



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“DISEÑO DE UNA MÁQUINA ENCAPSULADORA DE PROBETAS PARA
LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE METALOGRAFÍAS”**

Proyecto de Titulación presentada previo a la obtención del Título de Ingenieros Electromecánicos.

Autores:

Landeta Benavides Josué Eduardo

Núñez Villacres Jonnathan Fernando

Tutor:

Ing. MSc. Luis Miguel Navarrete López

Latacunga - Ecuador

Marzo - 2021



Ingeniería
Electromecánica

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

En calidad de estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi nosotros, Landeta Benavides Josué Eduardo y Núñez Villacres Jonnathan Fernando, ser los autores de la presente propuesta tecnológica **“DISEÑO DE UNA MÁQUINA ENCAPSULADORA DE PROBETAS PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE METALOGRAFÍAS”** siendo Ing.MSc. Navarrete López Luis Miguel; tutor de la presente propuesta tecnológica y absolver a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales y penales.

.....
Landeta Benavides Eduardo Josué

C.I. 0928183417

.....
Núñez Villacres Jonnathan Fernando

C.I. 1805026299



Ingeniería
Electromecánica

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor de Investigación sobre el título:

“DISEÑO DE UNA MÁQUINA ENCAPSULADORA DE PROBETAS PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE METALOGRAFÍAS”, de Landeta Benavides Josué Eduardo y Núñez Villacres Jonnathan Fernando, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho documento cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficiente para ser sometidos a evaluación del Tribunal de Validación del proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, marzo, 2021

.....

El Tutor

Ing. Msc. Luis Miguel Navarrete López

CC: 1803747284



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad del Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la facultad de ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la carrera de Ingeniería Electromecánica; por consiguiente, los postulantes: Landeta Benavides Josué Eduardo, Núñez Villacres Jonnathan Fernando, el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO DE UNA MÁQUINA ENCAPSULADORA DE PROBETAS PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE METALOGRAFÍAS”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 09 de marzo del 2021

Para constancia firma:

.....
Lector 1(Presidente)
Ing. Msc. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera MBA
CC: 0502150899

.....
Lector 2
Ing. Laurencio Alfonso Héctor Luis
Dr.
CC: 1758367252

.....
Lector 3
Ing. Msc. Cristian Fabián Gallardo Molina
CC: 0502847692

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la salud y la vida para poder realizarme como estudiante.

También agradezco a mi madre, una que me dio la vida y la que me crío y me dio muchos consejos que hoy en la vida son valiosos para mí.

También agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas, para acoger todos sus conocimientos y formarme cómo el profesional que necesita este país.

Agradezco a mi tutor Luis Navarrete cómo ya que me dio sus consejos y pautas para poder finalizar mi tesis.

También agradezco a todos los docentes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi por todo su conocimiento que me supieron brindar.

Josué Eduardo Landeta Benavides.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, al abrirme las puertas para poder culminar con mi etapa de formación académica, y al mismo tiempo dar gracias a Dios por cada una de sus bendiciones.

Agradezco a mis padres por esa lucha del día a día, ayudándome a nunca rendirme y levantándome en cada tropiezo y por ese amor entregado cada día para continuar con mis estudios.

Agradezco al Ing. MSc. Luis Navarrete por su orientación tanto técnica como metodológica para continuar con la ejecución de este proyecto.

Jonnathan Fernando Núñez Villacres.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres
Flor Jacqueline y Genaro
Benavides, también le dedico
esta tesis a cuatro personas muy
especiales que ya no están
conmigo, pero ellos al saber que
voy a culminar mis estudios
estarían muy felices.

También les dedico a toda mi
familia, mis tías y mis tíos que
me brindaron ese apoyo moral y
económico cuando más lo
necesite, también a todos mis
primos y primas que siempre
estuvieron para darme esa mano
para terminar mis estudios
universitarios.

Josué Eduardo Landeta Benavides.

DEDICATORIA

A mis padres por haberme impulsado con sus buenos deseos en toda mi carrera, por ese amor, coraje y sobre todo por nunca dejarme caer, enseñándome que la vida no es fácil y saber luchar, ante todo.

Muchas gracias por esas reglas que las debían cumplir, con el fin de ser una persona de bien y nunca caer.

Jonnathan Fernando Núñez Vilacres.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
Resumen	xvii
ABSTRACT	xviii
AVAL DE TRADUCCIÓN	xix
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
PROPUESTO POR:	1
TEMA APROBADO:	1
CARRERA:	1
DIRECTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:	1
EQUIPO DE TRABAJO:	1
LUGAR DE EJECUCIÓN:	2
TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PROPUESTA:	2
FECHA DE INICIO:	2
FECHA DE ENTREGA:	2
LÍNEA(S) Y SUBLÍNEAS DE INVESTIGACIÓN (de la Universidad Técnica de Cotopaxi y de la carrera de Ingeniería en Electromecánica)	2
Línea de investigación:	2
Sub líneas de investigación:	2
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	3
2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	3
2.2. TIPO DE ALCANCES:	3
2.3. ÁREA DE CONOCIMIENTO	3
2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	4
2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN	5
2.5.1. Objeto de estudio	5

2.5.2.	Campo de acción	5
2.6.	SITUACION PROBLÉMICA Y PROBLEMA	5
2.6.1.	Situación Problemática:	5
2.6.2.	Problema	6
2.7.	HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA	6
2.7.1.	Objetivo general	6
2.7.2.	Objetivos específicos	6
2.8.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS	7
3.	MARCO TEÓRICO	8
3.1.	INTRODUCCIÓN	8
3.1.1.	Antecedentes de investigación	8
3.2.	Historia de máquinas compactadoras	9
3.7.1.	Mecanismo para accionar el sistema mecánico	27
3.7.2.	Mecánica de los tornillos de potencia	28
3.7.3.	Engranajes de dientes rectos	28
3.7.3.1.	Ley fundamental de engranajes	28
3.7.4.	Tipos de engranajes	29
3.7.4.1.	Engranaje de tornillo sinfín	29
3.8.	Sistema térmico	30
3.8.1.	Cámara de calentamiento	30
3.9.	Sistema eléctrico	31
3.9.1.	Elementos de un sistema eléctrico	32
3.9.2.	Resistencias eléctricas industriales	32
3.9.3.	Resistencias eléctricas	32
3.9.3.1.	Dispositivos que acciona un sistema eléctrico	33
3.10.	Sistema electrónico	34
3.10.1.	Regulación de temperatura	34
3.10.2.	Sistema de detección de temperatura (Termopares)	34
3.10.3.	Dispositivos utilizados para el control de temperatura	35
3.11.	Ingeniería Asistida por Computadora (CAE)	35
3.11.1.	Historia del sistema CAE	36
3.11.2.	Software que utilizan el sistema CAE	36
3.11.3.	ventajas y desventajas del sistema cae	37
3.11.4.	Método de elementos finitos (FEA)	37
3.12.	Historia de la metalografía	38

3.12.1.	Conceptos de metalografías	38
3.12.2.	Proceso de metalografía.....	39
3.12.3.	Determinación de la muestra.....	39
3.12.4.	Concepto de Probeta.....	39
3.12.5.	Corte de la probeta.....	39
3.12.6.	Montaje de la probeta en la máquina encapsuladora.....	39
3.12.7.	Desbastes.....	40
3.12.7.1.	Desbaste grueso.....	40
3.12.7.2.	Desbaste intermedio.....	41
3.12.7.3.	Desbaste final.....	41
3.12.8.	Ataque Químico.....	41
3.12.9.	Microscopio Metalográfico.....	41
4.	METODOLOGÍA	42
4.1.	Introducción.....	42
4.2.	Metodología cualitativa.....	42
4.3.	Dimensionamiento mecánico.....	43
4.3.1.	Dimensionamiento y corte de la probeta metalográfica.....	43
4.5.	Metodología del dimensionamiento eléctrico.....	55
4.6.	Metodología del dimensionamiento térmico.....	57
4.7.	Metodología del dimensionamiento electrónico.....	58
4.8.	Validación por ingeniería asistida por computadora.....	67
4.9.	Método de elementos finitos.....	68
4.10.	Método para dimensionamiento de la estructura.....	68
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	69
5.1.	Introducción.....	69
5.2.	Dimensiones de las probetas.....	69
5.3.	Ensayo por método de elementos finitos	70
5.3.2.	Mallado del molde para estudios de esfuerzo y deformación.....	71
5.3.3.	Simulación del molde para la probeta.....	72
5.4.	Sistema mecánico.....	75
5.4.1.	Dimensionamiento del sistema de tornillo sin fin	75
5.4.2.	Etapa de procesamiento.....	76
5.4.2.1.	Mallado para el estudio de esfuerzo y deformaciones.....	77
5.4.2.2.	Simulación del tornillo sin fin.....	78
5.4.3.	Dimensionamiento de la corana del tornillo sin fin.....	78

5.4.3.1.	Etapa de procesamiento.....	78
5.4.3.1.1.	Modelo geométrico	78
5.4.3.2.	Mallado para el estudio de esfuerzo y deformaciones.....	79
5.4.4.	Simulación de la corana.....	80
5.5.	Dimensionamiento del sistema de gato mecánico	80
5.5.1.	Etapa de procesamiento.....	81
5.5.1.1.	Modelo geométrico	81
5.5.1.2.	Mallada para el estudio de deformación	81
5.5.1.3.	Esfuerzo y deformaciones del tornillo mecánico de potencia.....	81
5.5.1.4.	Validación del sistema de gato mecánico	84
5.6.	Dimensionamiento eléctrico	84
5.6.1.	Modelo de la resistencia tubular	84
5.6.1.1.	Modelo geométrico.....	85
5.6.1.2.	Análisis de mallado.....	85
5.6.1.3.	Análisis de elementos finitos en resistencia tubular	86
5.7.	Dimensionamiento térmico.....	88
5.7.1.	Modelo de la cámara térmica	89
5.7.1.1.	Modelo geométrico	89
5.7.1.2.	Análisis de mallado.....	89
5.7.1.3.	Análisis de elementos finitos en la cámara térmica	90
5.8.	Dimensionamiento electrónico	91
5.8.1.	Selección del tipo de sensor de temperatura	91
5.8.1.1.	Potencia que genera la termocupla tipo J	91
5.8.2.	Selección de microcontrolador	92
5.8.3.	Obtención del modelo matemático para el control de temperatura	92
5.8.3.1.	Validación del modelo matemático	92
5.8.3.2.	Validación del sistema de control de temperatura	93
5.8.4.	Validación del control del motor paso a paso	95
5.9.	Dimensionamiento de la máquina compactadora de resina	96
5.9.1.	Cálculo de consumo de energía del sistema	98
5.9.2.	Análisis de la estructura	99
6.	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS.....	100
6.1.	Presupuesto.....	100
6.1.1.	Costos directos.....	101
6.2.	Costos indirectos.....	102

6.2.1.	Costo de transportes.....	102
6.2.2.	Costo de diseño.	103
6.2.3.	Costo de ingeniería.....	103
6.4.	Análisis de impactos.....	104
6.4.1.	Impacto tecnológico.....	105
6.4.2.	Impacto práctico.....	105
6.4.3.	Impacto epistemológico.....	105
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	106
7.1.	Conclusiones.	106
7.2.	Recomendaciones.	106
8.	FUENTES BIBLIOGRAFICAS.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 3-1 Partes de una máquina compactadora.....	10
Figura. 3-2. Máquina compactadora vertical.	11
Figura. 3-3. Esquema del proceso de moldeo por compresión.	13
Figura. 3-4. Partes de una máquina compactadora de resina.	25
Figura. 3-5. Molde cilíndrico.	26
Figura. 3-6. Sistema de compresión.	26
Figura. 3-7. Parte de un sistema de compresión.....	27
Figura. 3-8. Gato de tornillo sinfín Joyce.....	28
Figura. 3-9. Cámaras térmicas.	30
Figura. 3-10. Partes de una resistencia industrial.....	33
Figura. 3-11. Principio de funcionamiento de un termopar.	35
Figura. 3-12. Análisis de elementos mediante sistema CAE.	36
Figura. 3-13. Esfuerzos y desplazamientos.....	38
Figura. 3-14. Microscopio metalográfico.....	42
Figura. 4.3-1. Diagrama de fuerzas al subir una carga.....	51
Figura. 4.7-1. Diagrama de bloques control proporcional.	61
Figura. 4.7-2. Diagrama de bloques control Proporcional-Integrativo.	62
Figura. 4.7-3. Diagrama de control Proporcional-Derivativo.	62
Figura. 4.7-4. Diagrama de bloques control Proporcional-Integrativo-Derivativo.	63
Figura. 5-1. Molde de ensayo.....	71
Figura. 5-2. Proceso de 2D a 3D.....	71
Figura. 5-3. Mallado de molde.....	72
Figura. 5-4. Simulaciones de presiones para moldes.	73
Figura. 5.4-1. Modelo geométrico de tornillo.	77
Figura. 5.4-2. Mallado de tornillo.	77
Figura. 5.4-3. Simulación de tornillo.	78
Figura. 5.4-4. Modelo geométrico de la corona.	79
Figura. 5.4-5. Mallado de la corona.	79
Figura. 5.4-6. Simulación de corona.	80
Figura. 5.4-7. Modelo geométrico de tornillo sinfín.	81
Figura. 5.4-8. Mallado de tornillo sinfín.	81
Figura. 5.6-1. Modelo geométrico de resistencia tubular.....	85

Figura. 5.6-2. Mallado de resistencia tubular.....	85
Figura. 5.6-3. Simulación de temperatura.....	86
Figura. 5.7-1. Modelo geométrico de cámara térmica.....	89
Figura. 5.7-2. Mallado de cámara térmica.....	90
Figura. 5.7-3. Simulación de la cámara térmica.....	90
Figura. 5.7-4. Simulación de contacto pared y cámara térmica.....	91
Figura. 5.8-1. Modelo matemático.....	93
Figura. 5.8-2. Simulación del modelo matemático.....	93
Figura. 5.8-3. Simulación de control de temperatura.....	94
Figura. 5.8-4. Modelado 3D control de temperatura.....	95
Figura. 5.8-5. Control de motor paso a paso.....	95
Figura. 5.8-6. Vista de placa en 3D de control de motor.....	96
Figura. 5.9-1. Simulación de deformación y desplazamiento de estructura.....	100
Figura. 5.9-2. Simulación de factor de seguridad.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Descripción de objetivos y tareas.....	7
Tabla 3-1. Propiedades mecánicas y térmicas de la resina epóxica.	20
Tabla 3-2. Propiedades térmicas y mecánicas de la baquelita fenólica.....	21
Tabla 3-3. Propiedades mecánicas y térmicas del poliesterino.	22
Tabla 3-4. Clasificación de los engranes.....	29
Tabla 3-5. Propiedades térmicas aleación de aluminio.	31
Tabla 3-6. Propiedades térmicas del acero.....	31
Tabla 3-7. Propiedades térmicas del bronce.....	31
Tabla 3-8. Dispositivos para dimensionar un sistema eléctrico.	33
Tabla 4.3-1. Dimensiones de probetas cilíndricas.....	43
Tabla 4.3-2. Dimensiones de probetas rectangulares.....	44
Tabla 4.3-3. Selección del tipo de material para el encapsulado.....	45
Tabla 4.3-4. Selección del tipo de motor para generar movimiento.....	55
Tabla 4.5-1. Selección del tipo de resistencia para generar calor.....	56
Tabla 4.6-1. Selección del tipo de material para la cámara térmica.....	57
Tabla 4.7-1. Selección del tipo de sensor de temperatura.....	59
Tabla 4.7-2. Selección del tipo de controlador electrónico.....	60
Tabla 4.7-3. Selección del tipo de control.....	64
Tabla 4.10-1. Selección del tipo de estructura.....	68
Tabla 5-1. Dimensiones de las probetas cilíndricas.....	69
Tabla 5-2. Medidas para muestra de probetas rectangulares.....	69
Tabla 5-3. Probeta cilíndrica de AISI 1035 Acero.....	70
Tabla 5-4. Probeta cilíndrica de aleación de aluminio 1060- H12.....	70
Tabla 5-5. Dimensiones del cilindro de moldeo.....	70
Tabla 5.4-1. Resultados del tornillo sinfín.....	76
Tabla 5.4-2. Resultados de la corona.....	78
Tabla 5.4-3. Resultado del sistema de gato mecánico.....	80
Tabla 5.4-4. Esfuerzos aplicados en el sistema de gato mecánico.....	82
Tabla 5.4-5. Selección del tipo de motor.....	84
Tabla 5.6-1. Resultados de la resistencia tubular.....	84
Tabla 5.7-1 Temperatura y tiempo necesario para la compactación.....	89
Tabla 5.8-1. Resultados de la termocupla tipo J.....	91

Tabla 5.8-2. Potencia de la termocupla tipo J.	92
Tabla 5.8-3. Modelo matemático para control de temperatura.....	92
Tabla 5.8-4. Componentes de control de temperatura.....	94
Tabla 5.8-5. Componentes de control de motor paso a paso.....	96
Tabla 5.9-1. Partes externa de la máquina encapsuladora.....	97
Tabla 5.9-2. Partes internas de la máquina encapsuladora.....	98
Tabla 5.9-3. Consumo total de la máquina encapsuladora.....	99
Tabla 5.9-4. Consumo total.....	99
Tabla 6-1. Costos directos parte electrónica.....	101
Tabla 6-2. Costo directo parte eléctrica.....	101
Tabla 6-3. Costos directos parte mecánica.....	102
Tabla 6-4. total, de costos directos.....	102
Tabla 6-5. Costos de transporte.....	103
Tabla 6-6. Costo de diseño.....	103
Tabla 6-7. Presupuesto total.....	103
Tabla 6-8. Probetas encapsuladas al año y costo de venta.....	104
Tabla 6-9. Ingresos y egresos del proyecto.....	104
Tabla 6-10. Validación de impactos.....	105



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “DISEÑO DE UNA MÁQUINA ENCAPSULADORA DE PROBETAS PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE METALOGRAFÍAS.

Autores:

Landeta Benavides Josué Eduardo

Núñez Villacres Jonnathan Fernando

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar una máquina encapsuladora de muestras para prácticas metalográficas, con el fin de generar una fuente de investigación que se valide con el uso de software computacional y generar un estudio por elementos finitos, actualmente está cobrando mayor importancia en la parte de ingeniería y en procesos de metalografía.

El proyecto se estructura en tres capítulos: Capítulo I, marco teórico donde se investigó todo lo referente a máquinas compactadoras de resinas a partir de fuentes bibliográficas, se realiza un subcontenido de las partes que componen una máquina compactadora, un sistema mecánico, térmico, eléctrico y electrónico, por otro lado, en el capítulo II contiene ecuaciones matemáticas para cada sistema de la máquina, la metodología cualitativa se utiliza en la comparación con otros sistemas dando un criterio y análisis funcional. Finalmente, en el capítulo III, se realizó el análisis de resultados, se realizó el diseño de toda la parte interna y externa de la máquina, utilizando el software SolidWorks, se obtuvieron estudios térmicos y estáticos de toda la máquina, y también se realizó en el programa Proteus la simulación del control de temperatura, en la parte eléctrica, se realizó un análisis de consumo energético y se presentan como solución computacional los diferentes tiempos, presiones y temperaturas que debe tener la máquina para un buen encapsulado.

Palabras claves.

Máquina compactadora – probetas--molde – actuador mecánico – control de temperatura



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

**TITLE: "DESIGN OF A MACHINE FOR ENCAPSULATING TEST
PIECES FOR THE REALIZATION OF METALLOGRAPHY"
PRACTICES.**

ABSTRACT

The present research work aims to design a specimen encapsulating machine for metallography practices, in order to generate a research source that is validated with the use of computational software and generate a study by finite elements, currently it is encompassing greater importance in the engineering part and in metallography processes.

The project is structured in three chapters: Chapter I, the theoretical framework where everything referring to resin compacting machines was investigated from bibliographic sources, a sub-content of the parts is made that make up a compacting machine, a mechanical system, a hydraulic system, thermal, electrical and electronic, on the other hand, in chapter II contains mathematical equations for each machine system, the qualitative methodology is used in the comparison with other systems giving a criterion and functional analysis. Finally, in chapter III, the analysis of results, the design of the entire internal and external part of the machine was carried out, using the Solid Works software, thermal and static studies of the entire machine were obtained, and it was also carried out in the Proteus program. The simulation of the temperature control, in the electrical part, an analysis of energy consumption was carried out and the different times, pressures and temperatures that the machine must have for a good encapsulation are presented as a computational solution.

Keywords.

Compacting machine - specimens - mold - mechanical actuator - temperature control.



Ingeniería
Electromecánica

AVAL DE TRADUCCIÓN



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: Landeta Benavides Josué Eduardo y Núñez Villacres Jonnathan Fernando

cuyo título versa **“DISEÑO DE UNA MÁQUINA ENCAPSULADORA DE PROBETAS PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE METALOGRAFÍAS”** lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 19 de febrero del 2021

Atentamente,

MSc. Emma Jackeline Herera Lasluisa

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502277031



Firmado
digitalmente por
1803027935
CENTRO
VÍCTOR HUGO
ROMERO GARCÍA
Fecha: 2021.02.22

1. INFORMACIÓN GENERAL

PROPUESTO POR:

JOSUÉ EDUARDO LANDETA BENAVIDES

JONNATHAN FERNANDO NÚÑEZ VILLACRES

TEMA APROBADO:

“DISEÑO DE UNA MÁQUINA ENCAPSULADORA DE PROBETAS PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE METALOGRAFÍAS.”

CARRERA:

Ingeniería Electromecánica

DIRECTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:

M.Sc Luis Miguel Navarrete López

EQUIPO DE TRABAJO:

Tutor de la propuesta tecnológica, Asesor Técnico

Nombres: Luis Miguel
Apellidos: Navarrete López
Cedula de identidad: 1803747284
Correo electrónico: Luis.navarrete7284@utc.edu.ec

Coordinador 1:

Nombres: Josué Eduardo
Apellidos: Landeta Benavides
Cedula de ciudadanía: 0928183417
Correo electrónico: josue.benavides3417@utc.edu.ec
Dirección: Milagro, Guayaquil

Coordinador 2:

Nombres: Jonnathan Fernando
Apellidos: Núñez Villacres
Cédula de ciudadanía: 1805026299
Correo electrónico: jonnathan.nunez6299@utc.edu.ec
Dirección: Ambato- Tungurahua

LUGAR DE EJECUCIÓN:

Región: Zona 3

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Latacunga

Parroquia: Juan Montalvo

Lugar: Universidad Técnica de Cotopaxi

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PROPUESTA:

1 Ciclo Académico (5 meses)

FECHA DE INICIO:

04 de noviembre del 2020

FECHA DE ENTREGA:

24 de marzo del 2021

LÍNEA(S) Y SUBLÍNEAS DE INVESTIGACIÓN (de la Universidad Técnica de Cotopaxi y de la carrera de Ingeniería en Electromecánica)**Línea de investigación:**

Procesos Industriales

Sub líneas de investigación:

Diseño y construcción y mantenimientos de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA: El tema brindado para nuestro proyecto de titulación es la creación de un nuevo producto para la Universidad Técnica de Cotopaxi el cual consistirá en el diseño de una máquina encapsuladora de probetas con la cual los estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica podrán realizar las prácticas de propiedades de materiales y tener una nueva visión sobre la características microestructuras de metales o aleaciones, las cuales están relacionadas con las propiedades químicas, físicas, térmicas y mecánicas.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1.TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.

“DISEÑO DE UNA MÁQUINA ENCAPSULADORA DE PROBETAS PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE METALOGRAFÍAS”.

2.2.TIPO DE ALCANCES:

- a) **Productivo:** Brindar una mejor estabilidad y reducir el tiempo de creación de probetas con resinas, aportando un diseño de una máquina encapsuladora de probetas para el estudio de prácticas de metalografía.
- b) **Desarrollo:** Con el diseño de una máquina encapsuladora lo que se pretende es dar a conocer unos de los procesos de moldeo por transferencia de calor, para la creación de probetas en los laboratorios de materiales de la carrera de ingeniería electromecánica en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.3.ÁREA DE CONOCIMIENTO

Según el código UNESCO la propuesta tecnológica se encuentra en el campo amplio número 33 de ciencias y tecnologías y en el campo específico 3313 de tecnología e ingeniería mecánica que cuenta con los siguientes sub campos:

- 3315 Diseño de máquinas
- 3316 Maquinaria para manejo de materiales

También nuestro proyecto está ubicado en el campo específico 3312 tecnología de materiales con los siguientes campos detallados:

- 3308 Propiedades de los materiales
- 3309 Resistencias de materiales

3312 Ensayos de materiales

2.4.SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar una máquina encapsuladora de muestras para prácticas metalográficas, con el fin de generar una fuente de investigación que se valide con el uso de software computacional y generar un estudio por elementos finitos, actualmente está cobrando mayor importancia en la parte de ingeniería y en procesos de metalografía.

El proyecto se estructura en tres capítulos: Capítulo I, marco teórico donde se investigó todo lo referente a máquinas compactadoras de resinas a partir de fuentes bibliográficas, se realiza un subcontenido de las partes que componen una máquina compactadora, un sistema mecánico, térmico, eléctrico y electrónico, por otro lado, en el capítulo II contiene ecuaciones matemáticas para cada sistema de máquina, la metodología cualitativa se utiliza en la comparación con otros sistemas dando un criterio y análisis funcional. Finalmente, en el capítulo III, se realizó el análisis de resultados, se realizó el diseño de toda la parte interna y externa de la máquina, utilizando el software SolidWorks, se obtuvieron estudios térmicos y estáticos de toda la máquina, y también se realizó en el programa Proteus la simulación del control de temperatura, en la parte eléctrica, se realizó un análisis de consumo energético y se presentan como solución computacional los diferentes tiempos, presiones y temperaturas que debe tener la máquina para un buen encapsulado.

Palabras claves.

Máquina compactadora – probetas--molde – actuador mecánico – control de temperatura.

2.5.OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.5.1. Objeto de estudio

Máquina compactadora de resina por compresión.

2.5.2. Campo de acción

Definimos nuestro campo de acción con todos los campos detallados del código Unesco.

- 3315 diseño de máquinas
- 3316 Maquinaria para manejo de materiales
- 3308 Propiedades de los materiales
- 3309 resistencias de materiales
- 3312 ensayos de materiales

En el diseño de maquinaria para los estudios de las propiedades de los materiales en diferentes procesos.

2.6.SITUACION PROBLÉMICA Y PROBLEMA

2.6.1. Situación Problemática:

Desde la revolución industrial y hasta la actualidad, muchos países latinoamericanos han crecido en formación tecnologías y equipos automatizados, Ecuador es un país que año a año paso por procesos de diseños de prensas metálicas desde las prensas hidráulicas, neumáticas y mecánicas de grandes dimensiones y menos sistemas automatizados.

En la actualidad los procesos de prensas se los realizan de forman automatizadas, donde el operario puede controlar tanto la presión, fuerza y tiempo necesario para que cumpla su función de compresión, el proyecto se visualiza en el diseño de una máquina encapsuladora de probetas metalográficas, que cumpla con el mismo principio de las prensas para poder condicionar el acabado y calidad de un producto, donde están regulados por normas.

Existe diversos problemas al momento de diseñar una máquina encapsuladora los cuales pueden ser el sobredimensionamiento, numerosas cantidades de piezas y mecanismo, medidas demasiadas exageradas de sus estructuras, sistema de accionamientos artesanales o cotidianos, tiempo de presiones muy prolongados, presiones relativamente altas y temperaturas muy elevadas.

2.6.2. Problema

Existen materiales que por su composición son de elevados costos y sacar una muestra de material para analizar sus componentes representa mucho dinero, ya que al obtener una muestra demasiado pequeña impide al operario continuar con los procesos de preparación del material.

2.7.HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA

Con el diseño de una máquina encapsuladora de probetas para procesos de preparación del material, facilitará la manipulación del operario y evitará costos innecesarios en la toma de muestras para los análisis.

OBJETIVO(S)

2.7.1. Objetivo general

Diseñar una máquina encapsuladora de probetas para la realización de prácticas de metalografías en los laboratorios de la carrera de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.7.2. Objetivos específicos

- Determinar las dimensiones de una máquina compactadora de resina que permita la compactación del material polimérico para la realización de probetas en ensayos metalográficos.
- Seleccionar las diferentes dimensiones y diámetros de las probetas para la preparación.
- Simular el funcionamiento de la máquina utilizando herramientas informáticas para dicho proceso.

