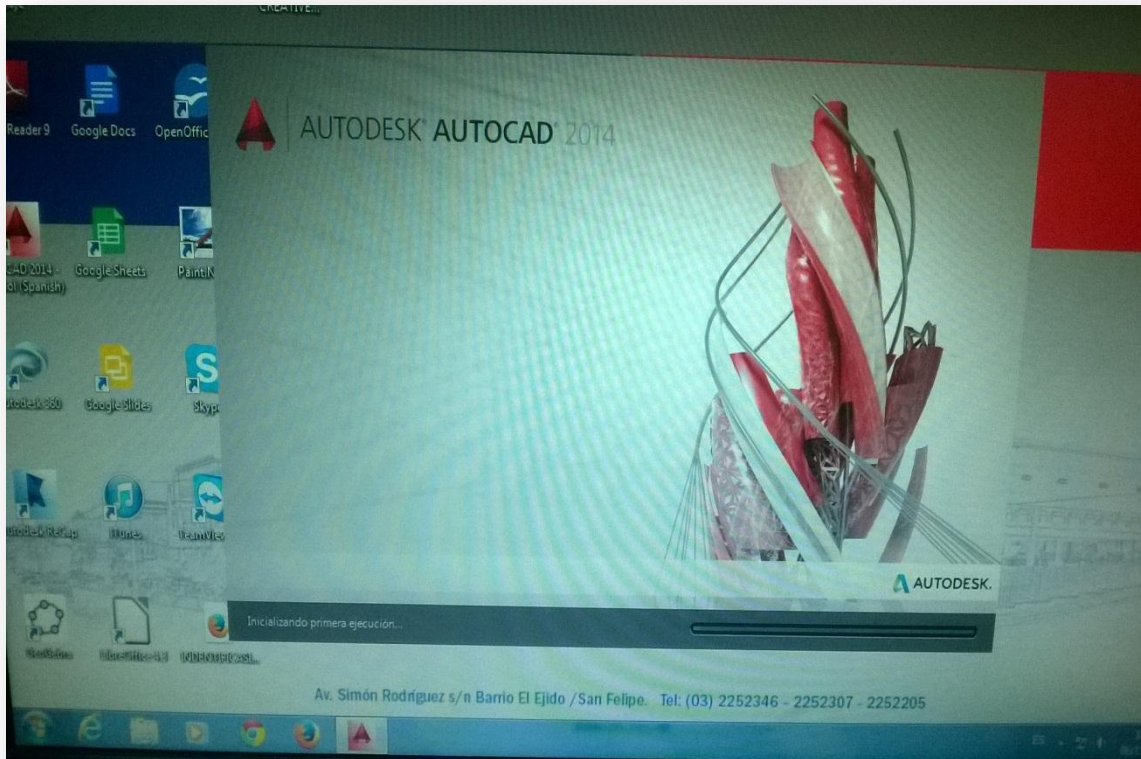
## Anexo 5

### VERIFICACIÓN IMPLEMENTOS DE EQUIPOS



## Anexo 6

### INSTALACIÓN AUTOCAD



## Anexo 7

### VERIFICACIÓN DE SOFTWARE