2.8.DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

Tabla 1-1. Descripción de objetivos y tareas.

Objetivos	Tareas	Resultado de Actividad	Medio de verificación
Determinar las dimensiones de una máquina compactadora de resina que permita la compactación del material polimérico para la realización de probetas en ensayos metalográficos.	Investigación en el mercado de diferentes máquinas compactadoras de resinas con sus respectivos precios.	Máquina compuesta por 4 tipos de sistema, mecánico, hidráulico, térmico, eléctrico y electrónico.	Presentación de planos mecánicos, eléctricos, térmicos y electrónicos.
Seleccionar las diferentes dimensiones y diámetros de las probetas para la preparación.	Investigación en diferentes fuentes bibliográficas de tamaño para la probeta.	Determinación del tamaño para preparar a la probeta.	Fundamentación teórica obtenidas en diferentes fuentes bibliográficas.
	Preparación de la probeta, en diferentes materiales.		
	Determinación de la capacidad de la base para la probeta.		
Simular el funcionamiento de la máquina utilizado herramientas informáticas para dicho proceso.	Obtención de la licencia del software para la utilización.	Simulación de la máquina con todos sus diferentes componentes.	Utilización de software SOLIDWORKS.
	Descripción de cada uno de los elementos que se va a utilizar.		
	Verificación de los parámetros de velocidad y carga en la simulación.		

3. MARCO TEÓRICO

3.1.INTRODUCCIÓN.

En el presente apartado se dará a conocer las partes de fuentes bibliográficas que ayudará al investigador a tener una idea sobre algunas partes importantes del estudio de la metalografía, se conoce en la actualidad que en el Ecuador está creciendo como un país lleno de creación y utilización de materiales de diferentes propiedades ya sea para la construcción y elaboración de nuevos prototipos de maquinarias, pero cuando ocurre un problema y la pregunta es ¿ Por qué se dañó este material? o ¿cuál fue la causa de rotura del material?.

Ahí es donde ingresa la parte de la metalografía y con sus respectivos procesos se puede llegar a responder las preguntas antes mencionadas ya sea en la parte industrial como también en la parte de educación.

Por eso el presente tema de investigación va embarcado a la realización de una máquina de encapsulamiento de probetas la cual consta de tres partes fundamentales las cuales son la parte mecánica, eléctrica y electrónica, se conoce que en el mercado existe muchas de estas máquinas algunas ya con las capacidades de automatización y otras que se utilizan por los costos de fabricación menos elevados para algunas instituciones privadas o públicas, para eso se describirá todo el sistema de la máquina.

3.1.1. Antecedentes de investigación.

Desde las primeras apariciones de máquinas encapsuladoras, para realizar pruebas de metalografías muchas empresas tiende a ofrecer este tipo de máquinas con diferentes modelos y capacidades existen máquinas que todavía siguen siendo con sensores analógicos y también existe otras que ya se han actualizados y la encontramos con sensores digitales que son las más recomendables para laboratorios de metalografías , debido a que se pueden tener el control de algunas variables las cuales pueden ser el control de la fuerza sobre la probeta, los tiempos máximos y mínimos de encapsulado y la velocidad de rotación y otras variables más, así como se puede citar algunas empresas que se dedican a la fabricación de estos tipos de máquinas encapsuladoras las cuales son: BUEHLER, PRESI, LEITZ, ALLIED [1].

3.2.Historia de máquinas compactadoras.

Desde la aparición de la hidráulica por parte del físico francés Blaise Pascal (1623-1662) cuando el realizaba un experimento que sentó las bases de la hidrostática, cuando Pascal comprobó que al ejercer fuerza sobre un líquido que no tiene libertad de camino o se encuentra encerrado y estático, toda la presión aplicado es repartida uniformemente a todas las moléculas del fluido y con ello a todas las paredes del recipiente que lo contiene [1].

Desde este principio fue que se comenzaron a crear las prensas hidráulicas en los años de 1770 por el industrial ingles Josep Brahma en la que consta el principio de pascal, y la cual está formando por dos cilindros, los cuales se encuentra en diferentes posiciones y secciones y dentro de estos se encuentra un fluido que puede ser agua o aceite, en cada uno de los cilindros se encuentra dos émbolos en diferente dirección dando así que cuando aplicamos una fuerza al primer émbolo este impulsa al líquido dando así una mayor fuerza al otro émbolo [2].

En los principios de las primeras prensas hidráulicas esta solo conseguía tener una presión de salida muy pequeña y no tenían la fuerza necesaria para deformar un metal, luego de algunos años de larga investigación y pruebas llegaron los hermanos Perier quienes desarrollaron la máquina de Brahma permitiendo alcanzar presiones tan altas que sobrepasaban los 70 kg/cm² y estas permitían realizar trabajos en las industrias como la deformación de plomo [2].

Gracias a toda estas investigaciones y principios se crearon lo que ahora se les conoce como máquinas compactadoras que nos permite reducir grandes cantidades de material gracias a la fuerza que se le aplica, hoy en la actualidad se utilizan estas máquinas en la parte de la industria para comprimir el papel, las botellas plásticas y de latas, se encuentra en disponibles tamaños y diferentes configuración las que pueden tener uno o dos émbolos para tener la capacidad de comprimir los materiales o moldear a presiones forzadas, también algunas de la configuraciones de los émbolos pueden ser en sentido vertical y horizontal [2].

Como se puede observar en la siguiente figura que consta de un diagrama de una enfardadora vertical y de un compactador y banda transportadora horizontal.

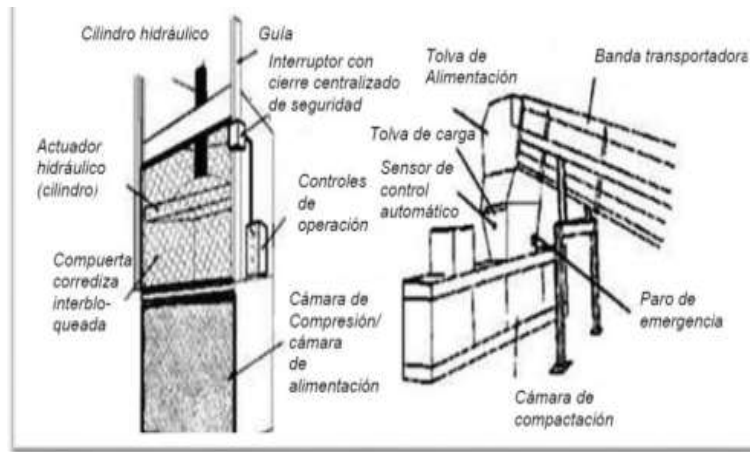


Figura. 3-1 Partes de una máquina compactadora.

Fuente: [2]

3.2.1. Máquinas Compactadoras.

Son dispositivos que se han venido utilizando desde el siglo XIX, los cuales busca cambiar la mano de obra del hombre por nuevas máquinas más veloces y eficientes, las cuales son diseñadas según sea la o las necesidades del cliente y que puedan acelerar la productividad en la manufactura de los productos [3].

Las máquinas compactadoras son un conjunto de mecanismo que se encuentra ensamblados con diferentes fuentes de energía las cuales son mecánica, cinemática, hidráulica, cinética y potencial, y por consiguiente tiene la capacidad de reducir el volumen de los productos ya sean plásticos, aluminio resina o cartón hasta los espesores más mínimos.

Como se puede observar en la siguiente figura se tiene una máquina de compactación de sistema de hidráulico en la cual permite a utilizar toda la fuerza de presión para generar un nuevo molde o reducir en cantidades pequeñas algunos materiales.

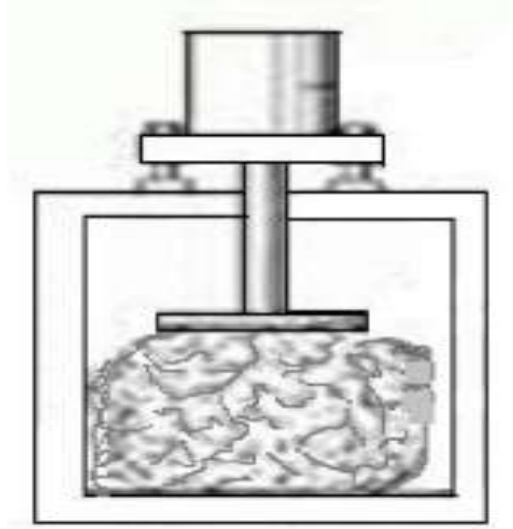


Figura. 3-2. Máquina compactadora vertical.

Fuente: [3]

3.2.2. Partes de una máquina compactadora

Las partes que conforma una máquina compactadora es la parte externa y la parte interna donde al usuario le permite observar el funcionamiento de ella por eso se nombran las siguientes partes que son:

- ✓ Estructura fija
- ✓ Empujador de prensa de compactación
- ✓ Circuito hidráulico
- ✓ Circuito eléctrico

3.2.3. Estructura fija

La estructura de la máquina puede ser de cualquier dimensión prismática ya sea rectangular o triangular conformado por estructuras de acero que soporte el peso de la propia y donde en la parte delantera se mostrará la parte de compactación y en la parte trasera se mostrará el alojamiento de la prensa cuando se haya recogido el cilindro compactador [3].

3.2.4. Empujador de prensa de compactación

Es el elemento móvil del compactador en el cual permite el alojamiento de las guías de deslizamiento en las diferentes posiciones ya sea superior como inferior a lo que le permite la compactación de la fase de la carga y del contenedor [2].

3.2.5. Circuito hidráulico

Es el que le permite tener el control sobre un conjunto de válvulas, electroválvulas y cilindro para que el desplazamiento del fluido siga su camino sin tener que retornar [2].

3.2.6. Circuito eléctrico

Es el que permite controlar la parte de potencia y parte de control de todos los dispositivos eléctricos y electrónicos así mismo como los circuitos de protección y circuitos de maniobras [2].

3.2.7. Tipos de máquinas compactadoras

Existen muchas aplicaciones tanto en la parte industrial como en la parte electrodoméstica de estos dispositivos para tener un mejor rendimiento en los procesos, en la parte industrial se utilizan de 3 tipos los cuales son:

- ✓ Compactadora hidráulica.
- ✓ Compactadora neumática.
- ✓ Compactadora de mecánica.

3.2.7.1. Compactadora hidráulica

Para tener una mayor confiabilidad y eficiencia en las empresas, estos dispositivos permiten transformar cilindros de grandes dimensiones en placas pequeñas de plástico o aluminio, para reducir espacios y utilizarlos de forma reutilizables para otro uso [4].

3.2.7.2. Compactadora neumática

Tiene el mismo principio de las compactadoras hidráulica, solo que a diferencia de la otra esta utiliza diferente fluido como es el aire, debido a que el aire tiene menor densidad su uso de mayor confiabilidad y de fácil acceso.

3.2.7.3. Compactadora mecánica

Este tipo de compactadoras pueden utilizar diferentes fluidos como lo puede ser el aceite y el aire y pueden compactar materiales de mayor resistencias y durabilidad donde tiene la diferencia de poder compactar en forma vertical y horizontal.

3.3. Moldeos

Se le denomina moldeos a todo procedimiento de conformación donde se desea construir una pieza o algún elemento donde una de las características especiales del moldeo es que al momento de realizarlo no se pierde nada del material, consiste

básicamente en fundir un material y vertiendo en un molde donde se realizara una réplica de la pieza, existe muchas técnicas de moldeo las cuales son:

- ✓ Moldeo por compresión.

3.3.1. Moldeo por compresión

Es una de las técnicas más antiguas y muy utilizadas en la parte de los plásticos termofijos, otra de sus funciones es en discos giratorios, llantas y otros compuestos de polímeros, este proceso se base en el principio de la prensa hidráulica donde con un fluido se puede brindar el movimiento a un pistón, cuando este pistón se mueve hacia una base donde se encuentra un polímero termoestable en una base se juntarán las dos mitades y aplicando una fuerza se le dará forma al material que estaba previamente calentado y posteriormente la transformará en una pieza sólida.

Como se puede observar en la siguiente figura el proceso completo de moldeo por compresión para plásticos termofijos, donde se tienen dos magnitudes físicas que son la velocidad y fuerza [5].

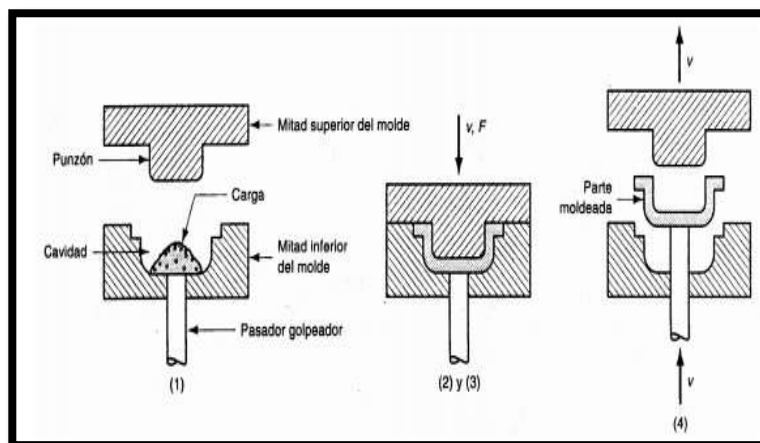
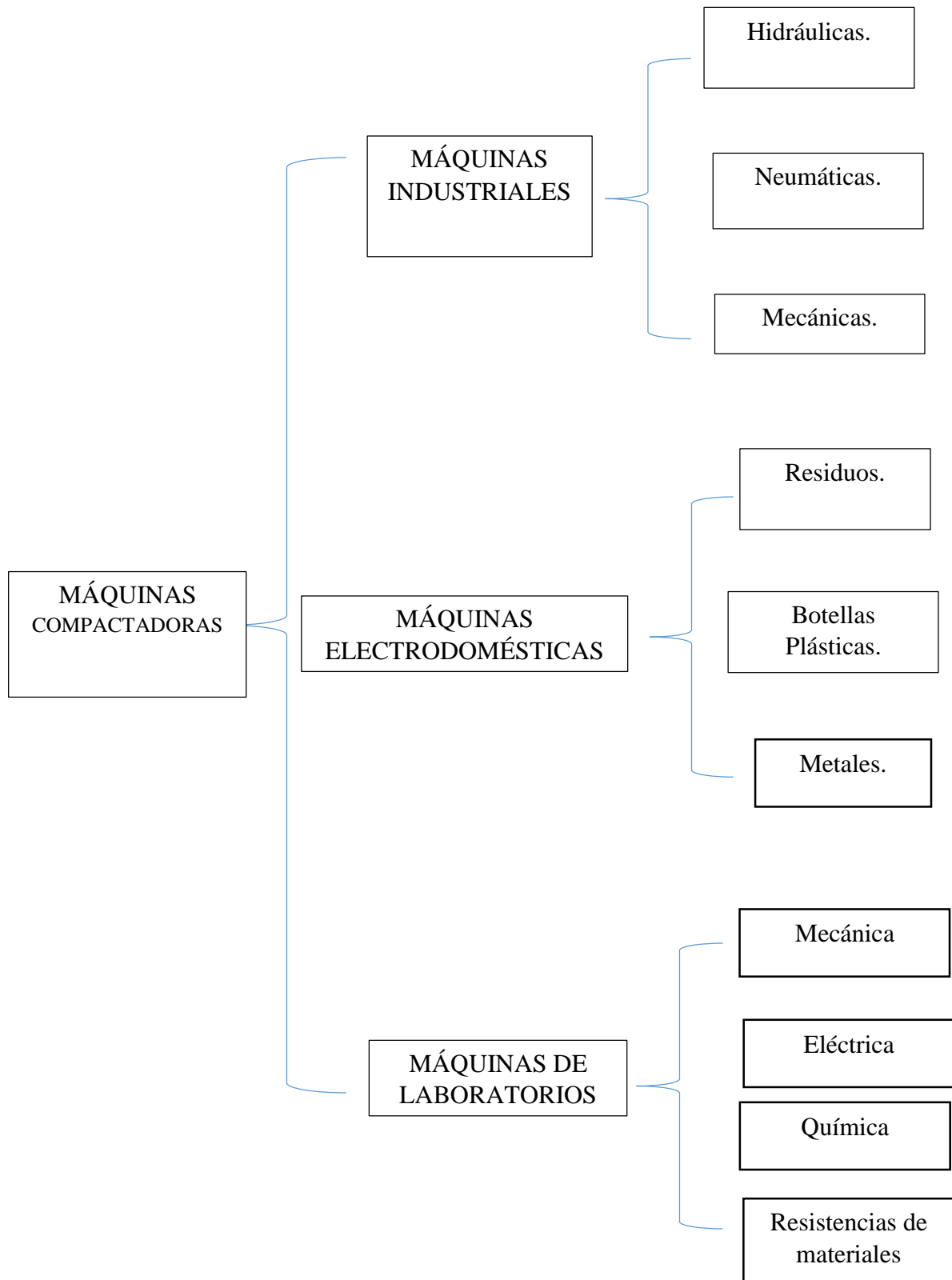


Figura. 3-3.Esquema del proceso de moldeo por compresión.

Fuente: [5]

El ciclo de moldeo se da por las siguientes condiciones, apertura del molde, extracción, preparación, cierre y extracción de la pieza.

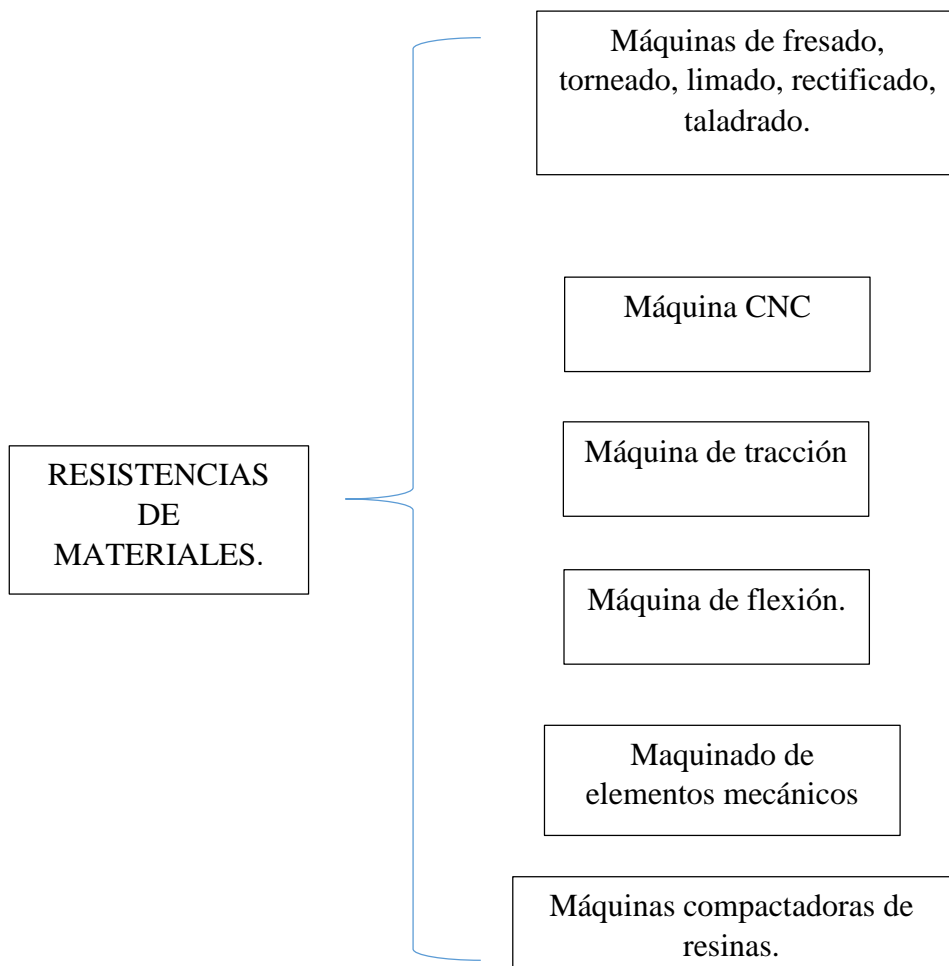
3.4. Aplicaciones de las máquinas compactadoras



Como se puede observar en el cuadro existe una infinidad de aplicaciones de máquinas compactadoras en las diferentes áreas, pero para un estudio metalográfico se necesita tener un profundo conocimiento de las máquinas que son utilizadas en los laboratorios de resistencias de materiales, de las cuales se describirán a continuación.

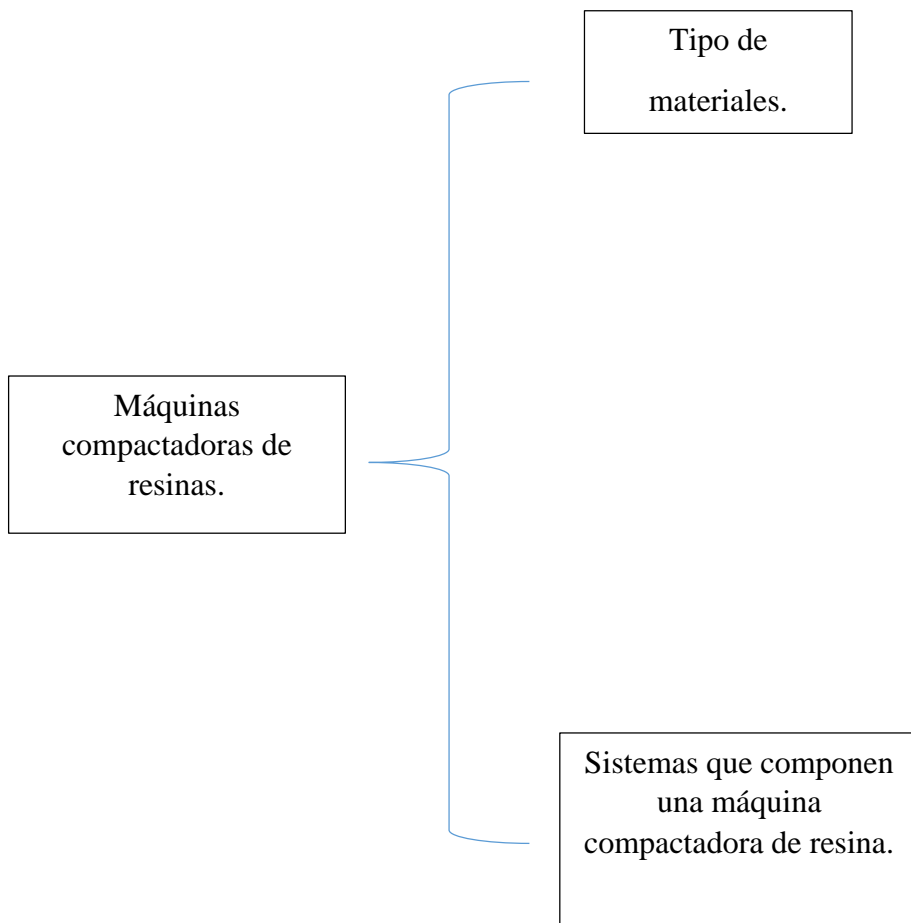
3.4.1. Máquina de laboratorios

En los laboratorios de muchas instituciones públicas y privadas así mismo como en instituciones de educación superior tiene sus laboratorios pertenecientes a sus carreras de preparación, un laboratorio de máquinas y herramientas capacita a los estudiantes de ingeniería y tecnología en operaciones de mantenimientos de diferentes máquinas industriales donde intervienen para la fabricación de elementos mecánicos [6].



3.4.2. Máquinas compactadoras de resina

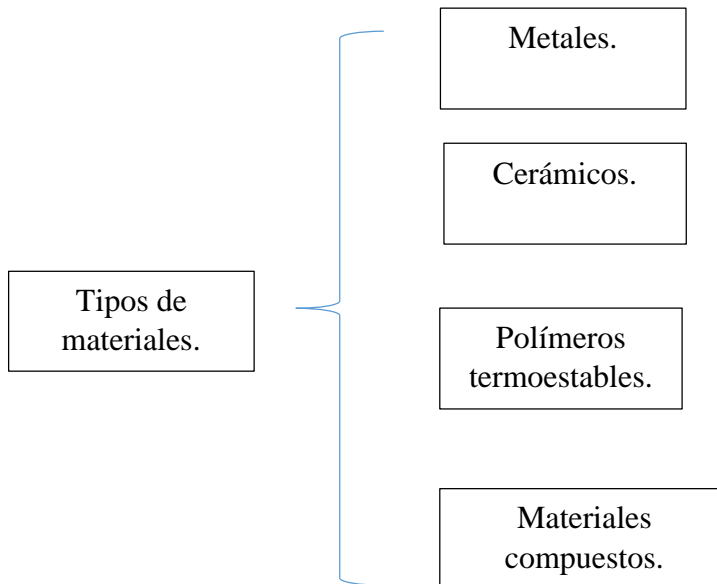
Son dispositivos que se utilizan para comprimir o brindar un moldeo a una sustancia, aplicando una temperatura y presión con un tiempo determinado, se las utiliza en diferentes campos e industrias, debido a su gran aporte en la industria muchas empresas metalográficas las utilizan para determinar las propiedades de un material por alguna torsión o flexión [7].



3.4.3. Tipo de materiales

Son elementos que se encuentran en la naturaleza y generalmente están compuestos por una composición química definida, un factor muy importante en los materiales es el de su estructura, que ya está definida y si cambia su estructura también cambian las características del material, como un resumen los materiales están formados por elementos con una composición y estructura única y que además pueden ser usados con algún fin específico [8].

Los materiales se clasifican de manera general como se observa en el siguiente gráfico.



3.4.4. Material polímero

Los polímeros son un compuesto que están constituidos por moléculas de cadenas largas de las cuales cada una se repite y se conectan entre sí, en una cadena de polímero puede existir entre millones de unidades, la palabra en una combinación del vocablo griego **poleví** que significa químico y **mero** que significa muchos, la mayoría de los polímeros son una derivación del carbonó y por esta propiedad que poseen se las consideran productos químicos orgánicos [9].

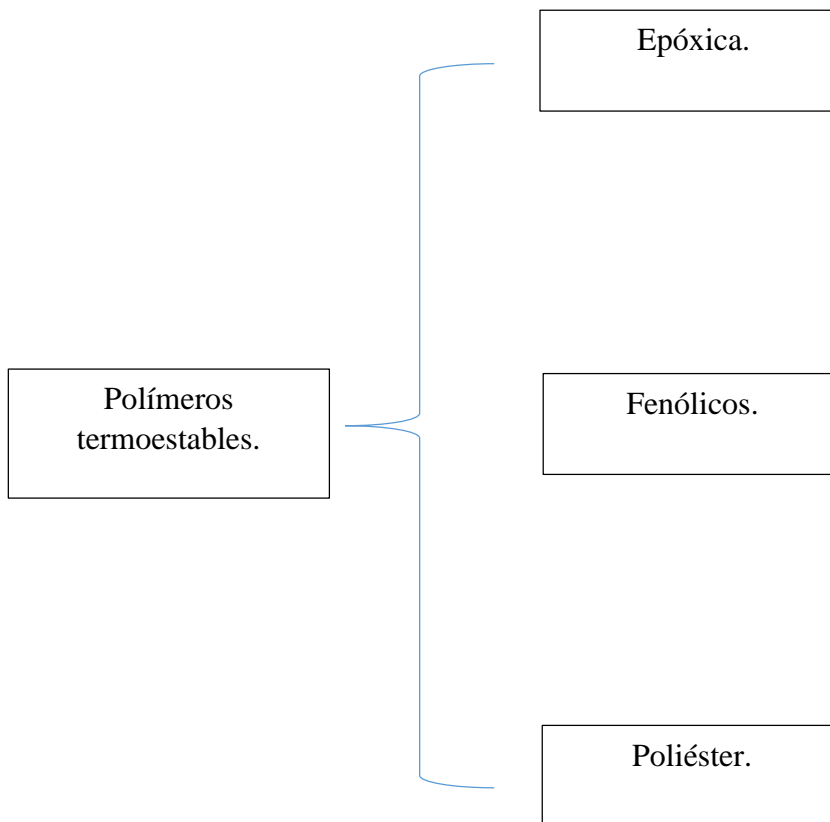
El polímero tiene diferentes estructuras entre las moléculas que se encuentra en sus ramificaciones de los cuales se tiene que estudiar los aspectos de las estructuras

moleculares, las cuales son estereo regularidad, ramificaciones y cruzamientos y copolímeros.

Existe un proceso químico en los polímeros que es la polimerización por adición donde se introducen más enlace doble entre los átomos de carbonos, cuando ocurre esta adición aparecen las ramificaciones monómeras.

Las propiedades de los polímeros es la capacidad térmica que pueden tener, cuando un polímero tiene una composición 100% de cristal tiene un punto de fusión es menor, y los polímeros a 50% cristalino su punto de fusión en cuando se alcanza unas elevadas temperaturas así mismo encontramos al polímero amorfo que se encuentra en la mitad ante un estado líquido y un estado cristalino.

En el siguiente cuadro, se dará a conocer una clasificación de los polímeros.



3.4.5. Materiales Termoestables

Los materiales termoestables son aquellos que tiene la capacidad de cambiar bajo la influencia de calor, luz, u de otros agentes químicos donde cambia de estado de un material soluble a otro no soluble donde puede formar una combinación tridimensional de covalentes [10].

En este tipo de materiales aparecen las resinas termoestables, sobre todo la resina epoxi, resina de poliéster y resina poliuretano, donde se las utilizan en muchas aplicaciones como un material compuesto, como son los plásticos reformados o adhesivos.

Lo que se puede entender que los materiales termoestables tienen una buena estabilidad dimensional, estabilidad térmica, resistencia química y propiedades eléctricas, debido a eso son utilizados en diversos campos ya sea en aeroespacial, automotriz, construcción, vestimenta, eléctrico, medicina y en el hogar para usos cotidianos.

Los termoplástico poseen diferentes tipos de sistemas de activación los cuales son activados por temperatura, y activado por mezcla, de la cuales para el caso de nuestro estudio nos enfocaremos por los sistemas activados por temperatura.

En el sistema activos por temperaturas los cambios que ocasionan el calor en un tiempo determinado para una operación de formar una pieza por moldeo, se inicia con un polímero lineal en forma de granulado, que conformemente se le va aplicando un calor el material se suaviza para ser moldeado, y por consiguiente todo este calor proporcionado da como un resultado el endurecimiento del polímero.

3.4.5.1. Resinas epóxicas

Las resinas epóxicas se basan en el grupo químico denominado epóxidos, un epóxido son empleados para la realización de resinas epóxicas, los epóxidos curados tienen algunas características que los hacen notables las cuales son alta resistencias, adhesividad y resistencia al calor y al ataque químico.

Las propiedades más útiles de la resina epóxica termofijos son en varias aplicaciones electrónicas y en el encapsulamiento de circuitos integrados y laminación de tarjetas electrónicas [11].

En la siguiente tabla se puede apreciar las propiedades mecánicas y eléctricas de las resinas epóxica.

Tabla 3-1. Propiedades mecánicas y térmicas de la resina epóxica.

Resina Epóxica.					
PROPIEDADES MECÁNICAS		PROPIEDADES ELÉCTRICIAS		PROPIEDADES TÉRMICAS	
Módulo de elasticidad.	7000 MPa	Resistividad específica.	10^{14} ohm-m	Temperatura mínima de fusión.	100C
Resistencia la tensión.	70 MPa	Constante dieléctrica.	3,4 – 5,7Hz	Temperatura máxima de fusión.	300C
Presión máxima.	25-30MPa				
Densidad.	1.11g/cm ³				

Fuente: [11]

3.4.5.2. Resinas fenólicas

Los materiales fenólicos aparecen gracias a la sintetización de las plantas y a un grupo de productos que contiene en su estructura una cantidad de fenol, así es como se las conocen a las sustancias fenólicas o polifenoles, en la actualidad se utilizan mucho de estos productos como tableros, panel fenólico compacto [12].

Comenzó a comercializarse alrededor de 1900 con el nombre comercial de bakelita, tiene alguna característica muy buena como la estabilidad térmica, química y dimensional, su capacidad de aceptar calor es limitada y posee colores oscuros, se los utiliza en un 10% para procesos de encapsulado.

Tabla 3-2. Propiedades térmicas y mecánicas de la baquelita fenólica.

Baquelita Fenólica.					
PROPIEDADES MECÁNICAS		PROPIEDADES ELÉCTRICIAS		PROPIEDADES TÉRMICAS	
Módulo de elasticidad.	7000MPa	Resistividad específica.	10^9ohm-m	Temperatura mínima de fusión.	100°C
Resistencia a la tensión.	70 MPa	Constante dieléctrica.	4-6Hz	Temperatura máxima de fusión.	250°C
Presión máxima.	30MPa				
Densidad.	1.24 - 1.32 g/cm^3				

Fuente: [12]

3.4.5.3. Poliésteres termofijos.

Los poliésteres termo fijos se los utiliza mucho como plásticos reforzados para la fabricación de tubos, tanques, piezas de carrocerías automotrices, también se los utiliza en proceso de moldeos para la producción de piezas pequeñas debido a su gran capacidad de absorción al calor y resistividad a la ruptura, son empleados en muchas bases de pinturas, barnices, lacas [12].

Tabla 3-3. Propiedades mecánicas y térmicas del poliesterino.

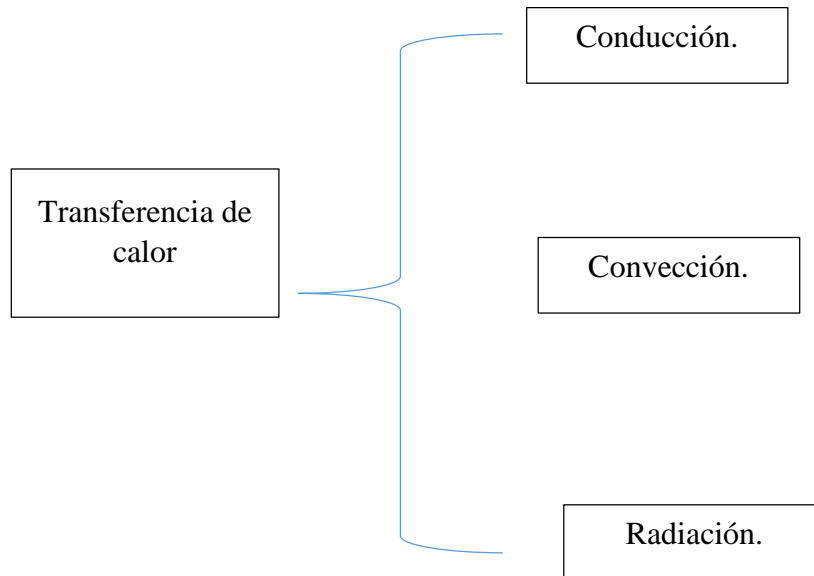
Poliesterino					
PROPIEDADES MECÁNICAS		PROPIEDADES ELÉCTRICIAS		PROPIEDADES TÉRMICAS	
Módulo de elasticidad.	7000 MPa	Resistividad específica.	$>10^{14}$ ohm-m	Temperatura mínima de fusión.	100°C
Resistencia a la tensión.	30 MPa	Constante dieléctrica.	2,5 Hz	Temperatura máxima de fusión.	250°C
Presión máxima.	10MPa				
Densidad.	1.04- 1.05 g/cm ³				

Fuente: [12]

3.5.Transferencia de calor

La transferencia de calor es la ciencia que trata de predecir el intercambio de energía que se puede dar entre dos cuerpos de diferente material, lo que se produce el intercambio de una diferencia de temperatura, la termodinámica enseña que este paso de energía de la define como calor [13].

La transferencia de calor realiza una complementación de los primeros principios de la termodinámica, con lo cual proporciona leyes experimentales adicionales que son utilizadas para determinar la rapidez de la transferencia de energía, también existe tres tipos de transferencia de calor los cuales se darán a conocer en el siguiente cuadro.



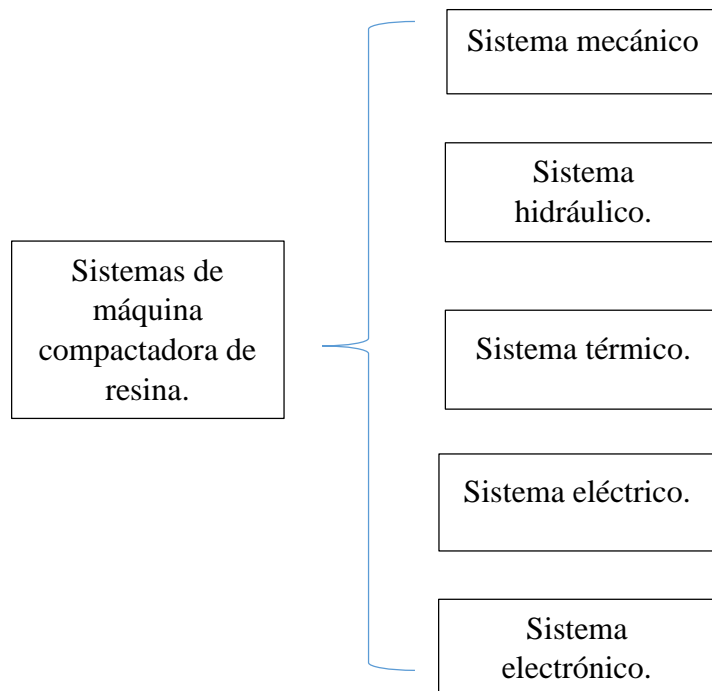
3.5.1. Transferencia de calor por conducción

Se da cuando en un cuerpo existe un gradiente de temperatura, lo que define como a la transferencia de energía desde un cuerpo con alta temperatura hacia un cuerpo con baja temperatura, en los sólidos se debe a la combinación de las vibraciones de las moléculas en una red de átomos y al transporte de energía por partes de los electrones libres [13].

3.6. Sistemas de máquinas compactadoras de resinas

Para conocer los sistemas de una máquina electromecánica o un sistema de mecanismo se deben de tomar en cuenta algunas características y sistemas que le brindaran el correcto funcionamiento.

Para las máquinas compactadoras de resinas se tiene que tener en cuenta algunas variables independientes las que van el tipo de resina, la presión, la temperatura y el tiempo de encapsulado para posteriormente llegar a una variable dependiente que es la dureza del moldeo de la probeta.



3.6.1. Sistema mecánico

La máquina está compuesta principalmente de un sistema mecánico en lo que se puede incluir los estudios térmicos, análisis de movimiento, el diseño de elementos de máquinas, análisis de esfuerzos con los cual nos permitirá un mejor dimensionamiento y diseño para la máquina, con lo cual se tomará con principal elemento un sistema hidráulico con el cual nos permite obtener grandes presiones en un espacio reducido [14].

3.6.2. Dimensionamiento de la máquina

Para tener en cuenta el dimensionamiento de la máquina se ha realizado una investigación de campo, en donde se tomarán una lista de algunas máquinas compactadoras de resinas ya estas sean maquina industriales como maquinas electrodomésticas, con el cual se hará una diferencia para determinar lo largo, ancho y alto de la máquina, donde puedan ingresar todos los elementos para su posterior funcionamiento.

Para lo que se tomó como en referencia una figura geométrica que conste con todas estas especificaciones, lo cual es un cubo que por sus capacidades geométricas consta con tosas estas dimensiones.

Por otra parte, para tener una mejor visión sobre el acabado de la máquina se tomará en cuenta tres tipos de materiales los cuales son, hierro, aleación de aluminio y tol galvanizado los cuales tiene diferentes propiedades mecánicas que nos permitirá observar un en los estudios posterior si soporta las diferentes presiones que se necesitará.

Como se puede observar en la siguiente figura es el croquis del dimensionamiento de la maquina encapsuladora de resina.

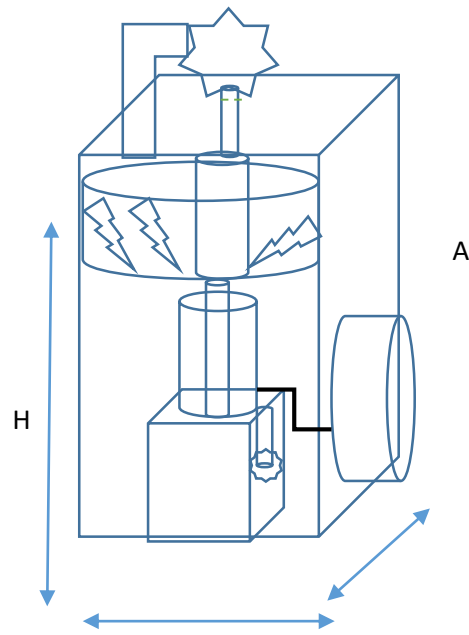


Figura. 3-4.Partes de una máquina compactadora de resina.

Fuente: [14]

3.6.3. Diámetro del cilindro para moldeo

Para la realización del moldeo por compresión se utilizará la figura geométrica de un cilindro, el cual consta de las siguientes características que son el tipo de material la altura que debe de poseer y el diámetro de entrada del material de resina [15].

Como se puede observar en la figura, la dimensión geométrica que se tiene que tener en cuenta para la dimensión del cilindro.

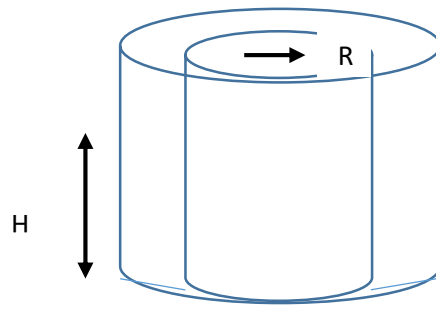


Figura. 3-5.Molde cilíndrico.

Fuente: [15]

3.6.4. Vástago superior

El vástago es un elemento mecánico, en forma de una barra cromado que permite la transmisión de fuerza cuando esta es generada por una presión, debido a la entrada de algún fluido en los cilindros hidráulico, el fluido debe ingresar por el puerto de entrada y empuja al pistón, esto hace que el vástago se extraiga de los cilindros hidráulico con mucha fuerza [16].

Como se puede observar en la siguiente figura las dimensiones de un vástago y sus características.

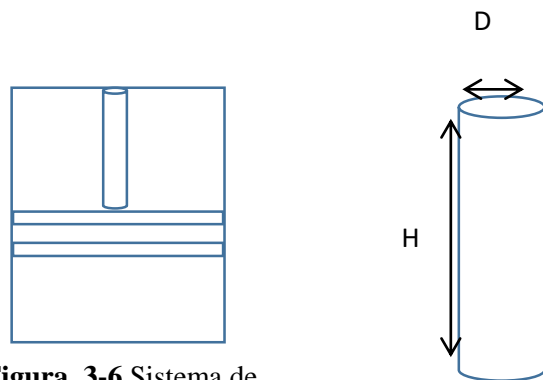


Figura. 3-6.Sistema de compresión.

b) vástago.

Fuente: [16]

3.6.5. Vástago inferior

Parte de un sistema neumático o hidráulico que puede estar ubicado en la parte superior de una prensa mecánica que tiene la capacidad de oponerse a la fuerza que se entre el otro vástago de la parte inferior, son muy utilizados en prensas hidráulica para la compactación de producto, teniendo diferentes formas ya sea plana o cilindras, las planas sirven para la reducción del material y las cilíndricas sirve para la perforada de láminas de metal [16].

Como se puede observar en la figura, la instalación de un vástago superior e inferior para el proceso de compactación.

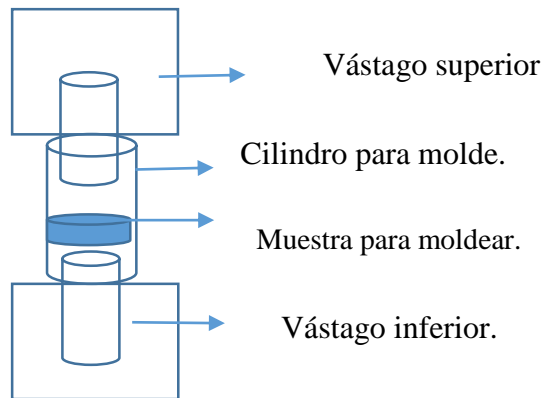


Figura. 3-7.
Parte de un sistema de compresión.

Fuente: [16]

3.7.Sistema mecánico.

3.7.1. Mecanismo para accionar el sistema mecánico

Los mecanismos son elementos destinados a transmitir y/o transformar fuerzas a movimientos desde un elemento conducido por algún dispositivo mecánico en este caso un motor o también puede ser accionado manualmente con la capacidad de permitir al usuario realizar determinados trabajos con mayor comodidad y menor esfuerzos [17].

Mecanismo de transformación del movimiento existe muchos, pero todo depende del problema que se tenga o al tipo de movimiento que se desea generar, se tiene el movimiento de transformar movimientos circulares en rectilíneos o viceversa.

Algunos mecanismos capaces de transformar el movimiento circular a rectilíneo son:

- ✓ Manivela torno
- ✓ Piñón cremallera
- ✓ Tornillo tuerca
- ✓ Tornillo sin fin
- ✓ Biela manivela
- ✓ Cigüeñal

3.7.2. Mecánica de los tornillos de potencia

Un tornillo de potencia son dispositivos utilizados para cambiar el sentido de movimiento angular a movimiento lineal, para transmitir potencias, entre algunas aplicaciones tenemos los tornillos de torno y los tornillos para prensa de banco y prensa de sujeción [18].

En la siguiente figura muestra una de las aplicaciones de los tornillos de transmisión de potencia de un gato accionado manualmente.



Figura. 3-8. Gato de tornillo sin fin Joyce.

Fuente: [18]

3.7.3. Engranajes de dientes rectos

AGMA (American Gears Manufactures Association) los define como elementos de máquinas que transmite movimiento mediante su agarre continuo de la misma cantidad de dientes o dientes diferentes, para que pueda realizar una transmisión positiva, donde existe una relación de velocidad desde el elemento conductor hasta el elemento conducido para mantenerse constante [19].

3.7.3.1.Ley fundamental de engranajes

La ley fundamental de engranajes establece que la relación de velocidad angular entre los engranes de un juego de engranes permanece constante mientras permanecen engranados,

se da una definición más completa de la relación de velocidad angular a la que se refiere es al mismo de un mecanismo de cuatro barras [20].

3.7.4. Tipos de engranajes

Existen muchos tipos de engranajes de los cuales cada uno de ellos sirve para una función diferente, pero tiene el mismo principio de transmitir movimiento, ya sea transformando movimiento angular a rectilíneo o viceversa en la siguiente tabla se nombrarán algunos de los tipos de engranajes más utilizados [21].

Tabla 3-4. Clasificación de los engranes.

Tipos de engranajes	
Cónicos rectos	De diente rectos
Sinfín-corona	De dientes helicoidales
De sinfín Cavex	Doble helicoidales
Espiroides.	Herringbone

Fuente: [19]

3.7.4.1. Engranaje de tornillo sinfín

Se lo utiliza para transmitir la potencia entre ejes que se cruzan, casi siempre perpendicularmente entre sí, entre los pequeños espacios existe una relación de velocidad que es comparadamente alta, cuando se da contacto con los demás engranes de la rueda, se produce un funcionamiento silencioso, debida a que cuando el deslizamiento es mayor, se originan dificultades por el calor en la corona que esta donde se encuentra el tornillo y los engranes [22].



Figura. 3.7.3. Tornillo sinfín y corona dentada.

Fuente: [22]

Como se puede observar en la figura como está conformado un tornillo sinfín que se compone de dos partes la primera es una rueda con diente y la otra es un tornillo con engranes en la mitad de su cuerpo.

3.8.Sistema térmico.

3.8.1. Cámara de calentamiento.

Es un espacio físico interno donde se realiza la transferencia de calor para algunos materiales, en el cual debe tener propiedades térmicas y mecánicas, para que soporten altas temperaturas y el material con el que está construido no llegue a corroerse.

Los materiales más utilizados para las cámaras de calentamiento en electrodomésticos y en las industrias alimenticias son el acero inoxidable de las series 2xx y 3XX donde se recomiendan el 301,302,302B y 304, una de las cualidades más importante de estos materiales es que posee propiedades mecánicas, que pueden soportar altas temperaturas entre los 700 y 1100C, también se puede trabajar en frio y en caliente y permite que el material no se deforma al momento de su transferencia de calor [23].

Durante este proceso de intercambio energético entre el sistema eléctrico y el material para calentar, lo cual se necesitará un material aislante para evitar las pérdidas de calor debido a que mientras más bajas sea la conductividad térmica, tendremos un mejor aislante térmico.

Como se puede observar en la siguiente figura los componentes de una cámara de calentamiento a sistema eléctrico.

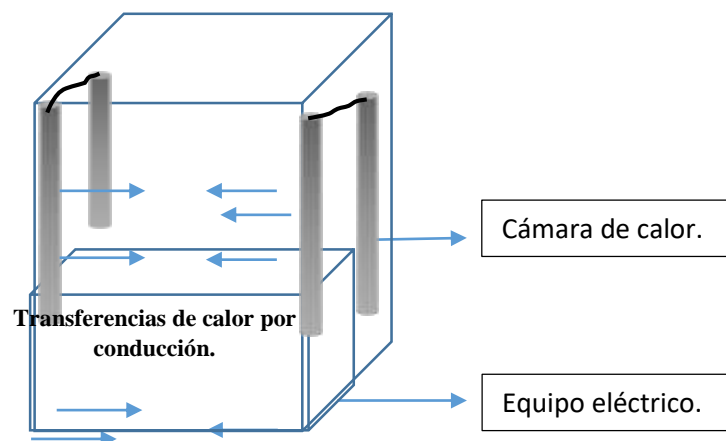


Figura. 3-9.Cámaras térmicas.

Fuente: [23]

Así como se pueden observar las propiedades térmicas de diferentes materiales, lo que se mostrarán en las siguientes tablas.

Tabla 3-5. Propiedades térmicas aleación de aluminio.

Aluminio.	
Punto de ebullición.	2519C
Conductividad térmica.	237(W/K.m)
Calor específico.	900 J/K.kg
Punto de fusión.	660C.

Fuente: [18]

Como se puede observar en la tabla numero 6 algunas propiedades térmicas del aluminio de las cuales las que son más recomendable para el diseño de una cámara se tomará en cuenta la conductividad térmica.

Tabla 3-6. Propiedades térmicas del acero.

ACERO.	
Punto de ebullición.	3000C
Conductividad térmica.	50,02(W/K.m)
Calor específico.	460 J/K.kg
Punto de fusión.	1375C.

Fuente: [18]

Como se puede observar en la tabla numero 7 el acero es el que menor conductividad térmica posee de los tres materiales que se está mencionando en este capítulo.

Tabla 3-7. Propiedades térmicas del bronce.

BRONCE.	
Punto de ebullición.	2440C
Conductividad térmica.	186(W/K.m)
Calor específico.	436 J/K.kg
Punto de fusión.	1020C.

Fuente: [18]

3.9.Sistema eléctrico.

En un sistema eléctrico de una cámara de calentamiento junto con un panel de control, que a través de un controlador se puede determinar las funciones eléctricas que se desea que cumpla

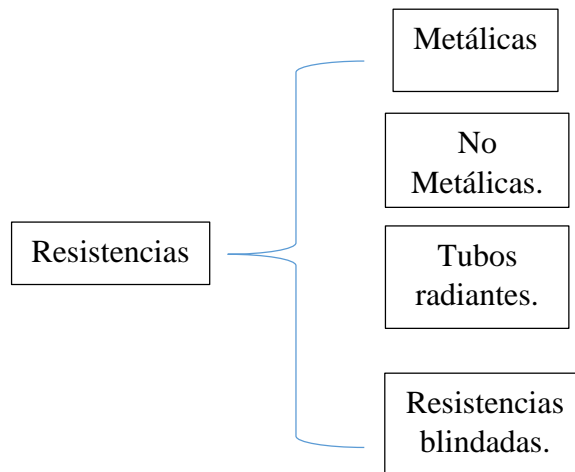
el sistema de calentamiento, algunos sistemas de calentamiento están formados por dispositivos que transforman la energía eléctrica en energía calorífica, las cuales pueden ser resistencias o elementos que permiten transportar energía eléctrica [24].

3.9.1. Elementos de un sistema eléctrico.

Existe muchos elementos eléctricos en los mercados, cada uno cumple una función diferente de los cuales, se tiene que considerar algunas variables, se tiene dispositivos eléctricos de medición, de potencia y de consumo de energía, también se tiene elementos que se oponen al paso de la corriente y elementos que permite el paso de corriente.

3.9.2. Resistencias eléctricas industriales.

Para que se realice la transferencia de calor por conducción necesitamos algún elemento eléctrico, para que tenga la posibilidad de transformar el flujo de corriente en calor, para esos fenómenos se utilizan las resistencias eléctricas debido al paso de calor por un tiempo prolongado y a un elevado nivel de voltaje, ésta comienza a calentarse y se las conocen como resistencias de calentamiento indirecto y se pueden clasificar en: como se muestra en el siguiente grafico los tipos de resistencias que existen [25].



3.9.3. Resistencias eléctricas

Las resistencias eléctricas industriales son mejores para retener el calor, más eficiente para conducir el calor de manera uniforme a través de una placa de metal y además son más confiables, estas es la razón por que la placa de calentamiento de todas las prensas térmicas no solo se calienta más rápido, sino que también ofrecen una mayor densidad de vatios con variaciones de calor tan bajas como entre 0 y 2,5% [25].

Como se puede observar en la figura 11 se tiene todas las partes que conforma una resistencia tubular.

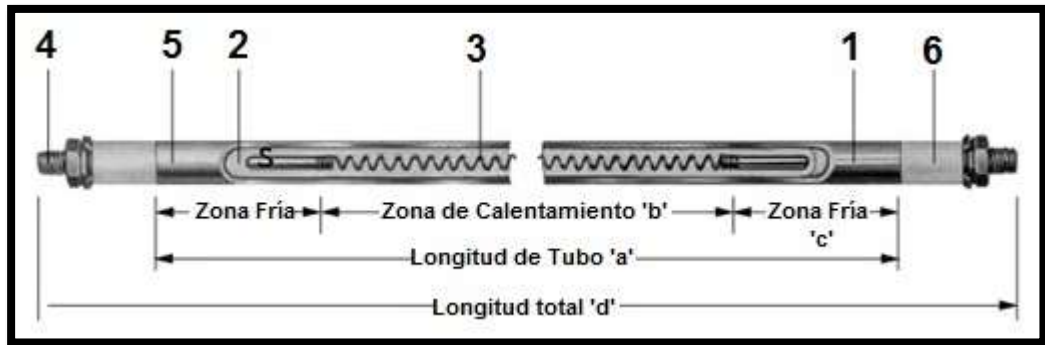


Figura. 3-10. Partes de una resistencia industrial.

Fuente: [25]

3.9.3.1. Dispositivos que acciona un sistema eléctrico.

En la siguiente tabla número 3-8 se tiene la lista de todos los dispositivos que conforma un sistema eléctrico o que son necesario para el dimensionamiento de la parte eléctrica los cuales se detallaran a continuación.

Tabla 3-8. Dispositivos para dimensionar un sistema eléctrico.

Dispositivos eléctricos.	
Conductor eléctrico.	Dispositivo constituido por algún metal capaz de transportar la corriente eléctrica, también posee propiedades mecánicas las cuales son resistencia al desgaste y maleabilidad.
Interruptores termo-magnéticos.	Son dispositivos capaz de brindar un mecanismo de accionamiento, con el cual se puede abrir y cerrar el paso de la corriente eléctrica.
Selector.	Nos permite abrir o cerrar los contactos de acuerdo a la posición seleccionada de forma manual.
Fusible.	Dispositivo capaz de proteger a los circuitos de elevadas tensiones.
Fuente de alimentación de corriente continua.	Es un dispositivo electrónico capaz de brindar un valor de tensión adecuada para

	que los dispositivos electrónicos puedan funcionar, su funcionamiento de transformar la corriente alterna en corriente continua de bajos voltajes.
--	--

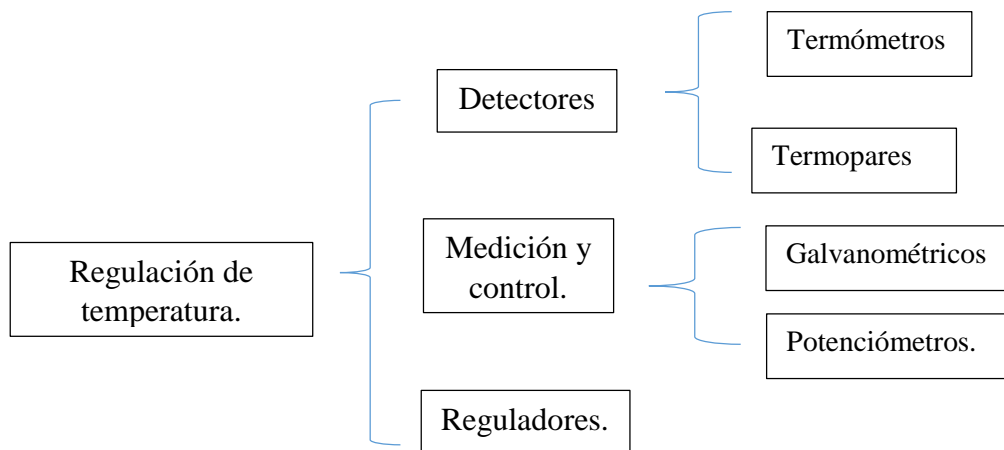
Fuente: [25]

3.10. Sistema electrónico.

En el sistema electrónico nos permite tener un control de temperatura mediante circuito electrónico y equipos de electrónica de potencia lo que nos permite es tener el control de temperatura para que el sistema no se caliente demasiado y pueda ocasionar que el material se desintegre por completo.

3.10.1. Regulación de temperatura.

Cuando se tiene una consideración con la medición y el control de temperatura es fundamental para los distintos sistemas eléctricos-térmicos, se debe tener en cuenta que existe muchos elementos de regulación de temperatura de los cuales se describirá a continuación.



3.10.2. Sistema de detección de temperatura (Termopares).

Los termopares juegan un papel muy importante, ya que son los encargados de censar la temperatura, mediante la circulación de una corriente en un circuito cerrado, formado por metales de diferentes y que estas uniones de encuentra a diferentes temperaturas, en estas condiciones existe entre los extremos una diferencia de potencias llamada fuerza electromotriz termoeléctrica, como se pueden observar en la siguiente figura el comportamiento de los termopares [26].

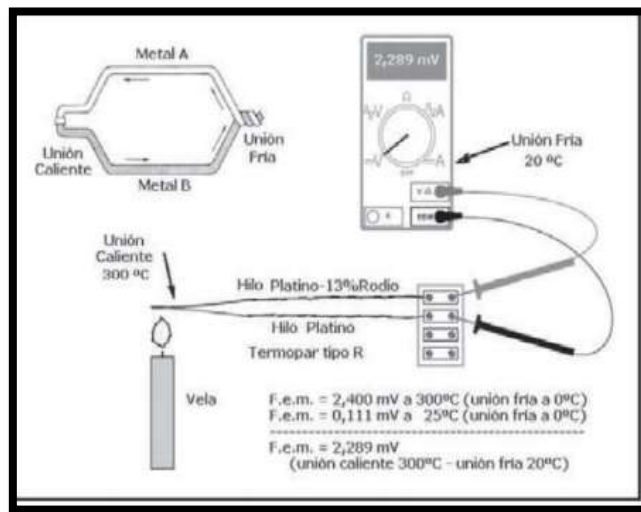


Figura. 3-11.Principio de funcionamiento de un termopar.

Fuente: [26]

3.10.3. Dispositivos utilizados para el control de temperatura.

Para la realización de un control de temperatura se tiene que tener en cuenta muchos dispositivos que serán útiles para su diseño y para la observación de su funcionamiento

Dispositivos para realizar el control de un motor paso a paso.

Para la realización de un sistema de control de motores se debe de tener en consideraciones muchos aspectos, uno de los principales debe ser el controlador y otro los sensores en la siguiente tabla, se describen algunos componentes que son necesario para realizar dicho proceso.

3.11. Ingeniería Asistida por Computadora (CAE).

Proviene de sus siglas del inglés CAE, Computer Aided Engineering que nos permite el uso de software computacionales para la realización de simulaciones en 3D con el propósito de dar una solución a los problemas de ingeniería o a la mejora de diseños de productos.

Este sistema es utilizado por ingenieros, arquitectos, etc., con el fin de verificar la viabilidad de las distintas alternativas de diseño, este tipo de sistema costa de dos fases la primera fase es del pro-proceso donde el usuario realizar las figuras geométricas y específicas las propiedades físicas del dibujo en la fase de post-procesado se les presenta al ingeniero para su respectiva revisión tomando en cuenta todos los conceptos de CAD/CAM/CAE.

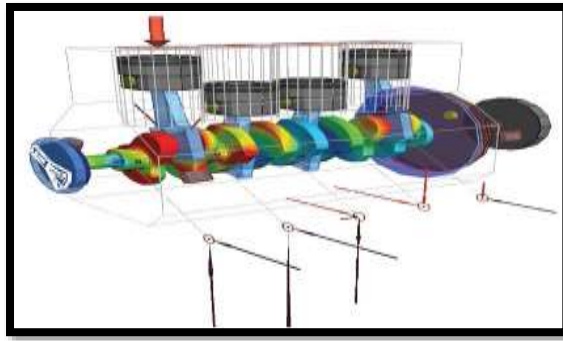


Figura. 3-12. Análisis de elementos mediante sistema CAE.

Fuente: [27]

3.11.1. Historia del sistema CAE.

La historia de la ingeniería asistida por computador se remonta desde el siglo XVII cuando se realizaban las construcciones de diferentes tipos de mecanismo y máquinas, donde consistía en prueba y error, cada idea que se realizaba siempre terminaba en desastre y aparte se perdía una gran cantidad de dinero y de material, y a veces no se lograba ni rescatar para una segunda prueba, luego de tantos intentos e intentos y fracasos se logró crear una máquina que ahora le conocemos como avión que gracias a las tecnologías actuales el hombre ha podido llegar hasta el espacio ahora el proceso de ingeniería es diferente a lo que era en el siglo pasado [28].

Gracias a la aparición de la electrónica y del software informático se ha podido diseñar en algunos programas como AutoCAD e Inventor muchos piezas mecánicas y nuevas máquinas con la finalidad de crear hasta lo imposible.

Con la actualidad la ingeniería asistida por computador permite realizar muchas simulaciones donde intervenga variables constantes dinámicas y estáticas como son la presión- temperatura y esfuerzos, con todo esto sustituyen al método científico y la experimentación el sistema CAE constituyen un recurso importante para equipos pequeños.

3.11.2. Software que utilizan el sistema CAE

En la actualidad existen una infinidad de software informáticos que nos permiten realizar dibujos en 3D y simulaciones en tiempo real aplicado algún agente externo para poder visualizar su comportamiento, para los sistemas CAE se enlistará algunos

softwares que son las más utilizados en el ámbito empresarial como en el ámbito educativo como se los mostrará a continuación [28].

- ✓ ANSYS DESING SPACE
- ✓ SOLIDWORKS
- ✓ AUTODESK CAD

3.11.3. ventajas y desventajas del sistema cae.

3.11.3.1. Ventajas

- ✓ Reducción de costo y tiempo en materiales.
- ✓ Infinidad de software para realizar los dibujos en 3D,
- ✓ Corrección de diferentes errores con un mínimo de tiempo.
- ✓ Finalización del producto con mayor calidad y durabilidad.

3.11.3.2. Desventajas

- ✓ Elevados costos en las licencias en programas y equipos.
- ✓ Software con una mayor complejidad en el manejo de las herramientas.

3.11.4. Método de elementos finitos (FEA)

El análisis de elementos finitos por sus siglas en ingles Finite Element Analysis es un método que son utilizados en el software de simulación de las ramas de la ingeniería, para el uso de ecuaciones matemáticas y ecuaciones diferenciales.

En la actualidad este método es utilizado por las ramas de las ingenierías para poder observar el comportamiento de un objeto o pieza mecánica que le sucede cuando se le aplica una fuerza, presión o torque y con esto resolver problemas de ingeniería, física y bilógica, para poder establecer este método el usuario debe de tener una idea sobre su diseño en las parte de pre-procesado y luego culminar su diseño se debe de dar una solución a posibles errores a futuros o para alargar la vida útil del diseño que todo esto se verá en la parte de post-proceso [29].

Tradicionalmente el método de elementos finitos se lo realiza mediante un computador para poder obtener los cálculos de desplazamiento y partes cinemáticas las cuales pueden ser deformación, esfuerzos y cargas lo que nos permite realizar todos estos cálculos en objeto de tres dimensiones, así mismo este método es adaptable para mecánica de fluidos como por ejemplo transferencias de calor o campos electromagnéticos y los CFD que permitirá al operador identificar los problemas de forma más rápida y segura [29].

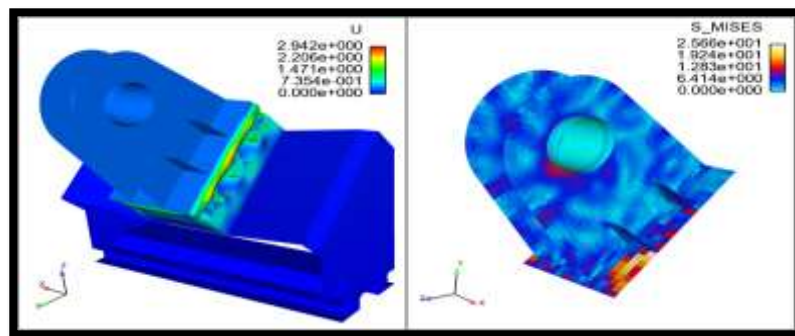


Figura. 3-13. Esfuerzos y desplazamientos.

Fuente: [29]

3.12. Historia de la metalografía

Se tiene un record histórico desde 1860 la primera persona Henry Clifton Sorby realizar un estudio de un metal mediante un microscopio con sus respectivo ataques químicos y correctamente pulidos, se entiendo que al pasar de los años hay una gran diferencia entre realizar un estudio de microscopio metalográfico y un estudio microscopio biológico, debido a que los metales tiene que tener un cuidado riguroso en su superficie, debido a que sus estructuras metálicas son opacas y el microscopio tiene que trabajar con luz reflejada [30]

3.12.1. Conceptos de metalografías

Muchos autores dan diferentes conceptos sobre qué es y para qué se estudia las metalografías, con los siguientes conceptos que se brindarán se tendrá un mejor conocimiento sobre este tema que es de mucha importancia para los estudiantes.

Como lo define Fernando Guzmán en su tesis de análisis de acero por microscopia óptica “ciencia que se encarga del estudio de la característica estructural o de la forma que está construida un metal o cualquier otra aleación tomando en cuenta sus propiedades químicas y mecánicas [30].

3.12.2. Proceso de metalografía.

Para realizar un buen proceso se debe tener en consideraciones muchos aspectos importantes los cuales se van a describir en la siguiente parte, se tiene muchos estudios sobre procesos metalográficos que por no tener un amplio conocimiento en la ciencia se han producido muchos errores, uno de los más comunes es el de no tener una máquina encapsuladora de probetas, debido a que como las probetas son de dimensiones muy pequeñas, estamos hablando en milímetros no se las puede manejar adecuadamente para los siguientes proceso y ahí es donde comienza los primeros errores [30].

3.12.3. Determinación de la muestra.

Como se mencionó anteriormente para la determinación de la probeta o muestra se puede tomar cualquier de los metales antes mencionados que son el acero, aluminio o cobre el cual tendrá que ser cortado a una dimensión muy pequeña o cortada en el sitio donde se produjo alguna rotura para tener una mayor probabilidad de obtener una respuesta por cuál fue su fallo [30].

3.12.4. Concepto de Probeta.

En su tesis de ensayos mecánicos Monterrey.N define a las probetas como “una superficie plana o circular generalmente de dimensiones normalizadas que están constituida por un material y que se desea estudiar cuyas característica y propiedades.

3.12.5. Corte de la probeta.

Para realizar algún corte de algún metal o de sus aleaciones se lo puede realizar de dos formas diferentes las primeras es de forma manual utilizando un dispositivo llamado cierra y las otra forma de realizar puede ser mediante un corte eléctrico con alguna máquina industrial, la cual puede ser una trozadora.

3.12.6. Montaje de la probeta en la máquina encapsuladora.

Una vez que la muestra ya está cortada procedemos a la parte del montaje o encapsulamiento, debido a que si la muestra que se vaya a examinar no es lo suficiente grande como para que pueda manejar o sujetarse bien con las manos se debe encapsular en un molde más grande.

Para explicar de mejor manera como se lo realiza el montaje primeramente tenemos que preparar los elementos que se van a utilizar tenemos como ejemplo:

- La prensadora metalográfica.

- La resina epóxica o resina termoplástica.
- El molde donde va a ir incrustada la probeta

Con todos estos elementos se procede a realizar los siguiente, la muestra debe ser introducida en el molde e introducida la resina termoplástica en una cierta cantidad para que no se produzca grumos, luego se la lleva a la prensa metalográfica para aplicar una presión y calor hasta que el plástico se suavice y densifica, el enfriamiento se lo realiza de la misma manera, pero con una presión que el plástico se endurezca y por último se retira la muestra del molde [30].

En la siguiente figura se muestra como se debe realizar un montaje de probetas pequeñas para estudios metalográficos.

3.12.7. Desbastes.

Este es otro proceso que se utiliza como parte de obtención de un análisis metalográfico, consiste en llevar a la probeta a una superficie giratoria para el pulido e ir limando capas por capas distorsionadas y obtener una superficie plana, existe tres tipos de debates que se deben de realizar:

- Desbaste grueso o burdo
- Desbaste intermedio
- Desbaste final

Para realizar todo este desbaste se debe tener en cuenta algunos tipos de lijas de diferente tamaño de grano que son de 240, 400, 600 y 1200, lo que nos quiere decir que mientras más grande sea el número nominal de la lija más pequeña es el tamaño del grano, lo cual en cada etapa se va reduciendo paulatinamente la superficie irregular hasta que esta tome un tono que tiende a ser un espejo, y el tipo de lijado se lo debe de realizar en un solo sentido [30].

3.12.7.1. Desbaste grueso.

Consiste en tratar que la superficie del material se vaya eliminando todo lo que puede obstaculizar su análisis y para obtener una superficie más plana y con una disminución de rugosidad.

Para realizar este tipo de desbaste se lo puede hacer de forma manual y con el uso de equipos denominados desbastadoras o lijadoras y para que no exista ningún inconveniente se lo debe de realizar en húmedo y con eso evitamos el calentamiento y se utiliza papel abrasivo que este entre los números 80 hasta 240 como se muestra en la siguiente ilustración [30].

3.12.7.2. Desbaste intermedio.

Para realizar este tipo de desbaste ya se debe de utilizar otro tipo de papel de carburo de silicio de una alta calidad, para obtener una uniformidad en el tamaño de las partículas, aquí se utilizan papeles que van desde el orden de los 300 hasta los 500 con esto si ya podremos eliminar cualquier raya que este visible y se puede observar que el desbaste este bien cuando se utiliza la lupa del microscopio en la cantidad de 6x y 8x [30].

3.12.7.3. Desbaste final.

Se considera que la muestra está lista para un desbaste final cuando se utiliza papeles de lijas de carburo de silicio que van desde los rangos de los 600 hasta los 1200 y para evitar algún problema cada vez que se cambien de papel de debe girar la probeta a un ángulo de 90 grados con el fin de que desaparezca todas las rayas y para que no se sobrecaliente se debe siempre lubricar ya sea con agua o con alcohol, se debe considerar que la probeta ya está lista cuando esta toma una apariencia en sus superficie a tipo espejo [30].

3.12.8. Ataque Químico.

Para este apartado se necesitará la realización de un ataque químico a la muestra para hacer más visibles las características estructurales del metal u otra aleación que se considere para su respectivo estudio.

Se considera diversos métodos de ataque, pero el que más es aconsejables es el ataque químico que consiste en sumergir la pieza en un reactivo adecuado, por la parte superior de la probeta y mantener este ataque por un tiempo determinado, para posteriormente lavar la probeta con agua o con alcohol para eliminar algunas impurezas que se lleguen a quedar en la probeta [30].

3.12.9. Microscopio Metalográfico.

El microscopio metalográfico es un dispositivo de gran precisión que nos permite tener una gran visión para realizar un examen visual que, para el registro permanente de todas las estructuras metálicas por medio de la fotografía, se difiere del principio del microscopio

biológico en la que la imagen del objeto se comienza a formar debido al principio físico de la luz reflejada en vez de que con luz transmitida [30].



Figura. 3-14. Microscopio metalográfico.

Fuente: [30]

4. METODOLOGÍA

4.1.Introducción.

En este siguiente enunciado se plantea dar a conocer el tipo de metodología utilizada para el diseño de la máquina encapsuladora, como se puede conocer en el mercado existen muchas máquinas de encapsulado para probetas de metalografía, pero para el caso de nuestro tema de titulación se ha tomado como referencias la parte externa de una máquina encapsuladora, pero la parte interna será la investigación planteada por los investigadores para el debido proceso de encapsulado.

Como ser un dispositivo electromecánico se ha desglosado de tres partes muy importantes los cuales son el sistema mecánico, el sistema electrónico, el sistema eléctrico y el sistema térmico lo cuales se describirá cada sistema como se los dimensionó y cuáles son sus materiales utilizados para dicho sistema, tomando en cuenta los costos de cada material y la accesibilidad de cada uno de ellos para eso se comenzará realizando una metodología cuantitativa la cual se las describirá a continuación.

4.2.Metodología cualitativa.

Es la que permite obtener información y analizar sus datos y variables sobre un estudio de ecuaciones y variables cuantificadas, una investigación cualitativa trata de determinar algunas fuerzas de correlación entre algunas variables, lo que se puede deducir que a toda investigación

cualitativa dada su población determina con una sola muestra algunas variables importantes, así como se utilizará en la investigación de propuesta tecnológica.

4.3.Dimensionamiento mecánico.

El diseño mecánico abarca una infinidad de pruebas las cuales pueden ser cargas, esfuerzo, tipo de material a utilizarse, diseño de elementos finitos, velocidad, presión, tiempo con lo cual se tendrá una mejor visión el resultado final de las máquinas compactadoras de resina.

4.3.1. Dimensionamiento y corte de la probeta metalográfica.

Para la obtención de probetas metalográficas para ensayos por compactación se tomará como referencias las medidas y diámetros de cada probeta basado en la norma ASTM E-9 en la cual reconoce 3 tipos de probetas (cortas, medias, largas) en sus diferentes formas cilíndricas y planas.

En la siguiente tabla se puede visualizar algunos valores de probetas cilíndricas y planas para la realización de prácticas por compactación.

Tabla 4.3-1. Dimensiones de probetas cilíndricas.

Probetas cilíndricas para ensayos por compactación.		
	Diámetro. (d) (mm)	Longitud. (L) (mm)
Cortas	10	20
	20	25
Mediana longitud	30	30
	35	40
Larga	35	60
	40	100

Para el dimensionamiento de longitudes planas en forma rectangulares o cualquier otro tipo de forma se puede elegir de las siguientes dimensiones, que están dadas por una realización de fuentes bibliográficas.

Tabla 4.3-2. Dimensiones de probetas rectangulares.

Probetas rectangulares para ensayos por compactación.		
Dimensiones	Largo. (L) (mm)	Ancho. (H) (mm)
Corta	10	50
Mediana	10	10
Larga	15	10

4.3.2. Método para determinar el área de las probetas.

Para la determinación del área que va ocupar cada probeta se lo determinará con las siguientes ecuaciones.

4.3.2.1. Área de una sección circular.

$$A = \pi r^2 \quad (1)$$
$$d = 2r$$

Donde:

A: área de una superficie circular en mm^2 , cm^2 , m^2 .

π : 3.141592(pi) relación entre la longitud de una circunferencia y su diámetro. (A)

r: radio de una circunferencia. **mm, cm, m.**

d: diámetro de una circunferencia. (**mm, cm, m**).

4.3.2.2. Área de una sección rectangular.

$$A = B.H \quad (2)$$

Donde:

A: Área de una superficie rectangular. (mm^2 , cm^2 , m^2 .)

B: Base de una superficie. (mm, cm, m.)

H: altura de una superficie. (mm, cm, m.)

4.3.3. Selección del tipo de material para el encapsulamiento

Para determinar el tipo de material que se necesitará para la realización de una compactación se tomará en cuenta algunas características principales, teniendo en conocimiento que existe 3 tipos de materiales de los cuales los más utilizados para la compresión metalográfica son la baquelita fenólica y la resina epóxica de las cuales se describirá a continuación sus propiedades para su futura elección.

Tabla 4.3-3. Selección del tipo de material para el encapsulado.

Características.	Baquelita fenólica.	Resina epóxica.
Resistencia a la tensión.	0	0
Elevadas temperaturas.	3	3
Compresión.	5	3
Resistencia al alargamiento.	0	0
Total.	8	6

Tomando en cuenta todas las características de las propiedades mecánicas de diferentes polímeros termoestables se escogerá la baquelita fenólica para el estudio.

4.3.3.1. Método para el dimensionamiento para el molde de las probetas

Para la selección de un molde para probetas se elige una figura geométrica conocida como cilindro, el cilindro es un cuerpo geométrico formado por rectángulos y círculos que al girar entre ellos en unos de sus lados dan una nueva forma geométrica conocida como cilindro.

4.3.3.2. Selección de la altura del cilindro

$$H_m = H_c + H_R \quad (3)$$

Donde:

H_m : Altura total del molde para las probetas. (mm)

H_c : Altura de la probeta cilíndrica. (mm)

H_R : Altura de la probeta rectangular. (mm)

4.3.4. Dimensionamiento del vástago superior

Para dimensionar el vástago de la parte superior se tomará en cuenta el área que forma el molde para la probeta, esto se hace con el fin de pueda ingresar al molde sin ningún problema de igual manera para su dimensionamiento se tomará las fórmulas de un cilindro, con la única diferencia que su altura tiene que ser mayor que la del molde.

$$H_{vas} = H_{molde} + H_{probeta} \quad (4)$$

Donde:

H_{vas} = Altura del vástago superior (mm)

H_{molde} = Altura del molde. (mm)

$H_{probeta}$ = Altura de la probeta. (mm)

Con la altura del molde procedemos a calcular el esfuerzo de compresión que está definido por la siguiente ecuación.

$$\sigma = -\frac{P}{A} \quad (5)$$

Donde:

C= Esfuerzo de compresión. (Pas- MPas)

P= Fuerza que soporta. (N)

A= Área resistente transversal. (mm^2)

4.4. Dimensionamiento para el mecanismo para generar movimiento al vástago del sistema mecánico

4.4.1. Mecanismo tornillo sinfín

Para la selección del sistema de tornillo sinfín se los realiza con el cálculo de tornillo y tuerca y el dimensionamiento del torque del motor necesario para ser accionado, tomando en cuenta el peso de la carga, que se mostrarán en las siguientes ecuaciones.

4.4.2. Método para determinar el tornillo sinfín

P = Paso (mm)

$$P = \pi M \quad (6)$$

Donde:

π = constante (3,1414)

M = Módulo (mm)

H= Altura del diente. (mm)

$$H = 2,167 M \quad (7)$$

Donde:

2,167 = constante

d_p = diámetro primitivo. (mm)

$$d_p = (8 \text{ a } 12) M \quad (8)$$

Donde:

8 a 12 = constante dada de la siguiente figura.

d_e = diámetro exterior. (mm)

$$d_e = d_p + 2M \quad (9)$$

d= diámetro interior. (mm)

$$d = d_e - 2H \quad (10)$$

α = Ángulo de filete Alfa. (°)

$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{M N}{d_p} \right) \quad (11)$$

Donde:

N = Número de dientes de la rueda.

e= Espesor del filete. (mm)

$$e = \frac{P}{2} \quad (12)$$

c= Espacio de filete. (mm)

$$c = \frac{P}{2} \quad (13)$$

i= Altura del pie del diente.

$$i = M \quad (14)$$

β = Bettha.

$$\begin{aligned} \beta &= 14,30 \\ \beta &= 20 \\ \beta &= 30 \end{aligned} \quad (15)$$

LR= Longitud de la parte roscada. (mm)

$$LR = P \left[4,5 + \left(\frac{N}{2} \right) \right] \quad (16)$$

F= Extremo de la rosca. (mm)

$$F = P \quad (17)$$

R= Radio de la cabeza. (mm)

$$R = 0,05 P \quad (18)$$

θ = Ángulo total de flancos.

$$\theta \quad (19)$$

Cálculos de la corona

DP: Diámetro primitivo (mm)

$$DP = M N \quad (20)$$

Donde:

N: Número de dientes de la corona.

Paso de la corona. (mm)

$$P = \pi M \quad (21)$$

Áltura del diente de la corona. (mm)

$$H = 2,167 M \quad (22)$$

Diámetro exterior de la corona. (mm)

$$d_e = d_p + 2M \quad (23)$$

Diámetro interior de la corona. (mm)

$$D = d_e + 0,4775 P \quad (24)$$

Ancho de la rueda. (mm)

$$A = 6 + 2,38 \cdot P \quad (25)$$

Concavidad periférica. (mm)

$$R = 0,5 \cdot d_p - M \quad (26)$$

Radio de la cabeza. (mm)

$$r = 0,25 \cdot P \quad (27)$$

Distancias entre centros. (mm)

$$E = \frac{D_p + d_p}{2} \quad (28)$$

4.4.3. Metodología para la selección del tipo de motor para el tornillo sinfín

Para la selección del tipo de motor que transmitirá la fuerza, para que pueda girar el tornillo sinfín se lo realizara mediante una metodología cuantitativa tomando en cuenta los tipos de motor que existen y algunas características principales como la velocidad de giro y el torque necesario para generar la presión, para su selección se tomará en cuentan los motores paso a paso y los servomotores.

4.4.3.1.Método del tornillo mecánico de potencia diagrama de cuerpo libre.

Como lo explica en el libro de diseño en ingeniería mecánica de shigley los tornillos de potencia tiene diferentes aplicaciones de transmisión accionado por un sistema de gato mecánico en la cuál se tiene que elegir su función para subir una carga o para descender una carga, de lo cual

se muestra en la siguiente figura la fuerza necesarias y momentos que tiene el mecanismo de tornillo sinfín.

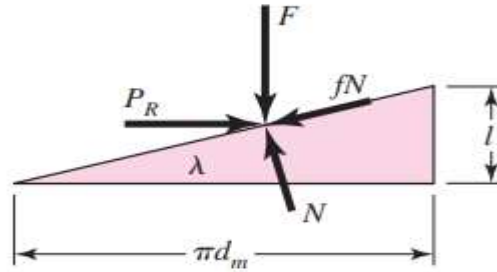


Figura. 4.3-1.Diagrama de fuerzas al subir una carga.

Fuente: [18].

Donde:

F: Fuerza.

P: Carga.

N: Normal.

L: avance.

λ : Landa

π : Pi.

d_p : diámetro del paso del tornillo.

μ : coeficiente de fricción.

πd_p : circunferencia del tornillo.

d_c : Radio del collarín.

4.4.3.2. Fuerzas necesarias del tornillo de potencias.

Fuerza para vencer el peso.

$$\begin{aligned}\sum f_x &= 0 \\ F - f \cos \lambda - N \sin \lambda \\ &= F - \mu N \cos \lambda - N \sin \lambda \\ F &= N(\mu \cos \lambda + \sin \lambda)\end{aligned}\tag{29}$$

Fuerza para levantar el peso.

$$\begin{aligned}\sum f_y &= 0 \\ N \cos \lambda - f \sin \lambda - P &= N \cos \lambda - \\ &\mu N \sin \lambda - P \\ N &= \frac{P}{(\cos \lambda - \mu \sin \lambda)}\end{aligned}\tag{30}$$

Relación fuerza necesaria para levantar una carga.

$$F = P \frac{(\mu \cos \lambda + \sin \lambda)}{(\cos \lambda - \mu \sin \lambda)}\tag{31}$$

Torque de subida.

$$T_{su} = \frac{P d_p (\mu \pi d_p + L)}{2 (\pi d_p - \mu L)}\tag{32}$$

Torque del collarín.

$$T_c = \mu_c P \frac{d_c}{2}\tag{33}$$

Torque necesario.

$$T_u = T_{su} + T_c = \frac{P d_p (\mu \pi d_p + L)}{2 (\pi d_p - \mu L)} + \mu_c P \frac{d_c}{2}\tag{34}$$

Determinación del tornillo antibloqueo.

ACME.

$$\mu \geq \frac{L}{\pi d_p} \text{ o } \mu \geq \operatorname{tg} \lambda \cos \alpha \quad (35)$$

Cuadrada.

$$\mu \geq \operatorname{tg} \lambda \quad (36)$$

Eficiencia del tornillo.

$$e = \frac{W_{salida}}{W_{entrada}} \cdot 100\% \quad (37)$$

4.4.4. Esfuerzos en tornillo de potencia.

Esfuerzo cortante nominal en torsión.

$$\tau = \frac{16T}{\pi d_r^3} \quad (38)$$

Esfuerzo Axial.

$$\sigma = \frac{4F}{\pi d_r^2} \quad (39)$$

Esfuerzo de flexión.

(47)

M

$\sigma_{\text{von mises}}$

(48)

$$\sigma_D = -\frac{2F}{\pi d_m N_t P} \quad (40)$$

Esfuerzo cortante transversal.

$$\sigma_x = \frac{6F}{\pi d_m N_t P} \quad (41)$$

$$\sigma_y = 0 \quad (42)$$

$$\sigma_z = \frac{4F}{\pi d_r^2} \quad (43)$$

$$\tau_{xy} = 0 \quad (44)$$

$$\tau_{yz} = \frac{16T}{\pi d_r^3} \quad (45)$$

$$\tau_{zx} = 0 \quad (46)$$

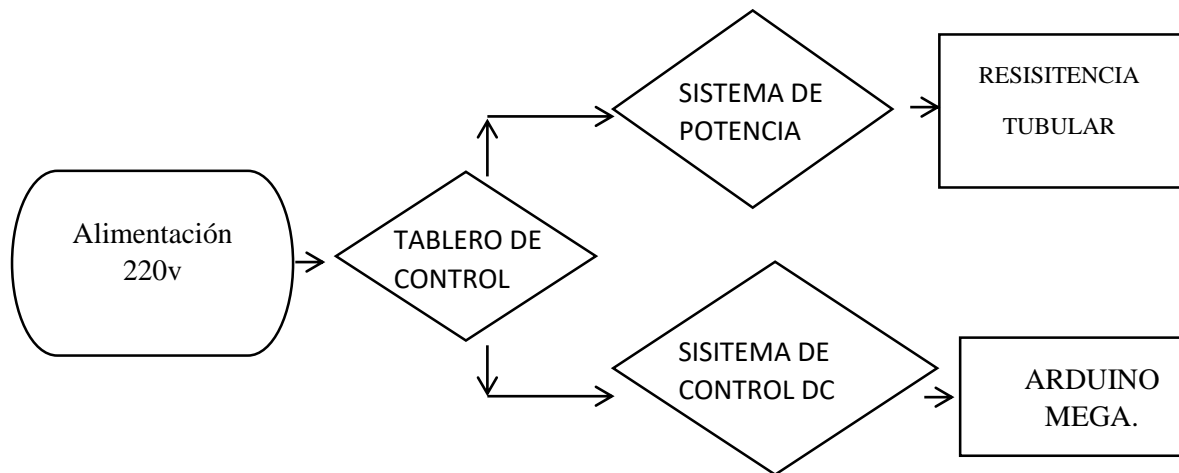
4.4.5. Selección del tipo de motor.

Tabla 4.3-4. Selección del tipo de motor para generar movimiento.

Tipos de motores		
Características	Servomotor	Motor paso a paso.
Torque.	0	5
Precisión.	0	0
Fácil control	3	3
Accesibilidad y costo.	0	0
Total.	3	8

4.5. Metodología del dimensionamiento eléctrico

Consiste en convertir la energía eléctrica en otro tipo de energía ya sea esta térmica u otro tipo de energía, para el dimensionamiento del sistema eléctrico se dimensionará la cámara de calor y el tipo de material para producir este calor, también será la que suministrará la energía.



4.5.1. Selección del tipo de material para transformar la energía eléctrica en térmica.

Para la realización de una transformación de energía eléctrica en energía térmica, esta energía debe ser transportada por una resistencia eléctrica, a lo que al circular por el material esta se convierte en calor (calor de Joule) estos se utilizan en las estufas de cuarzo, filamentos de

lámparas incandescentes, además de emitir luz también emiten calor en forma de ondas infrarrojas.

En la siguiente tabla se realizará una comparación cualitativa entre niquelinas y resistencias ondulares industriales, teniendo en cuenta que 5 sirve para el proyecto y 0 no sirve en el proyecto o cómo una mala calificación.

Tabla 4.5-1. Selección del tipo de resistencia para generar calor.

Cualidades	Niquelinas.	Resistencias industriales.
Consumo de energía.	0	5
Capacidad calorífica.	5	3
Aislamiento.	0	5
Resistencia a la temperatura.	3	3
Total.	8	16

Para la selección del tipo de resistencias, se escogió una resistencia industrial debido a que tiene menos consumo de energía y una alta capacidad calorífica que pueden soportar hasta temperaturas de 400 °C.

4.5.1.1.Fórmula de la resistencia eléctrica para consumo de energía.

$$I = \frac{V}{R} \quad (49)$$

Donde:

I: Intensidad que fluye a través del conductor. (A)

v= Voltaje generado de la fuente de alimentación. (v)

R: Resistencia ondular. (Ohmios)

Potencia eléctrica.

$$P = V.I \quad (50)$$

Donde:

P: Potencia generada por todos los dispositivos eléctricos. (w)

v: Voltaje generado de la fuente de alimentación. (v)

R: Resistencia ondular. (Ohmios)

4.5.1.2. Determinación del consumo total de la máquina.

Para determinar el consumo de la máquina compactadora de resina se determinará mediante la suma del consumo del sistema eléctrico y electrónico con la siguiente ecuación.

$$\sum \text{potencia total del sistema} = P_{\text{eléctrica}} + P_{\text{electrónico}} \quad (51)$$

4.6. Metodología del dimensionamiento térmico.

Un dimensionamiento térmico consta de 2 partes fundamentales, una es la selección del material, de las cuales se hará una relación cualitativa y el otro método será realizar por algún método de transferencia de calor, por lo que se describirán las propiedades de cada material.

4.6.1. Tipo de material de la cámara térmica.

Para el dimensionamiento de una cámara de calor, también se lo hará con un método cualitativo en el cual se compararán 3 tipos de materiales con el cual se diseñará la cámara y se hará un análisis finito en los 3 tipos de material con el cual se observará su comportamiento.

Tabla 4.6-1. Selección del tipo de material para la cámara térmica.

Cualidades.	Aluminio	Acero	Tol Galvanizado.
Resistencia al calor.	5	5	5
Transferencias de calor.	5	0	0
Resistencia a la corrosión..	0	0	0
Costos.	0	0	0
Total.	10	5	5

Para el material que conformará el molde donde se situará la probeta se escogerá el aluminio debido a sus grandes capacidades de transferencia de calor.

4.6.2. Método de selección de transferencia de calor.

Para la selección de método de transferencia por calor, se escogió el método por conducción, debido a que se va a realizar en un sólido, también aplicando el modelo de la ley de Fourier en transferencia de calor por conducción, donde la ley nos explica lo siguiente:

Que a más calor transferido por una unidad de tiempo es proporcional a la superficie de transferencia, por la diferencia de temperatura dentro de dos puntos de un mismo material.

Donde da a conocer la siguiente ecuación de transferencia de calor por conducción:

$$\frac{Q}{t} = K \cdot S \frac{T_2 - T_1}{L} \quad (52)$$

Donde:

Q: Flujo de calor. $\frac{Kcal}{seg}$ o $\frac{Joul}{seg}$

t: Tiempo de transferencia. (s, min, h)

K: Coeficiente de conductividad térmica. $\frac{W}{Km}$

S: Área de una superficie plana. (mm^2 cm^2 m^2)

T2: Temperatura final. (°C)

T1: Temperatura inicial. (°C)

L: Longitud del material. (mm, cm, m)

4.7. Metodología del dimensionamiento electrónico.

Para la realización de un sistema electrónico se lo realiza con la selección de un sensor que nos permite detectar a que temperatura se encuentra, y posteriormente tener la capacidad de controlarla con algún microcontrolador, con los que nos permitirá tener el control a cada instante de nuestro sistema de temperatura.

4.7.1. Selección de sensor de temperatura.

En muchos campos de estudios existen un número de sensores con la capacidad de medir el grado de temperatura que se encuentra, pero los más indicados para su utilización son los termopares y los RTD que los utilizan en la educación para comprobar pruebas de temperatura y en las industrias para los procesos de enfriado y calentamiento de productos.

Por lo consiguiente se realizará una metodología cualitativa para tomar en consideraciones algunas características de cada uno de ellos para su elección, teniendo en cuenta que se lo realizará con valores de 0 a 5 siendo 5 el más alto u óptimo y 0 el más bajo o con déficit de accesibilidad.

Tabla 4.7-1. Selección del tipo de sensor de temperatura.

SENSORES DE TEMPERATURA.		
Cualidades.	Termocupla tipo J.	PT 100.
Rangos de temperatura.	5	0
Tipo de respuesta.	0	0
Soportes de vibraciones.	0	0
Auto calentamiento.	4	4
Precisión.	0	0
Costos.	0	0
Total.	9	4

Se consideró el tipo de sensor, una termocupla tipo J debido a que no se necesitará temperaturas muy elevadas para la detección de temperatura.

Como se puede observar en las tablas se tiene algunas propiedades de cada uno, pero a su vez también se puede calcular sus valores de voltaje, para saber el rango de temperatura a que se va a encontrar con sus respectivas tablas, u datos del fabricante.

$$v = I \cdot R \tag{53}$$

Donde:

v : voltaje ingresado. (V)

I : intensidad generada. (A)

R: resistencias de los sensores. (Ω)

Potencia generada en corriente continua.

$$P = U.I \quad (54)$$

Donde:

P: Potencia generada por un dispositivo de dos terminales. (**w**)

U: Diferencia de tensión. (**v**)

I: Flujo de corriente. (**A**)

4.7.2. Selección del microcontrolador.

Un microcontrolador es un dispositivo pequeño como una mini computadora que está constituido básicamente en su interior por un procesador, soporte (reloj y Reset) memoria y puertos de entrada y salida todo esto dentro de un pequeño chip que se puede programar con toda facilidad.

En las industrias y campos educativos se utilizan muchos microcontroladores los más utilizables son los de la familia ATMEGA y de los controladores lógicos programables de los cuales se hará una comparación para escoger el mejor para el estudio de control de temperatura.

Tabla 4.7-2.Selección del tipo de controlador electrónico.

Características.	ARDUINO MEGA	PLC
Alimentación.	0	0
Comunicación.	0	0
Salidas digitales.	5	0
Programación.	4	4
Costos	0	0
Total.	9	4

Se consideró para el control un arduino mega, debido que a solo realizará un proceso de control de temperatura.

4.7.3. Selección del sistema de control por lazo.

Un sistema de control es un grupo de componentes electrónicos, mecánicos, neumáticos, hidráulicos, que se los utiliza en un conjunto para lograr un objetivo deseado, donde se pueda considerar como un sistema de control que consta de tres elementos esenciales que son, una variable a controlar, un actuador y un punto de referencia (set-point) [31].

4.7.3.1. Método para control proporcional (P).

En un control de acción proporcional la señal de control $m(t)$ es proporcional o ajustado a la señal de error $e(t)$ que se describe en la siguiente figura.

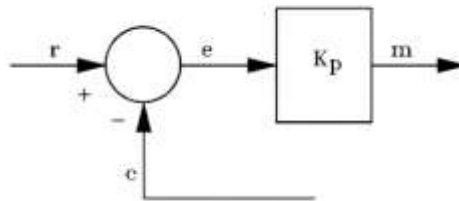


Figura. 4.7-1. Diagrama de bloques control proporcional.

Fuente: [31]

Donde:

K_p = control de acción proporcional.

R: señal de entrada o de referencia.

E: error.

C= señal a comparar.

M= señal de control.

4.7.3.2. Control de proporcional- integral (PI).

Este tipo de controlador es utilizado es una gama de procesos por ser complemento una de otro, debido a que la acción proporcional es lo primero en actuar de formas instantáneas, mientras que las acciones integrales se los realiza en un intervalo de tiempo y gracias a este tiempo de control se elimina en la desviación remanente de la acción proporcional, como se puede observar en la siguiente ilustración de bloques la proporcional integral [31].

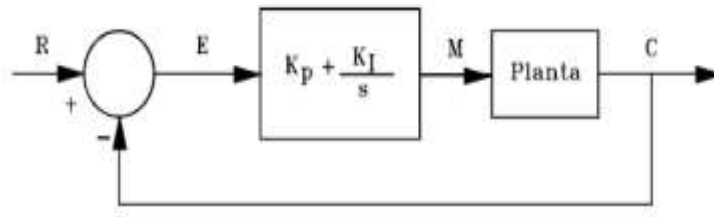


Figura. 4.7-2.Diagrama de bloques control Proporcional-Integrativo.

Fuente: [31]

Donde:

R: señal de entrada de referencia.

E: error.

K_p = ganancia proporcional.

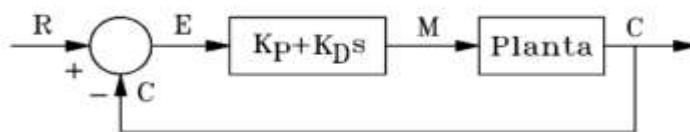
K_I/s = acción de reposición.

M= señal de control

C= señal de salida.

4.7.3.3. Control proporcional – derivativo (PD).

Este sistema de control anticipa el efecto de la acción proporcional para estabilizar más rápidamente una variable controlada después de cualquier perturbación [31].



Fuente: [31]

Figura. 4.7-3.Diagrama de control Proporcional-Derivativo.

Donde:

R= Señal de entrada de referencia.

E= Error.

K_p= Ganancia proporcional.

K_Ds= Acción de crecimiento por unidad de tiempo.

M= Señal de control.

C= Señal de salida.

4.7.3.4. Control Proporcional-Integrativo-Derivativo (PID).

Un PID aprovecha todas las características tanto del proporcional, integral y derivativo, de forma que si la señal de error varía lentamente en el tiempo, esta predomina la acción proporcional e integral, y si la señal de error varía rápidamente, esta predomina la acción derivativa, la ventaja es que cuenta con una respuesta más rápida y una inmediata compensación de la señal de error en caso de perturbaciones [31].

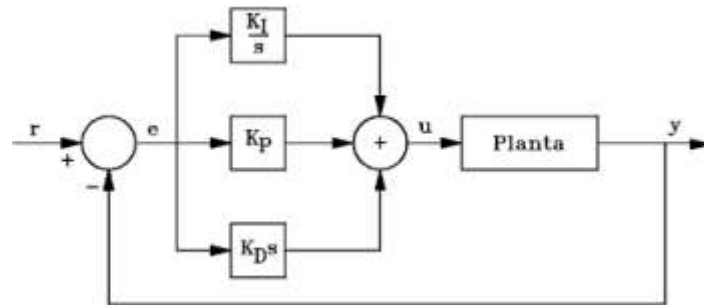


Figura. 4.7-4. Diagrama de bloques control Proporcional-Integrativo-Derivativo.

Fuente: [31]

Como tener un breve conocimiento sobre la parte de control PID, en la siguiente tabla se realizará una comparación entre un sistema de lazo abierto y lazo cerrado.

Tabla 4.7-3. Selección del tipo de control.

Tipo de control.		
Característica.	Lazo abierto.	Lazo cerrado.
Posee señal de retroalimentación.	0	5
Más económicos.	1	1
Mantenimientos.	1	1
Sistemas exactos.	4	4
Total.	6	11

Se considera un sistema de lazo cerrado debido a que con este sistema se puede realizar una retroalimentación y un control PID.

4.7.4. Método para determinación del modelo matemático para el control PID.

Los modelos matemáticos son utilizados para representaciones gráficas de una o más variables, a través de ecuaciones, funciones o fórmulas matemáticas, su objetivo es para predecir valores de variables a futuro, también para hacer una hipótesis y evaluar los efectos entre objetivos.

4.7.4.1. Cálculos para encontrar el modelo matemático del sistema.

Ecuación de calor hacia la carga.

$$Q1 - (Q2 + Q3) = \frac{C2dT3}{dt} \quad (55)$$

Considerando la conductividad térmica de la carga.

$$Q2 = \frac{T4 - T1}{Rt1} = \frac{C1dT1}{dt} \quad (56)$$

El flujo de calor a través de paredes térmicas de la carga.

$$Q_3 = \frac{T_3 - T_2}{R_{t2}} \quad (57)$$

El flujo de calor a través de paredes hacia el ambiente.

$$Q_3 = \frac{C_3 dT_4}{dt} \quad (58)$$

Si la conductividad térmica de la pared es elevada.

$$\frac{U^2}{R} - \frac{C_1 dT_1}{dt} - \frac{C_3 dT_4}{dt} = \frac{C_2 dT_3}{dt} \quad (59)$$

Sustituyendo en las ecuaciones 4 y 2.

$$\frac{U^2}{R} - \frac{C_1 dT_1}{dt} = (C_2 + C_3) \frac{dT_4}{dt} \quad (60)$$

Teniendo una gran aproximación de cargas.

$$T_4 = C_1 R_{t1} - \frac{dT_1}{dt} + T_1 \quad (61)$$

Sustituyendo e igualando.

$$\frac{U^2}{R} \frac{C_1 dT_1}{dt} = (C_2 + C_3) \frac{d}{dt} [C_1 R_{t1} \frac{dT_1}{dt} + T_1] \quad (62)$$

Obtención de ecuación final.

$$\tau \frac{d^2 T_1}{dt^2} + \frac{(C_1+C_2+C_3)}{(C_2+C_3)} \frac{dT_1}{dt} = \frac{U^2}{R} \frac{1}{C_2+C_3} \quad (63)$$

Donde:

T1= temperatura de la carga. (°C)

T2= temperatura ambiente. (°C)

T3= temperatura de la resistencia. (°C)

T4= temperatura de la pared interior. (°C)

Q1= calor generado por la resistencia. (J/kgK)

Q2= flujo desde las paredes hacia la carga. (J/kgK)

Q3= perdidas de calor a través de las paredes del horno. (J/kgK)

C1= capacidad térmica de la carga. (wh/°C)

C2= capacidad térmica del elemento de calentamiento. (wh/°C)

C3= capacidad térmica de las paredes. (wh/°C)

Rt1= resistencia térmica entre paredes y la carga. (m^2k/W)

Rt2= resistencias. (m^2k/W)

Capacidad térmica de la carga (wh/°C)

$$C_1 = m \cdot c_1 \quad (64)$$

Donde:

m = masa de la resistencia eléctrica.

c₁ = calor específico del material de la resistencia.

Capacidad térmica del elemento de calentamiento. (wh/°C)

$$c_2 = m \cdot c_1 \quad (65)$$

Donde:

m = masa del molde cilíndrico.

c1= calor específico del material para el molde.

Capacidad térmica de las paredes. (wh/°C)

$$c_3 = m \cdot c_1 \quad (66)$$

Donde:

m = masa que contiene la resistencia.

c1= calor específico del material que contiene a la resistencia.

Densidad.

$$d = \frac{m}{v} \quad (67)$$

donde:

d: densidad. (g/cm^3)

m: masa, (g)

v: volumen. (cm^3)

4.8. Validación por ingeniería asistida por computadora

Para la sustentación de las actividades realizadas de diseño, fue necesario desglosar la máquina en procesos de los cuales son tanto el proceso mecánico, hidráulico, térmico, eléctrico y electrónico.

4.8.1. Sistema mecánico

El programa de SolidWorks profesional 2019 tiene una versión sin costo para todos los estudiantes, en la cual los estudiantes pueden realizar funciones de diseño de ingeniería mecánica, estos procesos son los de esfuerzo y deformación.

4.8.2. Sistema eléctrico.

Con la selección del tipo de resistencia que se utilizará para el diseño se realizará pruebas de temperaturas y cantidad de voltaje necesario para su buen funcionamiento.

4.8.3. Sistema térmico.

Con el mismo programa de SolidWorks profesional 2019 se puede realizar una simulación térmica para determinar, la cantidad de calor que soporta ciertos materiales como se lo puede demostrar en los análisis de resultados.

4.8.4. Sistema electrónico.

Se consideró el programa de Proteus es el cual nos permite realizar el diseño y configuración de un control de temperatura con sus respectivas simulaciones.

4.9.Método de elementos finitos.

Para la obtención de variables de presión, fuerza que la maquina puede soportar y no llegar a tener una fisura o que el material de base se llegue a sufrir un pandeo por demasiado peso, se lo obtiene mediante el análisis de elementos finitos con lo cual la variación de espesor para mejorar la calidad del producto.

4.10. Método para dimensionamiento de la estructura

La estructura es una de la parte más importante del sistema donde va a tener que soportar todo el peso de los elementos y tener que soportar también elevadas temperaturas y donde el usuario pueda observar y tener el control del proceso en todo momento para lo cual se realizará una metodología cualitativa donde se tenga información de los tipos de estructuras.

Tabla 4.10-1. Selección del tipo de estructura.

	Estructura apernada.	Estructura moldeada.	Estructura soldada.
Cargas.	0	5	0
Material.	0	0	3
Vida útil.	3	3	0
Costo.	0	0	0
Total.	3	8	3

Se consideró para la realización de la estructura de la máquina compactadora de resina una estructura de molde en hierro fundido.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1.Introducción

Ya determinado el procedimiento para las variables independientes del dimensionamiento de la máquina compactadora de resinas, se procederá a seleccionar el material que existe en el mercado para obtener características fundamentales en base a los cálculos de ingeniería y la utilización de software informáticos, lo que permiten encontrar los parámetros de comportamiento de cada pieza.

5.2.Dimensiones de las probetas

Las cuales para su determinación se tomó en cuenta dos factores, el primer factor consiste en la delimitación del microscopio metalográfico que consiste de diámetro de 22mm y una altura de 6cm, por otra parte, se consideró para el tamaño de la probeta, que será de 30 mm de radio por 1,5cm de altura de lo cual se obtuvo aplicando las ecuación (1) de sección circular y de la ecuación (2) de secciones rectangulares.

Tabla 5-1. Dimensiones de las probetas cilíndricas.

Probetas cilíndricas.	
Ecuaciones .	Medidas (mm)
Ecuación (1)	53,00mm x 30 Ø

Tabla 5-2. Medidas para muestra de probetas rectangulares.

Probetas rectangulares	
Ecuaciones .	Área (mm)
Ecuación(2)	150

Con la obtención de los diámetros de las probetas ahora se procede a elegir el tipo de material para su respectivo encapsulamiento teniendo en cuenta 2 tipos de materiales que son el acero y aluminio de los cuales en la siguiente tabla se describirá sus propiedades mecánicas y térmicas de cada material.

Tabla 5-3. Probeta cilíndrica de AISI 1035 Acero.

Propiedad	Valor	Unidades.
Módulo elástico.	2049999,9984	N/mm ²
Densidad de la masa.	7849,999987	Kg/m ³
Límite elástico.	282,685049	N/mm ²
Conductividad térmica.	52	W/(m.K)

Tabla 5-4. Probeta cilíndrica de aleación de aluminio 1060- H12.

Propiedad	Valor	Unidades.
Módulo elástico.	69000	N/mm ²
Densidad de la masa.	2705	Kg/m ³
Límite elástico.	125	N/mm ²
Conductividad térmica.	230	W/(m.K)

Con la obtención de las áreas de las probetas y sus propiedades mecánicas ya sea de tamaños cilíndrica y rectangulares se procede a determinar la altura y área del molde para las probetas lo cual se obtuvo los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 5-5. Dimensiones del cilindro de moldeo.

Dimensiones del molde para probetas.		
Ecuaciones .	Largo(mm)	Área (mm)
Ecuación (3)	40	60

5.3. Ensayo por método de elementos finitos

En la siguiente parte se describe algunos análisis que se le realizaron al molde para probetas donde se determinó el material y sus configuraciones de simulación.

5.3.1. Elemento de ensayo

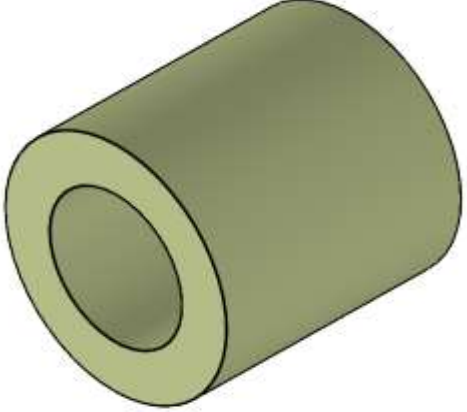
Se define algunas características que posee el molde de probetas. Pieza de moldeo.		
Nombre	Molde cilíndrico.	
Volumen	141457mm^3	
Peso	258010^9 kg/mm^3	
Material	Aluminio Aleación 1350	

Figura. 5-1. Molde de ensayo.

Etapa de pre procesamiento

Modelo geométrico.

Se lo realizará mediante software de dibujo como es CAD en 3D.

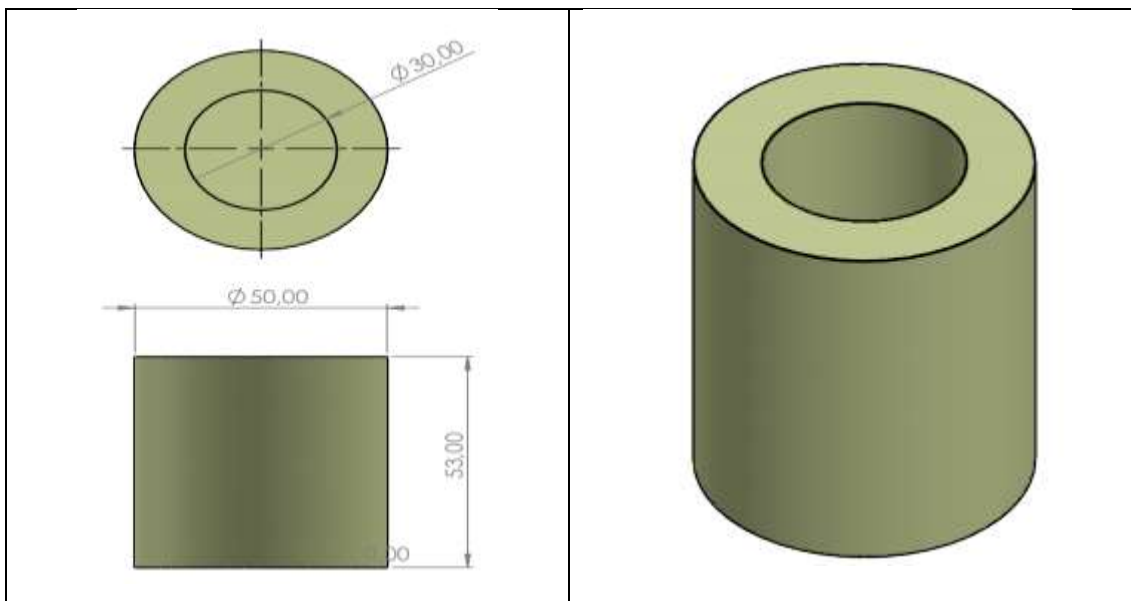


Figura. 5-2. Proceso de 2D a 3D

5.3.2. Mallado del molde para estudios de esfuerzo y deformación

Se lo realizará la malla en un solo sentido de la figura como se muestra a continuación en la siguiente figura.

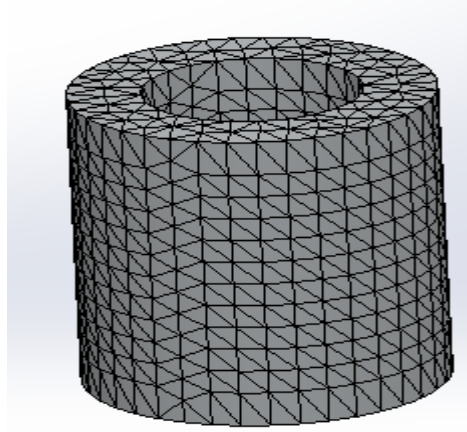


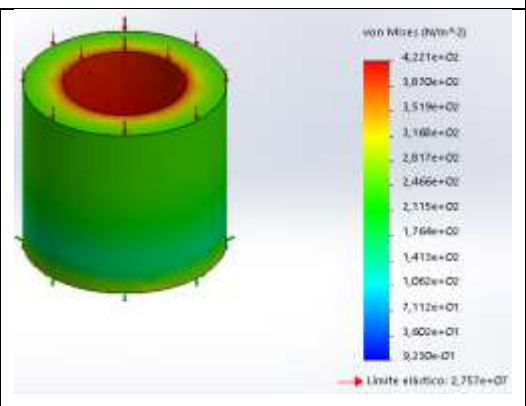
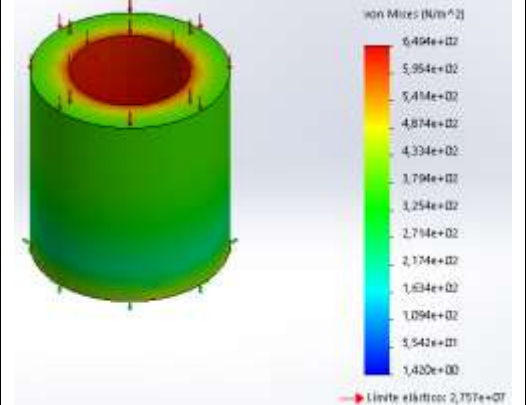
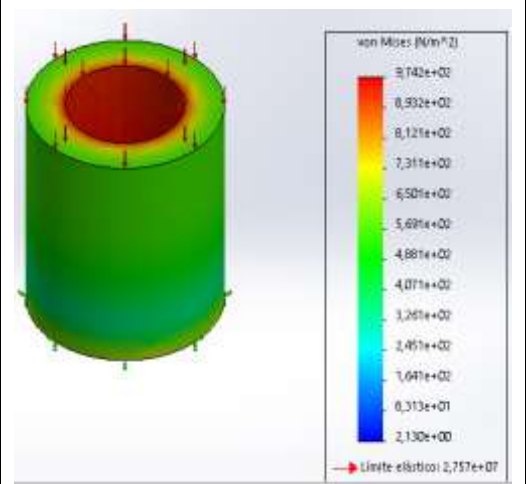
Figura. 5-3. Mallado de molde.

Con los datos obtenidos se hace realizará un pequeño cálculo de presión para el molde para determinar el tipo de material que se pueda utilizar.

5.3.3. Simulación del molde para la probeta

En la siguiente tabla se muestra la simulación de las presiones que puede soportar el molde mediante las propiedades de la baquelita

Figura. 5-4. Simulaciones de presiones para moldes.

Simulación de presiones necesarias para molde cilíndricos.	
<p>Con</p> <p>Material. Aluminio Aleación 1350 Presión. 129,62 Pa Medidas. 530mm x Ø₁ 30mm Medidas. 530,00mm x Ø₂ 50mm Esfuerzo (5) : 63663,07 Pa</p>	
<p>Material Aluminio Aleación 1350 Presión. 200 Pa Medidas. 530mm x Ø₁ 30mm Medidas. 530,00mm x Ø₂ 50mm Esfuerzo (5) : 97943,19 Pa</p>	
<p>Material Aluminio Aleación 1350 Presión. 300 Pa Medidas. 530mm x Ø₁ 30mm Medidas. 530,00mm x Ø₂ 50mm Esfuerzo (5) : 146914,78 Pa</p>	

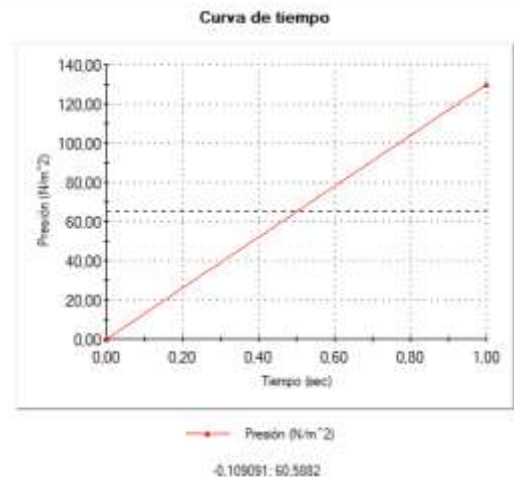
las

simulaciones realizadas se procederá al análisis de gráficos del molde para probetas, así como se muestra en las siguientes figuras.

Caso de estudio: Curva en función tiempo-presión

Resultados: En la siguiente figura se puede observar el comportamiento en un tiempo determinada de la presión aplicada hacia el molde, mediante el sistema mecánico de presión.

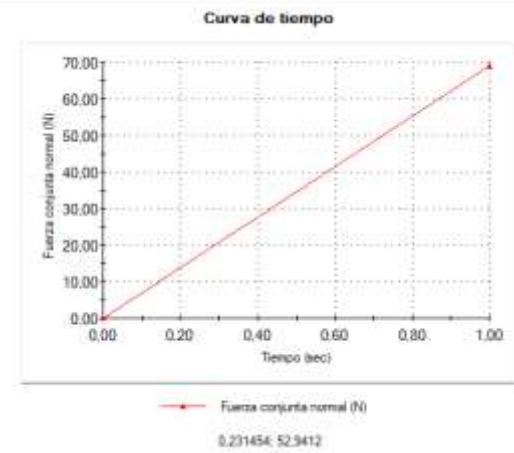
Se puede observar que se comienza con una presión de cero y por cada segundo va aumento, hasta llegar a la presión necesaria de compactación.



Caso de estudio: Curva en función tiempo-fuerza.

Resultados: En la siguiente figura se puede observar el comportamiento en un tiempo determinada de la fuerza aplicada hacia el molde, mediante el sistema mecánico de presión.

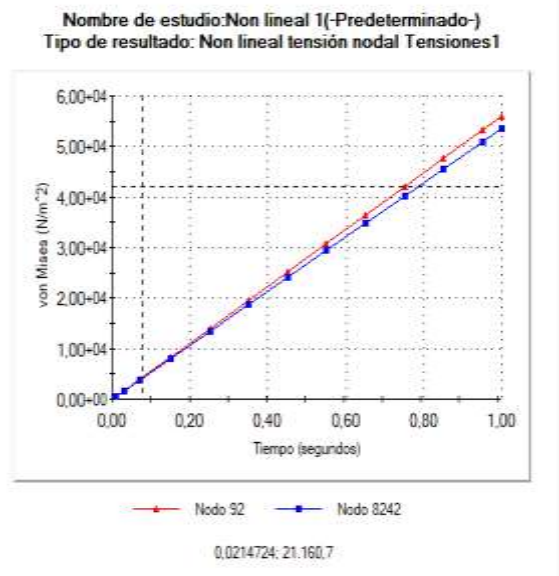
Se puede observar que se comienza con una en el sistema mecánico de cero y comienza a incrementar hasta llegar a los 70 N/m.

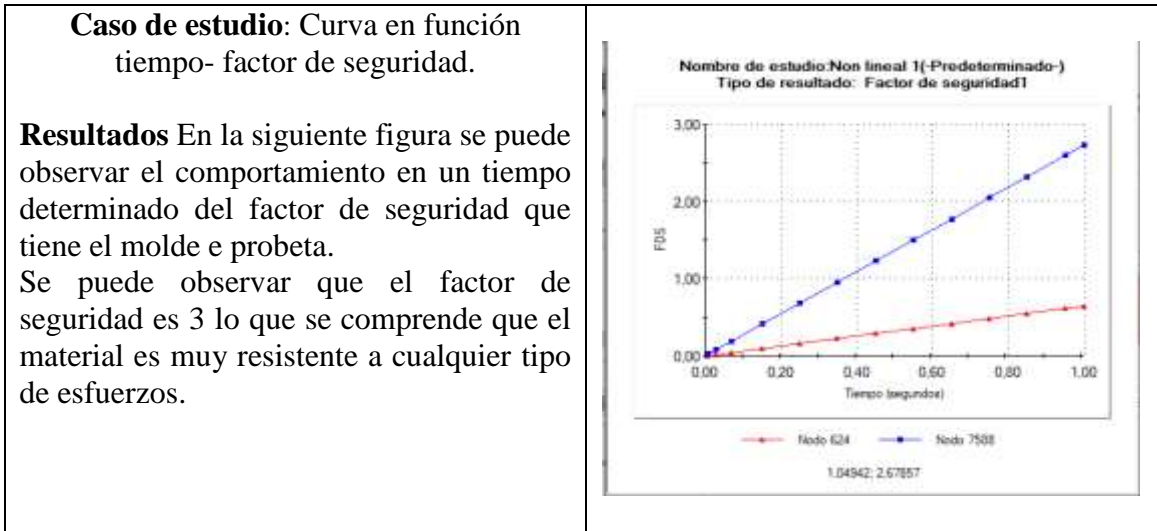
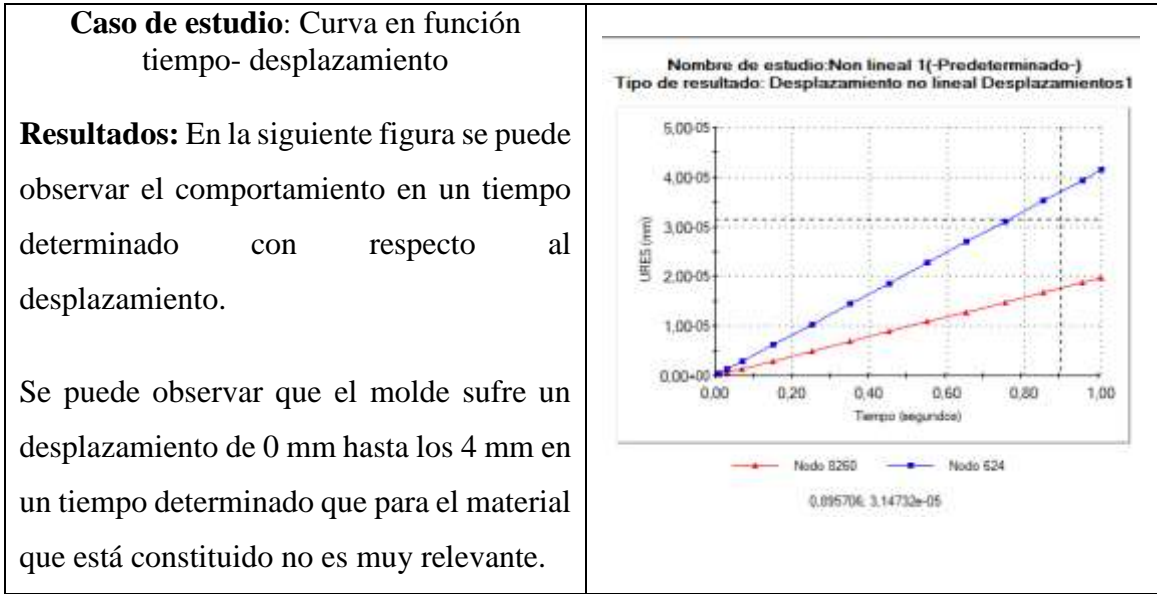


Caso de estudio: Curva en función de tensión de von Mises

Resultados: En la siguiente figura se puede observar el comportamiento en un tiempo determinada de la tensión de von mises en un tiempo determinado.

Se puede observar que el punto crítico para la deformación debe superar los 600000 N/m² para que el molde sufra una deformación.





5.4.Sistema mecánico

5.4.1. Dimensionamiento del sistema de tornillo sin fin

En la siguiente tabla se puede observar los datos obtenidos para el diseño de un tornillo sin fin y mediante el análisis de elementos finitos permite observar los esfuerzos y deformaciones con los cuales se realizará el diseño para la verificación de su buen funcionamiento.

Tabla 5.4-1.Resultados del tornillo sinfín.

Tornillo sinfín.		
	Resultado.	Unidades.
Ecuación.(6)	6,2832	mm
Ecuación.(7)	4,334	mm
Ecuación.(8)	20	mm
Ecuación.(9)	24	mm
Ecuación.(10)	15,332	mm
Ecuación.(11)	11,1835,76	° ; ''
Ecuación.(12)	3,1416	mm
Ecuación.(13)	3,1416	mm
Ecuación.(14)	2	mm
Ecuación.(15)	14,30	°
Ecuación.(16)	32,29	mm
Ecuación.(17)	6,28	mm
Ecuación.(18)	0,31	mm
Ecuación.(19)	29	°

5.4.2. Etapa de procesamiento.

Modelo geométrico.

El modelo geométrico se lo realizará mediante el software CAD en 3D como se muestra en el siguiente gráfico.

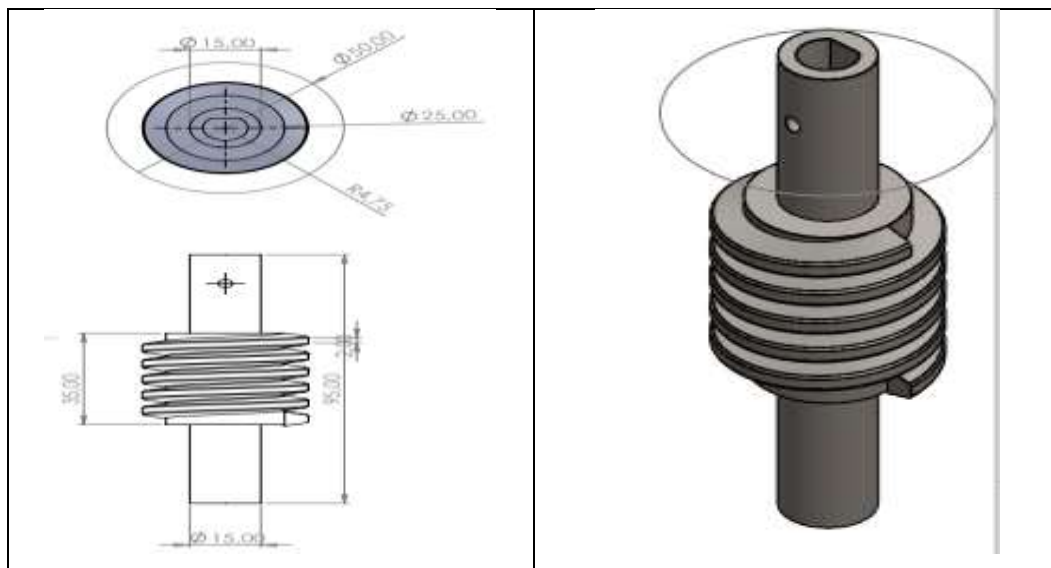


Figura. 5.4-1. Modelo geométrico de tornillo.

5.4.2.1. Mallado para el estudio de esfuerzo y deformaciones

Con todos los datos obtenidos se realizará el modelo en 3D del tornillo sinfín y posteriormente se realizará el mallado para el estudio mediante elementos finitos como se puede observar en la siguiente figura.

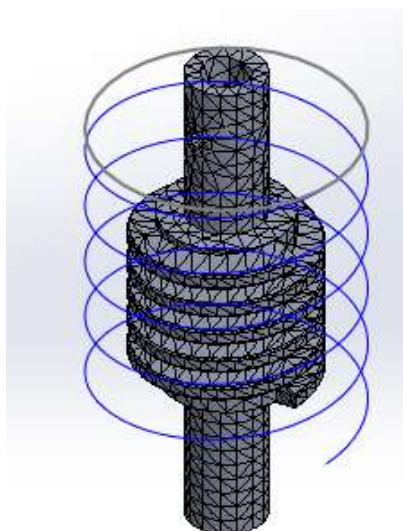


Figura. 5.4-2. Mallado de tornillo.

5.4.2.2. Simulación del tornillo sinfín

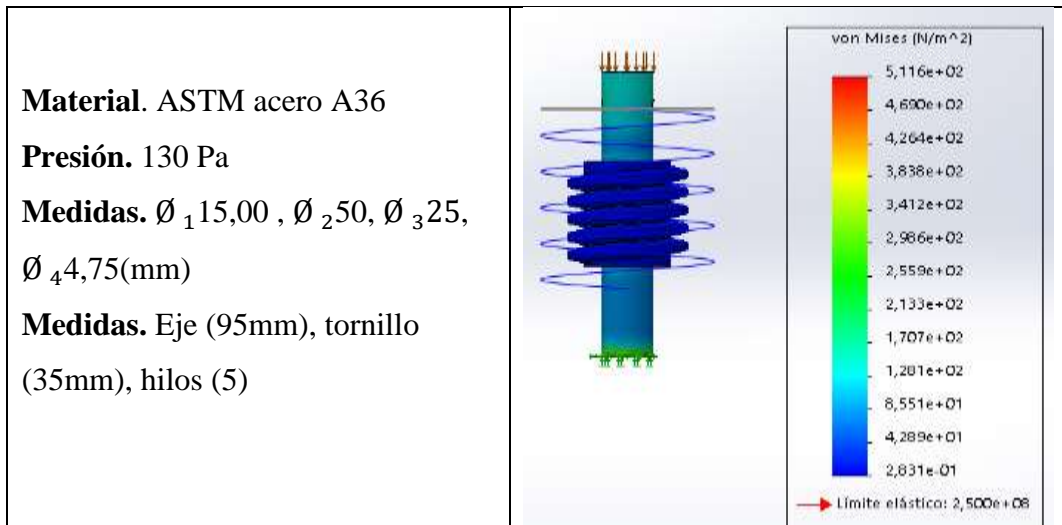


Figura. 5.4-3. Simulación de tornillo.

5.4.3. Dimensionamiento de la corana del tornillo sin fin.

En la siguiente tabla se puede observar los resultados para el dimensionamiento de la corana para el tornillo sinfín.

Tabla 5.4-2. Resultados de la corana.

Corona		
Ecuaciones.	Resultados	Unidades.
(20)	48	mm
(21)	52	mm
(22)	6,2832	mm
(23)	4,33	mm
(24)	59	mm
(25)	20,95	mm
(26)	8	mm
(27)	1,57	mm
(28)	36	mm

5.4.3.1. Etapa de procesamiento

5.4.3.1.1. Modelo geométrico

Se lo realizará mediante la utilización de software CAD en 2D y 3D como se puede observar en el siguiente gráfico.

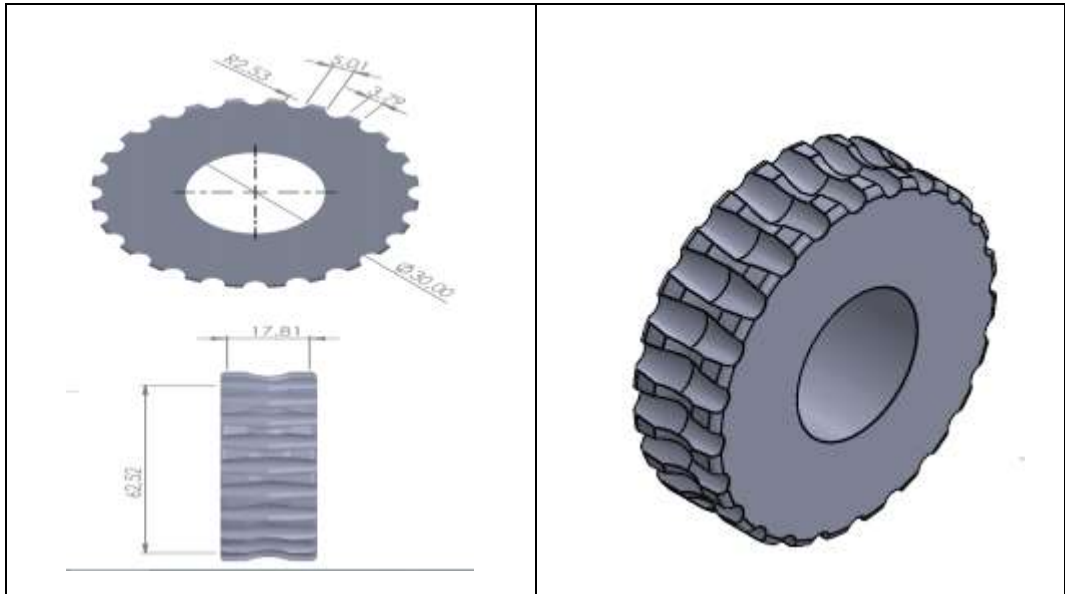


Figura. 5.4-4. Modelo geométrico de la corona.

5.4.3.2. Mallado para el estudio de esfuerzo y deformaciones

Con todos los datos obtenidos para el dimensionamiento de la corona, posteriormente se procede a realizar un mallado para el estudio de esfuerzo como se puede observar en la siguiente figura.

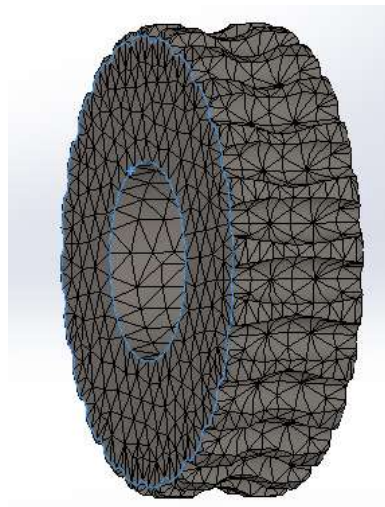


Figura. 5.4-5. Mallado de la corona.

5.4.4. Simulación de la corana

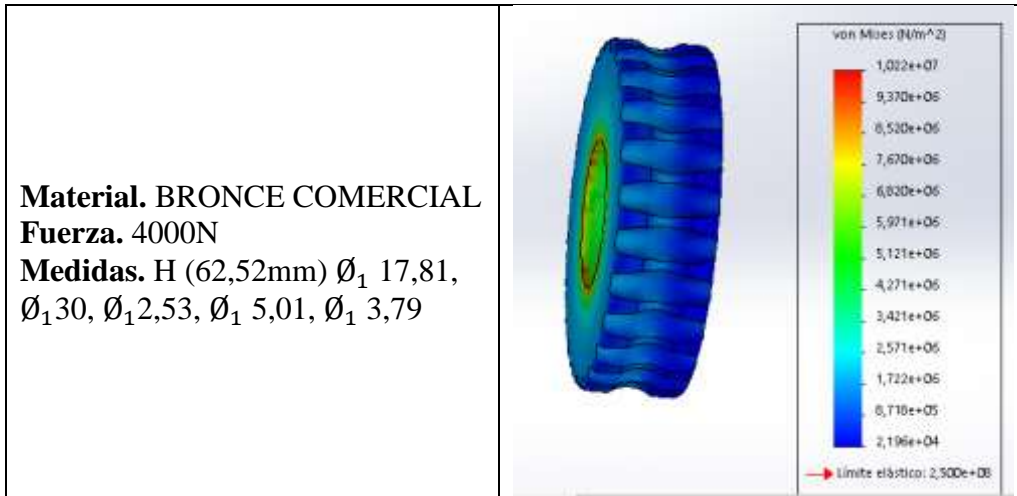


Figura. 5.4-6.Simulación de corana.

5.5.Dimensionamiento del sistema de gato mecánico

En la siguiente tabla se puede observar, los resultados obtenidos para el diseño del gato de potencia mecánica con sus respectivas fuerzas y torque y esfuerzos, con el análisis de elementos finitos.

Tabla 5.4-3. Resultado del sistema de gato mecánico.

Gato de potencia mecánico		
Ecuaciones.	Resultados.	Unidades.
(29)	63,46	N
(30)	590,90	Pa
(31)	591,5	N
(32)	14,7875	N/m
(33)	1,105	N/m
(34)	15,89	N/m
(35)	1,97	
(36)	2,01	
(37)	8,22	%

5.5.1. Etapa de procesamiento

5.5.1.1. Modelo geométrico

Se lo realizará en el software de CAD en 2D y en 3D como se muestra en el siguiente gráfico.

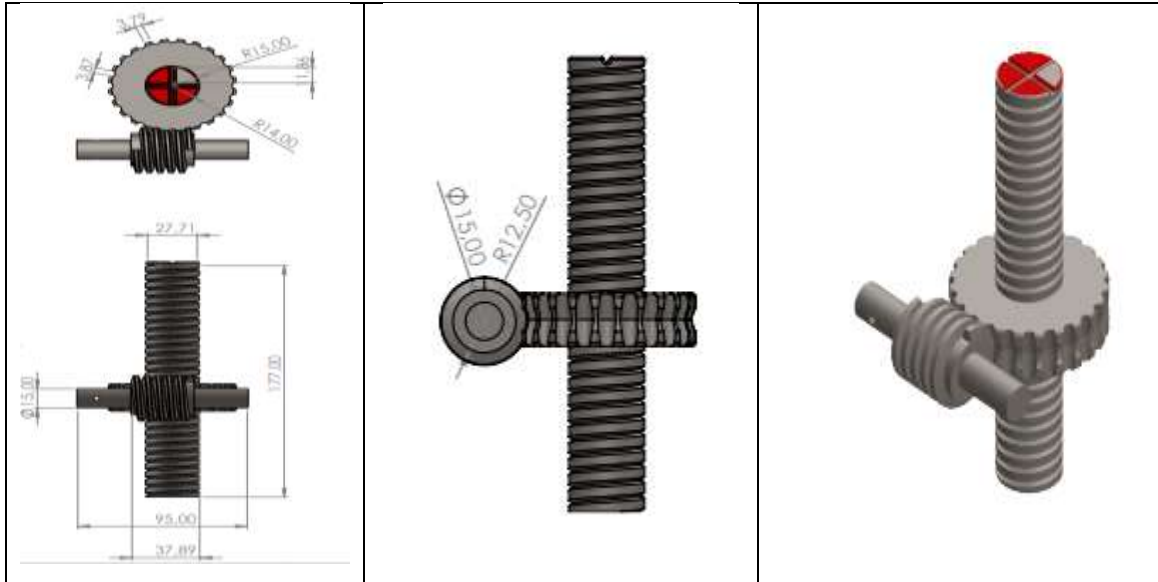


Figura. 5.4-7. Modelo geométrico de tornillo sinfín.

5.5.1.2. Mallada para el estudio de deformación

Con los datos obtenidos se procederá a realizar el mallado al sistema de gato mecánico, para posteriormente analizar los esfuerzos y deformaciones.

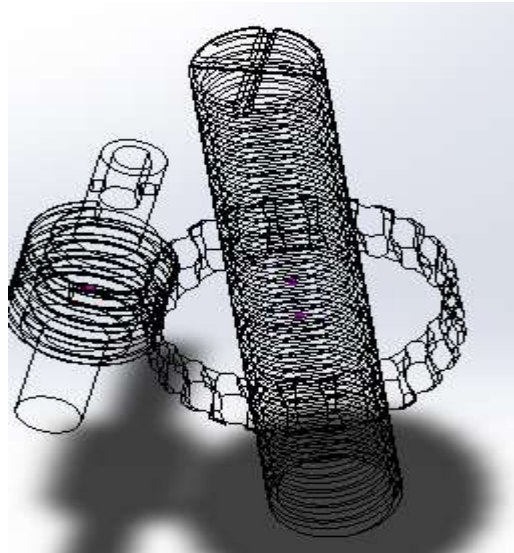


Figura. 5.4-8. Mallado de tornillo sinfín.

5.5.1.3. Esfuerzo y deformaciones del tornillo mecánico de potencia

Para determinar los diferentes esfuerzo y deformaciones se utilizó las formulas del libro de diseño en ingeniería mecánica de shingley de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados que se mostrara en la siguiente tabla.

Tabla 5.4-4. Esfuerzos aplicados en el sistema de gato mecánico.

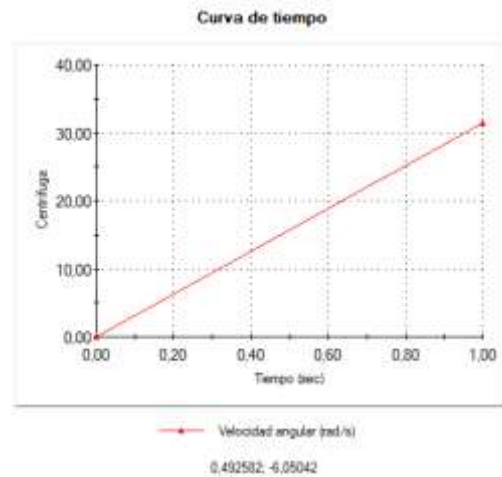
Esfuerzos aplicados en el sistema de gato mecánico.		
Ecuaciones.	Resultados.	Unidades.
(38)	0,02397	Pa
(39)	359110,14	Pa
(40)	-6,37	Pa
(41)	31,07	Pa
(42)	0	Pa
(43)	359110,14	Pa
(44)	0	Pa
(45)	23978401,63	Pa
(46)	0	Pa
(47)	2062,45	Pa
(48)	41534672,26	Pa

Con los datos obtenidos se visualizará el comportamiento con las siguientes figuras que se muestran donde existe los esfuerzos, desplazamiento y factor de seguridad.

Caso de estudio: Curva en función tiempo-fuerza centrífuga.

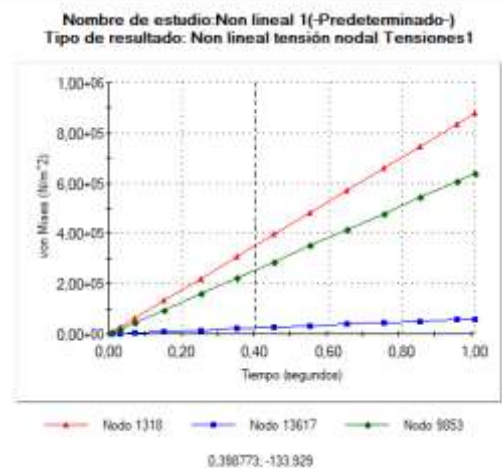
Resultados: En la siguiente figura se puede observar el comportamiento en un tiempo determinado de la fuerza centrífuga.

Se puede observar que el tornillo de potencia necesitara que dar 31 rad/s para llegar hasta el punto de compresión.



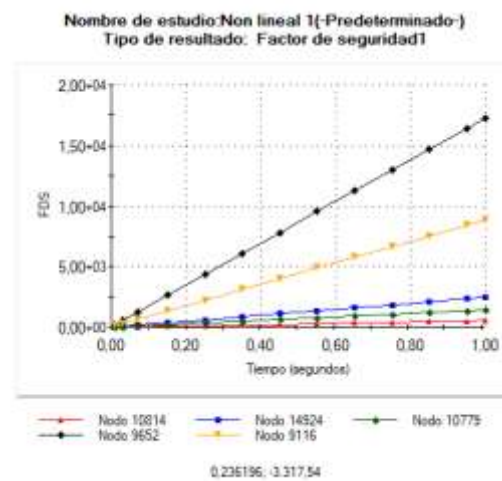
Caso de estudio: Curva en función tiempo- tensión von Mises

Resultados: En la siguiente figura se puede observar el comportamiento en un tiempo determinado con relación a la tensión de von Mises.
Se puede observar que el tornillo de potencia soportara hasta los $10000\text{N}/\text{m}^2$ luego de eso esfuerzos sufrira una deformación.



Caso de estudio: Curva en función tiempo- factor de seguridad.

Resultados: En la siguiente figura se puede observar el comportamiento en un tiempo determinado con relación al factor de seguridad.
Se puede observar muchas graficas de las cuales la gráfica de color negra representa el factor de seguridad la gráfica azul la tensión y la gráfica amarilla el desplazamiento del tornillo así mismo las otras graficas hacen referencia a la corona .



Con todos los datos obtenidos de esfuerzo y momentos se procede a elegir el torque necesario para accionar el gato mecánico, en este caso se elegirá un motor paso a paso debido a su mayor precisión y fuerza para accionar al gato gracias a la ecuación (34) se obtuvo un torque de $15,89\text{N}/\text{m}$ por lo consiguiente se buscó un motor que tenga la misma capacidad o mayor capacidad en torque con lo cual se eligió el siguiente motor paso a paso que se describe en la siguiente tabla.

Tabla 5.4-5.Selección del tipo de motor.

Motor paso a paso 42H2150 150-60-4A		
Característica	Resultado	Unidades.
Voltaje	4,8	v
Intensidad	6.0	A
Potencia mecánica	9,59	Hp
Potencia eléctrica	28,8	W
Torque máximo.	21	N/m

5.5.1.4. Validación del sistema de gato mecánico

Para visualizar el funcionamiento del sistema se lo realizará mediante el software de Proteus donde se realizará el diagrama y la programación para que el motor paso a paso funcione correctamente y puede ejercer la presión necesaria para que la máquina compactadora cumpla sus funciones.

5.6. Dimensionamiento eléctrico

Para la selección del material se decidió por una resistencia tubular para la transformación de energía eléctrica a energía mecánica, contando con los siguientes resultados de la investigación.

Tabla 5.6-1. Resultados de la resistencia tubular.

Resistencia tubular		
Ecuaciones	Resultados.	Unidades.
(49)	506000	Ω
(50)	400	W

5.6.1. Modelo de la resistencia tubular

Para el diseño de la resistencia se tomó los valores obtenidos de la ecuación (47) y (48) y tomando la cantidad de potencia necesaria para tener la medidas correctas.

5.6.1.1. Modelo geométrico.

Para el modelo geométrico se los realizará mediante software CAD y en 3d como se puede observar en el siguiente gráfico.

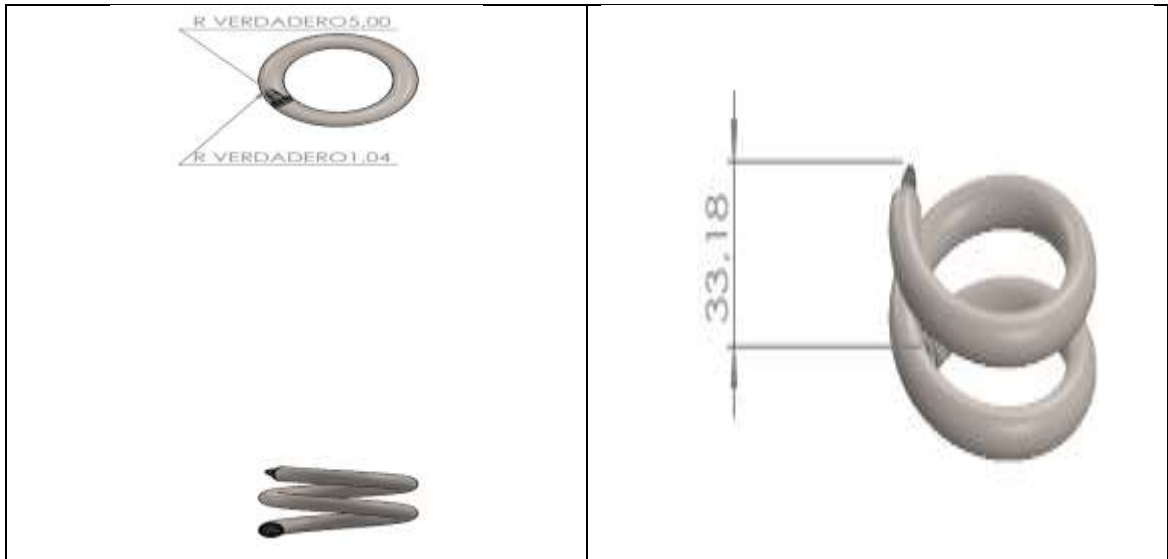


Figura. 5.6-1. Modelo geométrico de resistencia tubular.

5.6.1.2. Análisis de mallado

Para realizar la simulación de modelos finitos se realizará el mallado, para ejercer el análisis térmico de temperaturas y potencia calorífica como se puede observar en la siguiente figura.

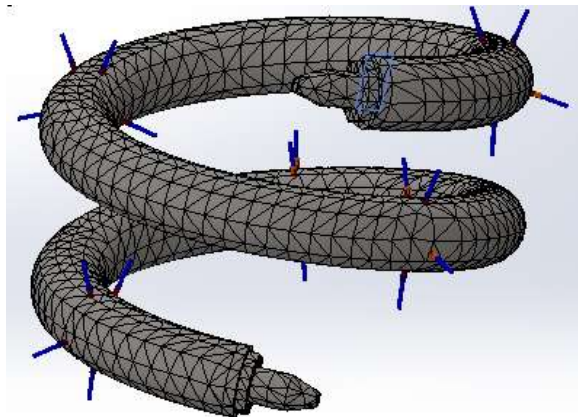


Figura. 5.6-2. Mallado de resistencia tubular.

5.6.1.3. Análisis de elementos finitos en resistencia tubular

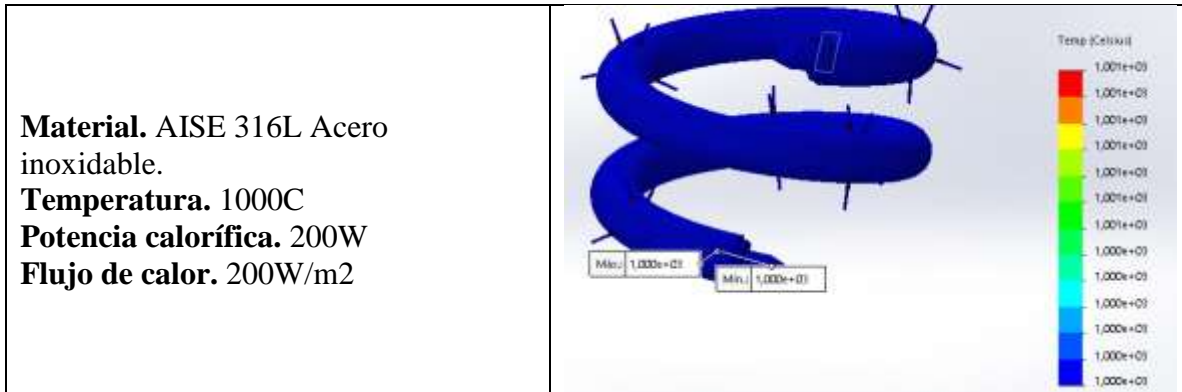
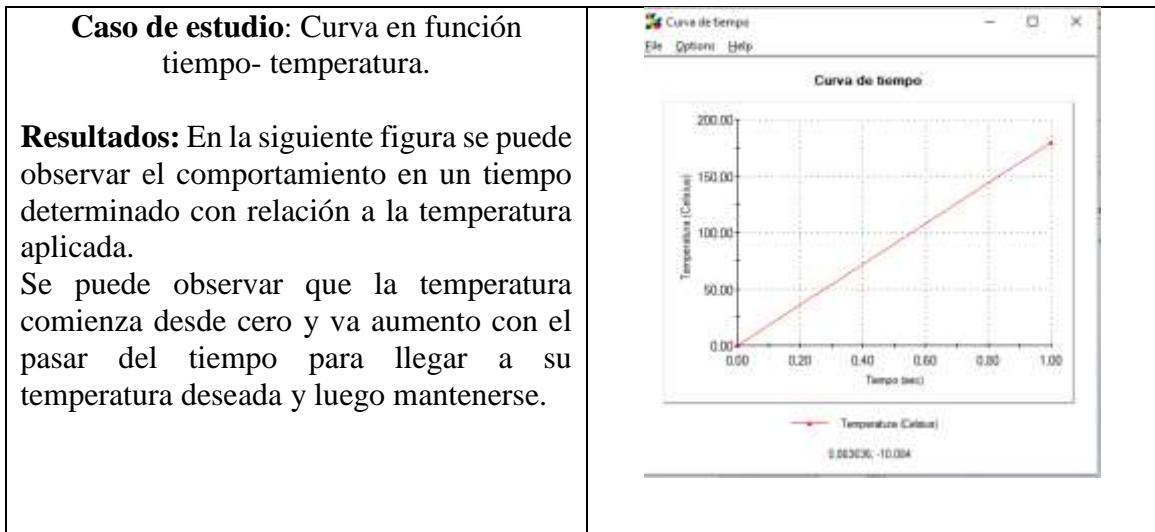


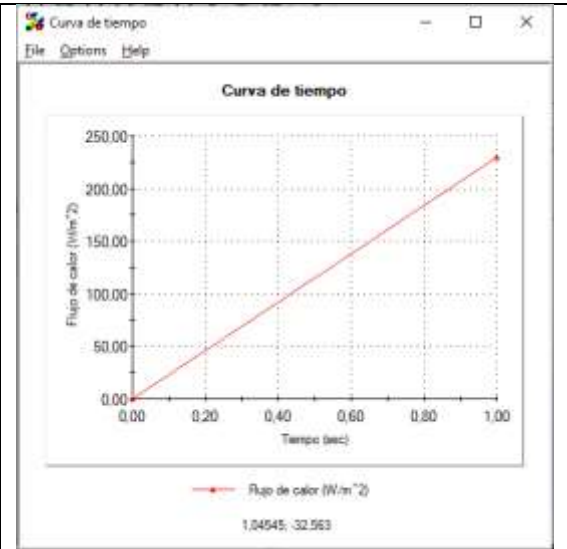
Figura. 5.6-3. Simulación de temperatura.

Con la simulación realizada se procede a analizar las gráficas obtenidas mediante las simulaciones como se representan en las siguientes figuras.



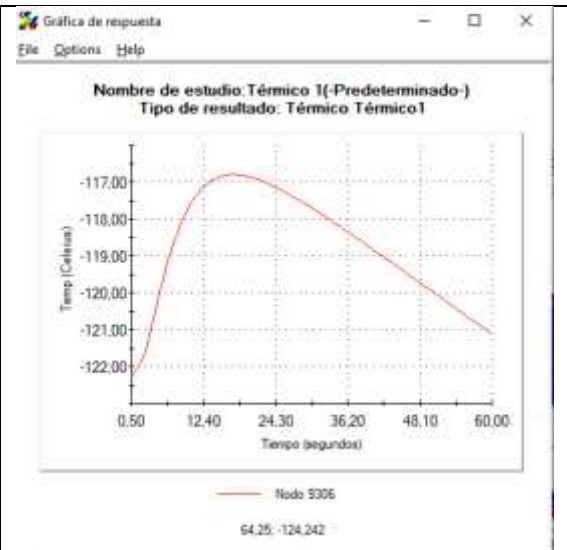
Caso de estudio: Curva en función tiempo- flujo de calor.

Resultados: En la siguiente figura se puede observar el comportamiento en un tiempo determinado con relación al flujo de calor. Se puede observar que el flujo de calor del aluminio comienza desde cero y va aumento hasta llegar a su punto máximo de conductividad térmica en este caso de 230 dados de las propiedades del aluminio.



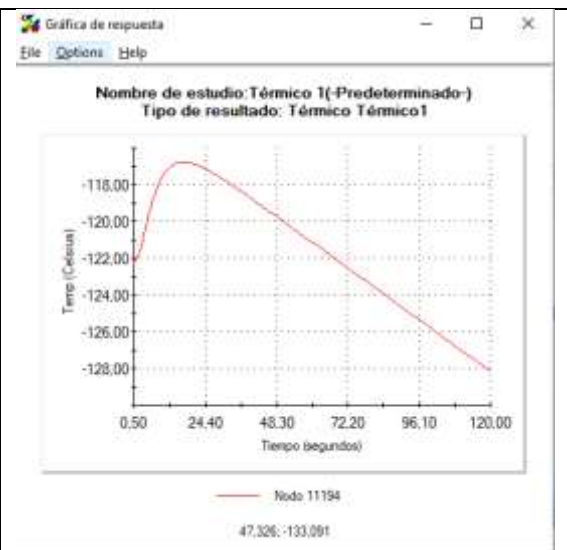
Caso de estudio: Curva en función tiempo- temperatura.

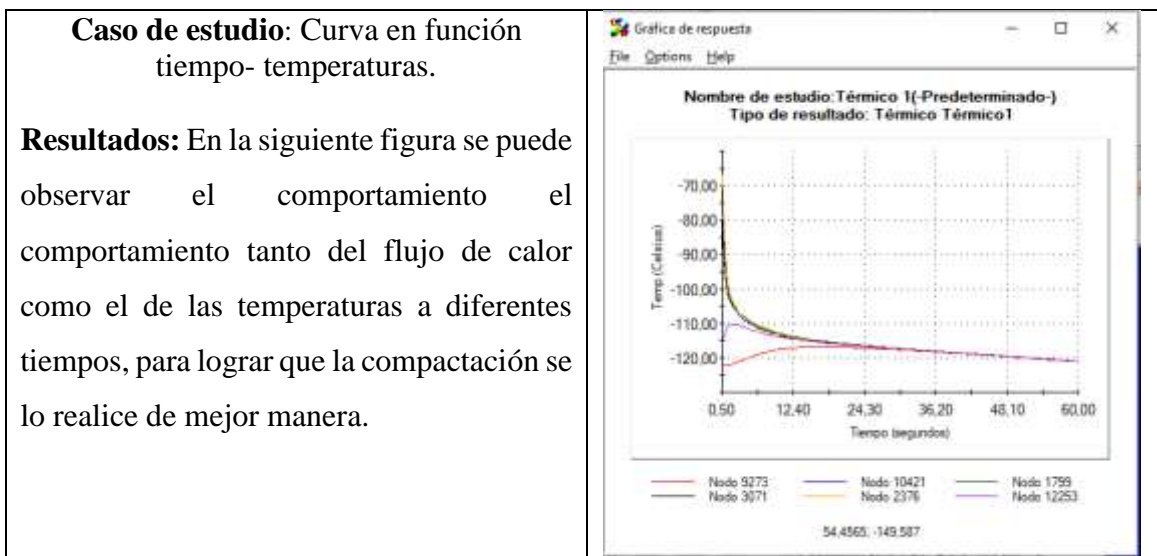
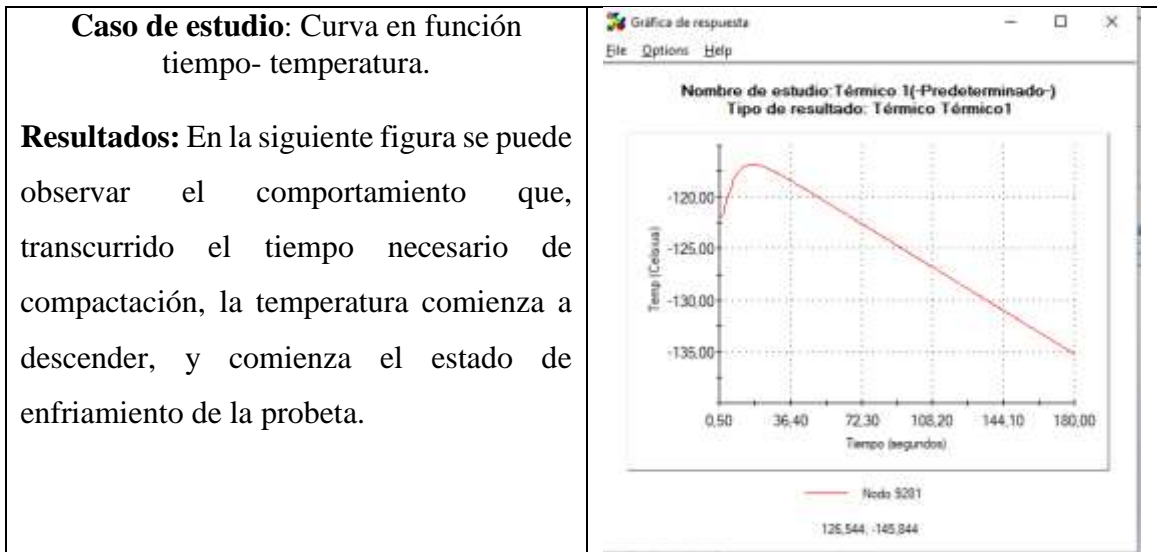
Resultados: Se puede observar en la figura que al primer minuto de aplicación la temperatura llega a una temperatura máxima de 122,4 grados centígrados.



Caso de estudio: Curva en función tiempo- temperatura.

Resultados: En la siguiente figura se puede observar que al cabo de los 120 segundos de funcionamiento se llegar a una temperatura de 133 grados centígrados, debido a que se tiene que llegar a un punto de temperatura constante.





5.7.Dimensionamiento térmico

Para el dimensionamiento térmico se lo realizará con la obtención de temperatura máxima y mínima que pueden soportar la resina para el moldeo, sin que llegue a sufrir alguna deformación o fisuras en la moldeada.

Tabla 5.7-1 Temperatura y tiempo necesario para la compactación.

Análisis térmicos de temperatura y tiempo para la compactación.		
Ecuaciones.	Resultados.	Unidades.
(52)	180	C
(52)	4	Min.

5.7.1. Modelo de la cámara térmica

5.7.1.1. Modelo geométrico

Para el modelo geométrico se utilizó el software de CAD 2D y 3D para determinar las dimensiones, áreas y el tipo de material.

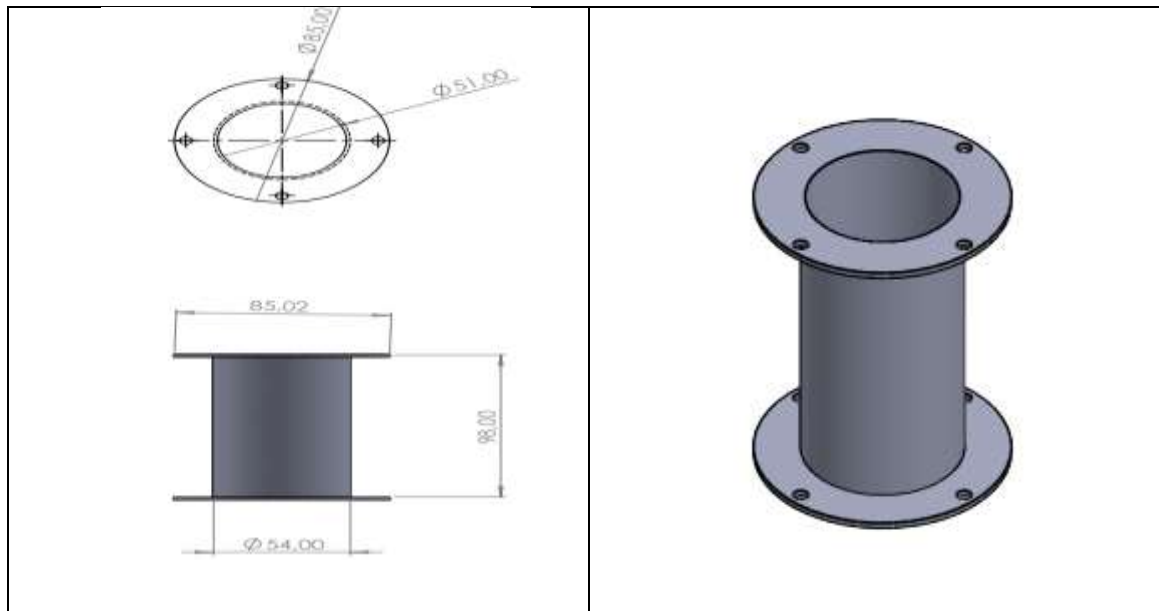


Figura. 5.7-1. Modelo geométrico de cámara térmica.

5.7.1.2. Análisis de mallado

En el análisis de mallado permite seleccionar el tipo de material, para realizar las simulaciones de transferencia de calor, como se muestra en la siguiente figura.

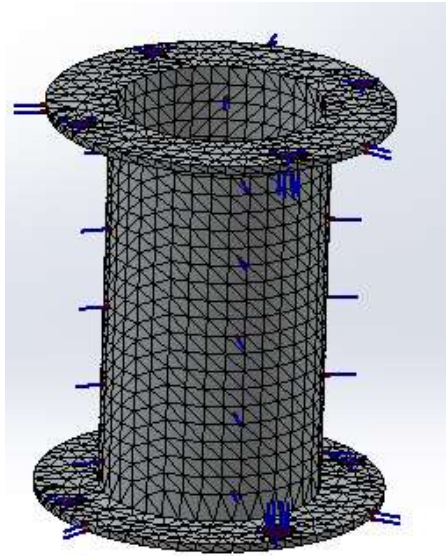


Figura. 5.7-2.Mallado de cámara térmica.

5.7.1.3.Análisis de elementos finitos en la cámara térmica

Con la temperatura obtenida se procederá a realizar un análisis térmico en el molde donde va a estar la probeta para definir si, si el material absorberá todo el calentamiento , para la primera etapa se realizó el mallado de la pieza y sus respectivas cargas como se muestra a continuación.

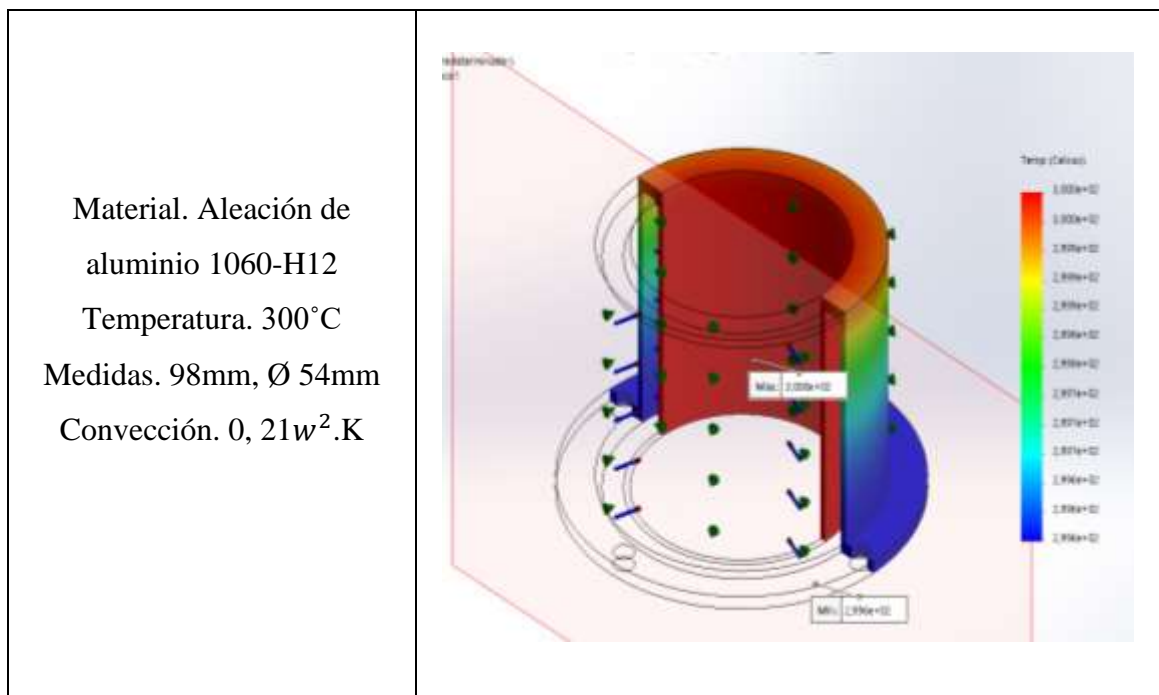


Figura. 5.7-3.Simulación de la cámara térmica.

Por otro lado, también se realizó el mismo análisis, pero ahora para la parte inferior del molde debido a tener una temperatura muy alta puede este material mediante conducción transferir

todo el calor hacia la parte externa en este caso sería la base inferior de la máquina, pero se puede observar que en la parte inferior no llega tanta temperatura lo que nos permite una seguridad para los usuarios como se muestra en la siguiente figura.

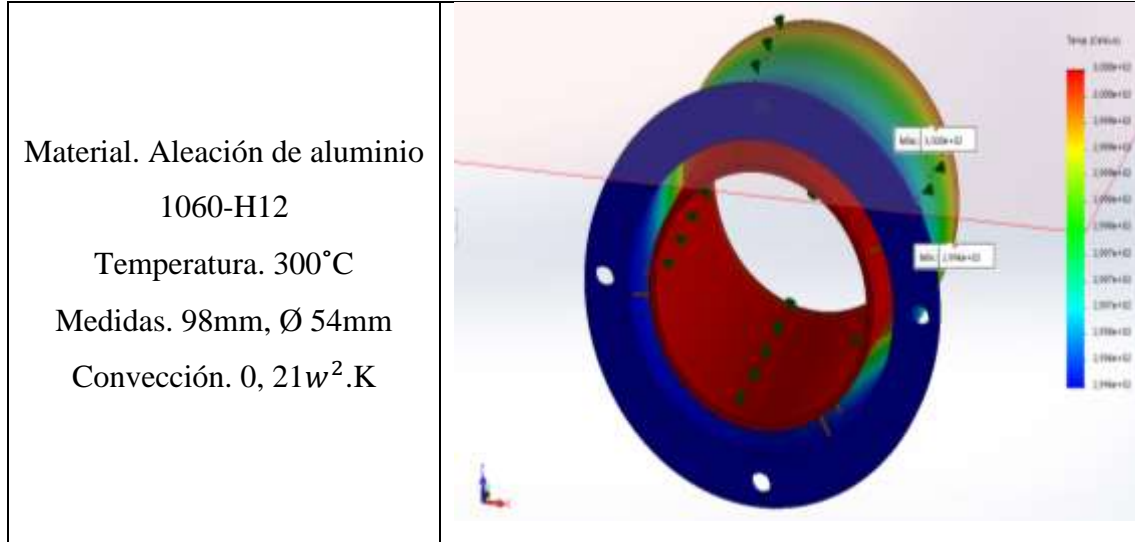


Figura. 5.7-4. Simulación de contacto pared y cámara térmica.

5.8. Dimensionamiento electrónico

5.8.1. Selección del tipo de sensor de temperatura

Para el dimensionamiento primero se elegirá el sensor de temperatura que en este caso es la termocupla tipo j, obtenido mediante un análisis de características que se puede observar en la tabla x con la cual teniendo los resultados obtenidos en el sistema térmico se podrá obtener el voltaje necesario para su activación en el cual se observará en la siguiente tabla.

Tabla 5.8-1. Resultados de la termocupla tipo J.

Termocupla tipo J		
Ecuación.	Resultado.	Unidades.
(53)	9,667	mV

5.8.1.1. Potencia que genera la termocupla tipo J

Para la realización del cálculo de consumo de energía del sensor de temperatura se los realizará con la ecuación (54) que se mostrarán los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 5.8-2. Potencia de la termocupla tipo J.

Potencia consumida por la termocupla tipo J.		
Ecuación.	Resultado.	Unidades.
(54)	0	W

5.8.2. Selección de microcontrolador

Para elegir el microcontrolador, se lo realizo mediante una comparación de, dos de los microcontroladores más utilizadas tanto en la parte industrial como en la parte de educación, obteniendo como resultado para el diseño de la máquina compactadora un Arduino Mega donde se podrán simular algunos controles.

Esto se realizará a un sistema de control de lazo cerrado debido a que nos permite tener una retroalimentación y tener el control de cualquier sistema electrónico.

5.8.3. Obtención del modelo matemático para el control de temperatura

Con las siguientes ecuaciones que se mencionará en la siguiente tabla permitió encontrar un modelo matemático con el cual se tendrá el control de temperatura mediante el microcontrolador.

Tabla 5.8-3. Modelo matemático para control de temperatura.

Obtención del modelo matemático para el control de temperatura.		
Ecuaciones.	Resultados	Unidades.
(63)	$\frac{3,58}{0,0549S + 32,08}$	
(64)	8,678	Wh/°C
(65)	0,07934	Wh/°C
(66)	0,0292	Wh/°C
(67)	0,11435	Kg

5.8.3.1. Validación del modelo matemático

Gracias a la obtención del modelo que se puede observar en la ecuación (63), el modelo matemático para la transferencia de calor se procede a realizar una simulación en un software informático, con el cual se puede observar el control del PID para la realización del control de temperatura como se puede observar en la siguiente figura.

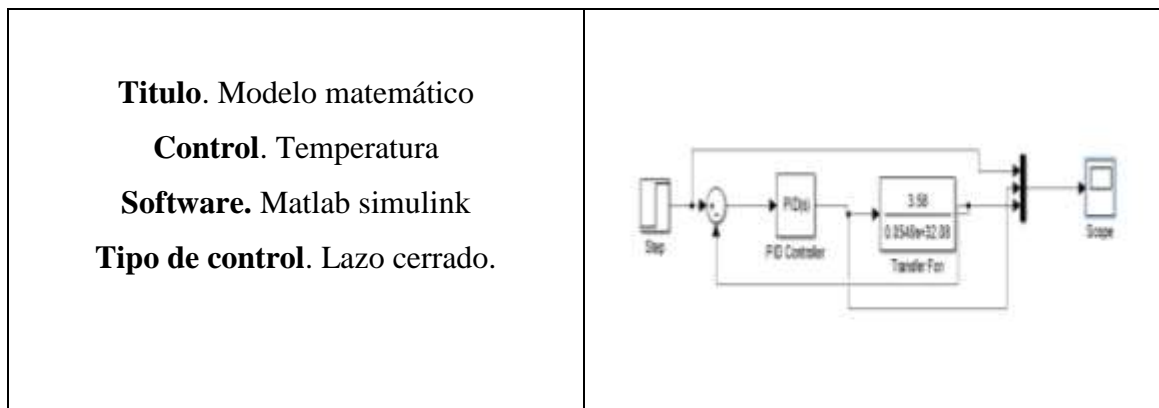


Figura. 5.8-1.Modelo matemático.

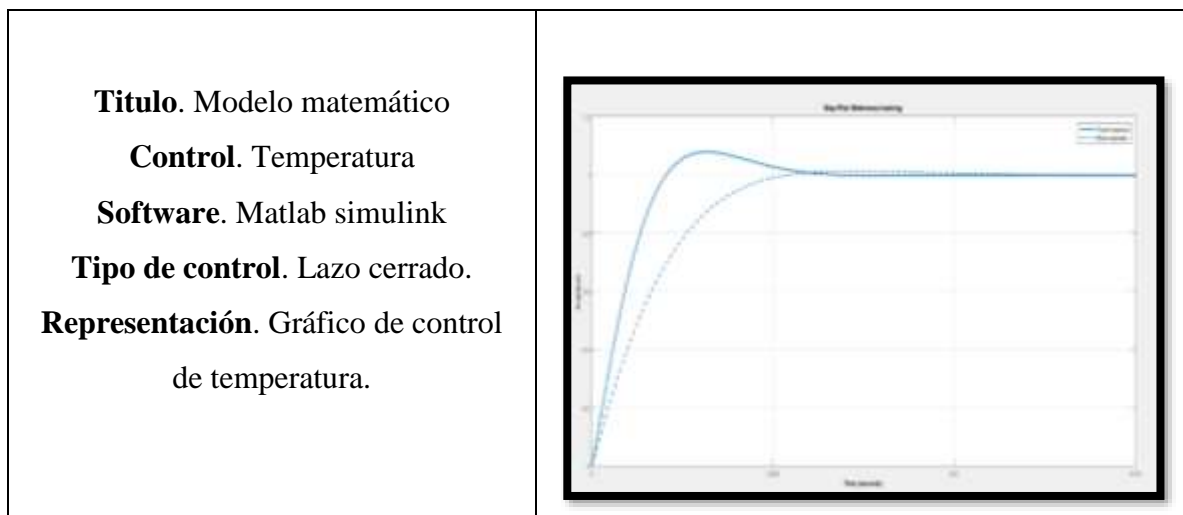


Figura. 5.8-2.Simulación del modelo matemático.

5.8.3.2. Validación del sistema de control de temperatura

Para la validación del sistema de control de temperatura se los realizará en programa de Proteus en cual sirve para la simulación y las variables determinadas.

En la siguiente figura se puede observar la realización del circuito en Proteus para la simulación del control PID y el tiempo necesario para que la temperatura se mantenga constante.

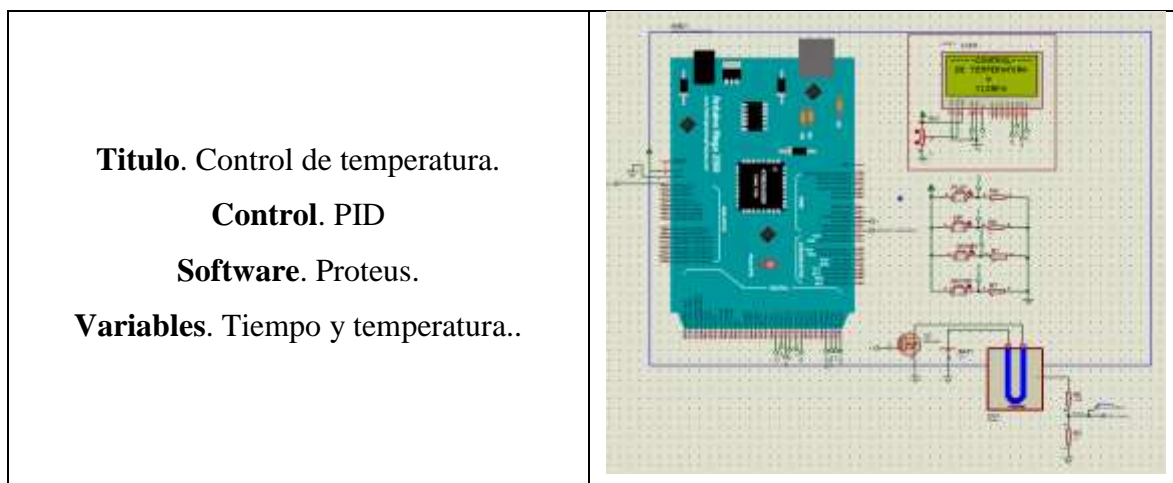


Figura. 5.8-3. Simulación de control de temperatura.

En la siguiente tabla se puede observar todos los componentes que se utilizaron para la realización del control de temperatura.

Tabla 5.8-4. Componentes de control de temperatura.

Componentes del sistema de control de temperatura.		
Cantidad.	Elemento.	Anexo.
4	Resistencias.	
1	Arduino mega	
1	TYN812	VIII
1	AMPLIFIER AD620	IX
1	NPN TRANSISTORS N3904	X
1	INTEGRADO RJ45	XI
1	4N25D	XII
1	LM35	XIV
1	TERMOCUPLA TIPO J	XV
1	PROGRAMACIÓN.	XVI-XIX
1	DIAGRAMA DE CONTROL.	XX
1	DIAGRAMA DE CONEXIÓN.	XXI
1	2N3904	XIII

Otra de la función del software Proteus es que nos permite tener un modelado 3D del circuito el cual permitirá solo imprimir la placa y seleccionar todos los elementos para la construcción del control de temperatura.

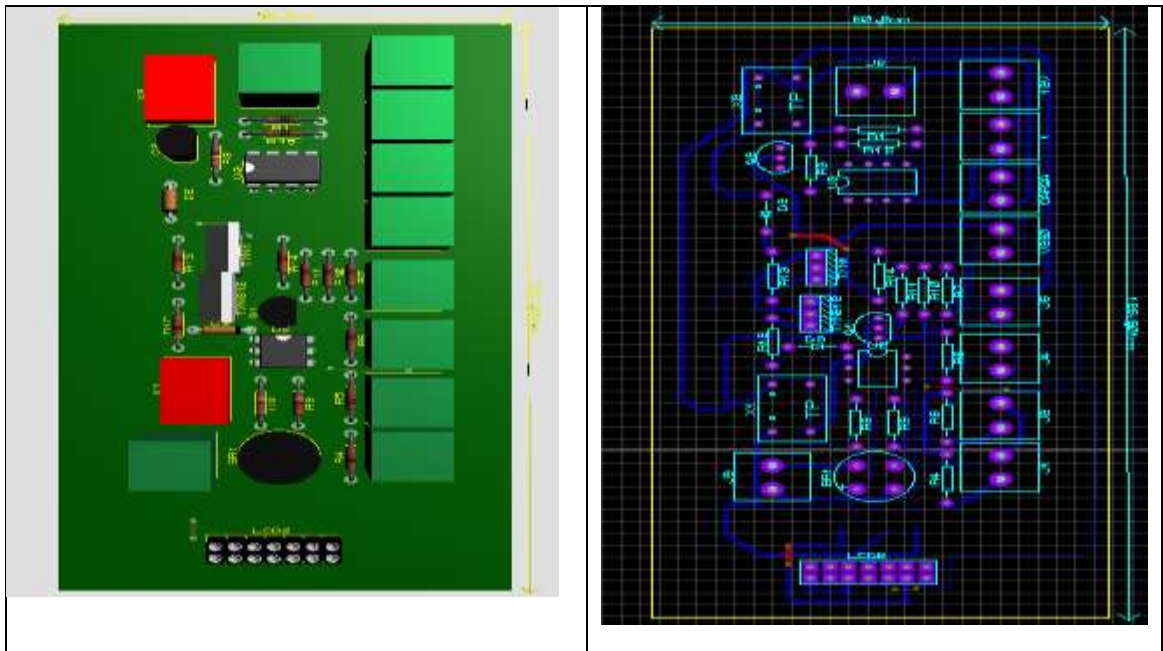


Figura. 5.8-4. Modelado 3D control de temperatura.

5.8.4. Validación del control del motor paso a paso

Para validar el correcto funcionamiento del control del motor paso a paso se lo realizará también en el programa de Proteus, donde nos permite visualizar su funcionamiento, como se muestra en la siguiente tabla.

<p>Título. Control de motor paso a paso.</p> <p>Control. Inversión de giro.</p> <p>Software. Proteus.</p> <p>Variable. Presión.</p>	
---	--

Figura. 5.8-5. Control de motor paso a paso.

Tabla 5.8-5. Componentes de control de motor paso a paso.

Componentes de control motor paso a paso.		
Cantidad	Elemento	Anexo.
14	Resistencias	
1	Arduino mega	
1	HX711	II
1	ULN2003A	III
1	MOTOR 42H2150-150-60-4ª	IV
1	DRIVER	VII
1	SENSOR DE FUERZA	VII
1	PROGRAMACIÓN	V
1	DIAGRAMA DE CONTROL	VI
1	DIAGRAMA DE CONEXIÓN	VII

Del mismo modo que para la impresión del circuito de control del motor paso a paso, y el circuito en 3D Proteus tiene la capacidad de realizar estas condiciones como se muestra en la siguiente figura.

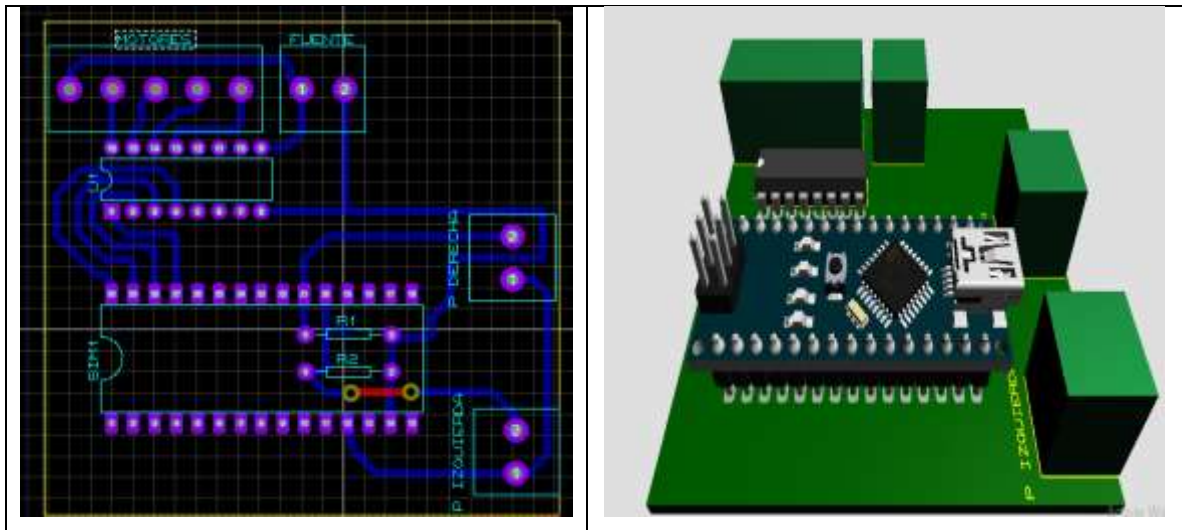


Figura. 5.8-6. Vista de placa en 3D de control de motor.

5.9. Dimensionamiento de la máquina compactadora de resina

Con todos los datos obtenidos de los diferentes sistemas que conforma a una máquina compactadora de resina, se dan los resultados finales del dimensionamiento de la máquina.

Tabla 5.9-1.Partes externa de la máquina encapsuladora.

Partes externa de la maquina encapsuladora.			
Partes.	Largo(mm)	Ancho(mm)	Anexos.
Chasis	555,00	380,00	
Tapa superior	236,00	233,42	I
Base chasis.	370,00	380,00	II
Base superior.	338,00	320,00	III
Puerta.	396,47	340,00	V
Soporte de moldes.	120,00	178,75	XI
Estructura de cámara.	338,00	320,00	XII
Tornillo de ajuste	55,52	30,00	XV
Perilla de ajuste	75,00	60,00	XIII
Tornillo de ajuste.	7,45	8,40	XVIII

Todas estas partes son de la máquina de su parte externa la cual se decidió que el material para la construcción debe ser tol galvanizado se consideran por su precio y sus resistencias a la corrosión.

También debido a sus propiedades y calidad que tienen los diferentes materiales, en lo cual se ha realizado el diseño de cada uno de las partes antes mencionadas, lo que se busca es tener un diseño de calidad, donde tenga el mínimo de elementos y cumpla con el mismo principio de compactación, para que en los laboratorios de Electromecánica se puedan realizar las prácticas de metalografías.

Por otro lado, se tiene las piezas que conforma las partes internas de la máquina compactadora de resina que se componen de cuatro tipos de sistemas, que son el mecánico, eléctrico, térmico y electrónico así mismo de realizo el diseño de cada uno de los sistemas y componentes.

Tabla 5.9-2.Partes internas de la máquina encapsuladora.

Parte interna de una maquina compactadora de resina.			
Piezas	Largo (mm)	Ancho (mm)	Anexo.
Base para la resistencia tubular.	96,00	85,00	VII
Soporte de resistencia tubular.	57,00	85,00	VIII
Molde inferior.	53,00	50,00	IX
Rodamiento.	55,00	13,00	XIV
Solido a presionar.	51,00	10,00	XVI
Sensor fuerza.	35,00	19	XVII
Tornillo sinfín.	150,00	15,33	XVIII
Corona.	20,95	30,00	XX
Base tornillo sinfín	210,00	110,00	XXI
Base motor-Tornillo	73,00	126,00	XXII
Tornillo sinfín.			XXIV
Sistema gato mecánico.	121,48	126,00	XXII
Máquina encapsuladora.			xxv

5.9.1. Cálculo de consumo de energía del sistema

Para realizar el cálculo total de consumo de energía que tendrá la máquina se los realizará con la siguiente ecuación tomando en consideración las partes que las conforman, para el caso de estudio se consideró la parte electrónica y la parte eléctrica de los cuales la parte eléctrica tiene un poco más de consumo debido a su alimentación y a su resistencia para la realización de la transformación de energía eléctrica a térmica.

Tabla 5.9-3. Consumo total de la máquina encapsuladora.

CÁLCULO DE CONSUMO DE ENERGÍA		
CIRCUITO DE CONTROL		
Arduino mega	93mA x5v	0,465w
Arduino mega	93Ma x 5v	0,46w
Lcd 16x2	15max 5v	0,075w
20resistencias	0,125w x 20	2,5w
Lm35	60Ux 5v	0,0003w
4n25	1mW	0,001W
Puente diodo	0	0W
Servo motor	6,0 x 4,8	28,8w
HX711	1,5 x 5,5	8,25 w
ULN2003A	500Ma x 50v	25w
Lcd 16x2	15Ma x 5v	0,075w
CIRCUITO DE POTENCIA		
SCRs	15mA x5v	0,075w
Resistencia tubular	30Ax5v	350w

Teniendo en cuenta todos estos dispositivos el cálculo total se los realizara con la siguiente ecuación que representa en la siguiente tabla.

Tabla 5.9-4. Consumo total.

Consumo de energía.		
Ecuación	Resultado	Unidades.
(51)	416	W

5.9.2. Análisis de la estructura

Para el análisis de la estructura se tomará como metal principal el aluminio de los cuales se le realizará una aplicación de la presión para poder determinar su comportamiento, lo que se representa en la siguiente tabla.

5.9.2.1. Análisis de la estructura externa

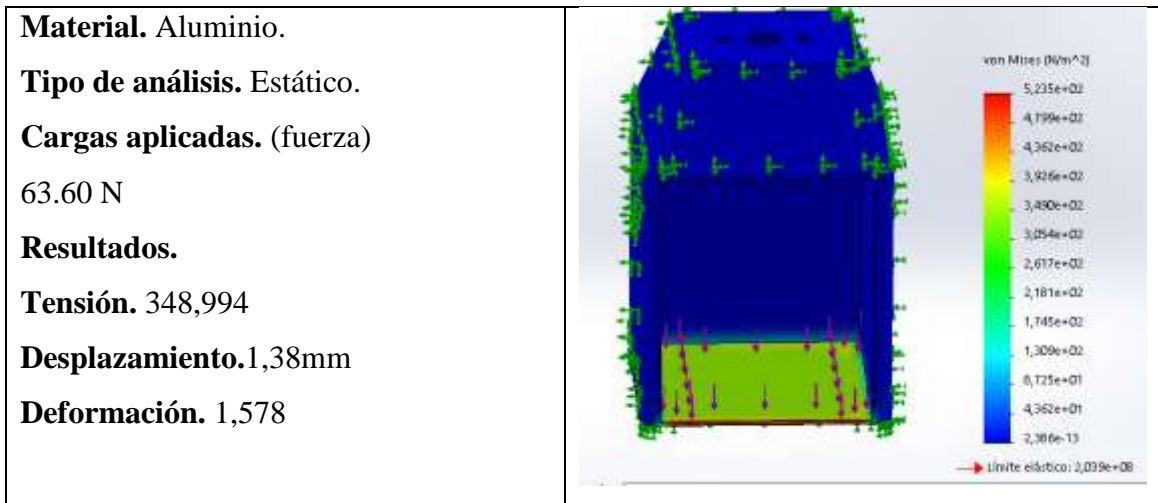


Figura. 5.9-1. Simulación de deformación y desplazamiento de estructura.

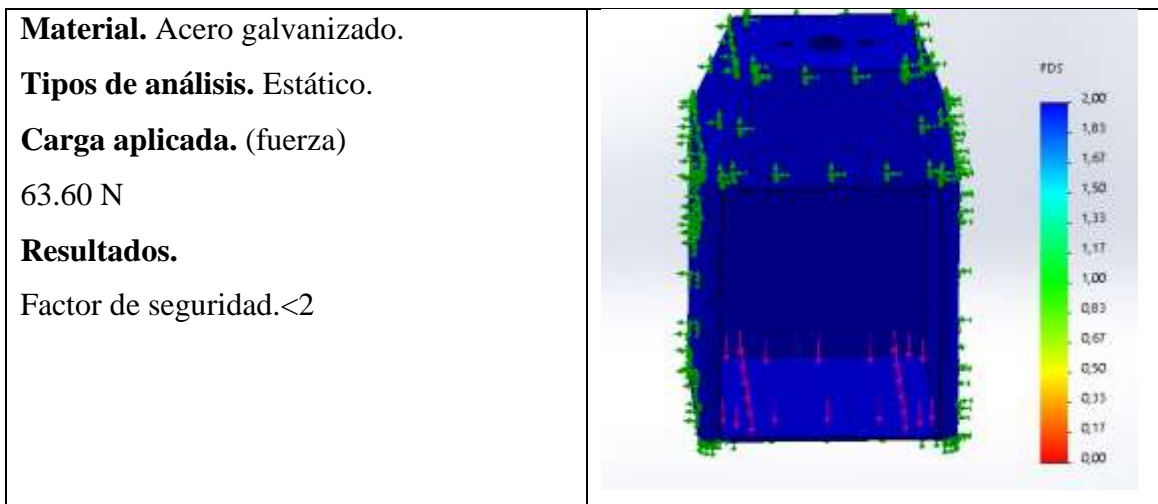


Figura. 5.9-2. Simulación de factor de seguridad.

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

6.1. Presupuesto

Para la determinación de los costos de la máquina se los dividió en las tres partes más fundamentales que son la parte mecánica, eléctrica y electrónica teniendo en consideración como costos directos de fabricación en la máquina y luego tomando en consideración costos indirectos que pueden ser clasificados como la propuesta de diseño tecnológica y por último se realizará un análisis del Van y del Tir para tener una idea de cuantos años y en qué porcentaje se recuperará la inversión realizada todo esto se describirá en la siguiente tabla.

6.1.1. Costos directos.

Tabla 6-1. Costos directos parte electrónica.

Cantidad	Parte Electrónica	Valor Unitario	Valor Total	
20	Resistencias	0,10	2,00	2,00
10	Borneras de 2	0,35	3,50	3,50
1	Arduino MEGA	40,00	80,00	80,00
1	LCD 16x2	10,00	20,00	20,00
4	Pulsadores	1,00	4,00	4,00
2	Transformadores de pulsos	4,50	9,00	9,00
1	Hx711	18,50	18,50	18,50
1	ULN2003A	1,25	1,25	1,25
1	Placa de baquelita	1,00	1,00	1,00
2	Transistores 3904	0,30	0,60	0,60
1	Puente de diodos	1,00	1,00	1,00
1	Opto acoplador 4N25	0,90	0,90	0,90
2	Tiristores TYN812	1,50	3,00	3,00
2	Diodos 4007	0,50	1,00	1,00
1	Amplificador AD620	6,00	6,00	6,00
1	Termocupla J	9,00	9,00	9,00
3	Espadines macho	1,00	3,00	3,00
1	Cargador 9V -2A	8,00	8,00	8,00

Tabla 6-2. Costo directo parte eléctrica.

Parte Eléctrica				
1	Enchufe 220V	1,50	1,50	1,50
1	5m de Cable #10	5,00	5,00	5,00
1	Selector ON - OFF	5,00	5,00	5,00
1	Porta fusible	1,00	1,00	1,00
1	Fusible	1,00	1,00	1,00
1	Lámpara Piloto verde	4,00	4,00	4,00

Tabla 6-3. Costos directos parte mecánica.

Parte Mecánica				
1	Rodamiento	3,00	3,00	3,00
1	Sensor de fuerza PCE-C-R19LFC Serie 5-500 kg	195,00	195,00	195,00
1	Chasis	10,00	10,00	10,00
1	Gato mecánico de husillo.	35,00	35,00	35,00
1	Sensor de fuerza PCE-C-R19LFC Serie 5-500 kg	108,00	108,00	108,00
1	Base Resistencia	9,00	9,00	9,00
1	Molde Inferior	5,00	5,00	5,00
1	Puerta	10,00	10,00	10,00
1	Tornillos	40	0.1375	5,50
1	Pernos	12	0.25	3,00

Tabla 6-4. total, de costos directos.

Presupuesto total costos directos.	
Sistemas	Total
Electrónico	171,75
Eléctrico	17,50
Mecánico	383,50
Total	572.00

6.2. Costos indirectos.

En esta parte se tomarán los costos indirectos que se gastaron para realizar el diseño y tomado en cuenta que este año debido por la pandemia que nos afectó no se pudo realizar las visitas a la universidad.

6.2.1. Costo de transportes.

En la siguiente tabla se muestra los costos realizados por movilización dentro y fuera de la provincia.

Tabla 6-5. Costos de transporte.

Transporte	Costo total
Transporte dentro de la provincia.	6
Transporte fuera de la provincia.	24
Subtotal	30.00

6.2.2. Costo de diseño.

En la tabla siguiente se muestra los costos indirectos por el diseño de la máquina encapsuladora de probetas.

Tabla 6-6. Costo de diseño.

Descripción	Costo total.
Diseño	300.00
Subtotal.	300.00

6.2.3. Costo de ingeniería.

En la tabla siguiente se puede observar el costo final de la realización del proyecto de una máquina encapsuladora de probetas para prácticas de metalografías.

Tabla 6-7. Presupuesto total.

Presupuesto.	Costos totales.
Costos directos	572,00
Costos indirectos.	330,00
Inversión total.	902,00

Dentro de la tabla se puede observar un costo total de 902 (**NOVECIENTOS DOS**) dólares, este costo es relativamente bajo a comparación de los precios de las máquinas que se vende en otros países, debido a que la importación y los impuestos.

Para tener una idea sí, que el diseño de la máquina encapsuladora de probetas, será rentable se realizará un análisis financiero, suponiendo los siguientes valores que se muestra en la tabla.

Tabla 6-8. Probetas encapsuladas al año y costo de venta.

Probetas diarias	10
probetas semanal	50
probetas mensual	200
probetas anuales	2400
precio por probeta	\$ 1,00
total de producción	\$ 2.400,00

Para tomar como parte de los egresos se toma en consideración los servicios básicos que son pago de luz, agua, internet y también el pago de un operario o técnico, así como también los distintos tipos de mantenimiento que se pueden realizar al año, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 6-9. Ingresos y egresos del proyecto.

Flujo de caja anualmente.		
Año	Egreso	Flujo neto.
2400	1000	1400
2400	1000	1400
2200	1000	1200
2200	1000	1200
2000	1000	1000

6.3. Análisis del VAN y TIR

Para la realización del proyecto está pensado para los primeros 5 años debido a que los dispositivos tanto mecánicos como electrónicos pierden su tiempo de vida útil y su capacidad en la producción, por lo que el análisis ofreció los siguientes resultados VAN = \$3656,01 y el TIR = 151% para los primeros 5 años, teniendo como conclusión que nuestro proyecto será rentable.

6.4. Análisis de impactos

Validación de los impactos se tomará de acuerdo con el diseño propuesto por los estudiantes y los diferentes diseños que existen en los mercados actuales tomando en cuenta el costo de las máquinas en los mercados y el costo de realización de una.

Tomando todo esto en consideración se procederá a tomar la siguiente validación, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6-10. Validación de impactos.

Validación	Valoración cuantitativa.
Muy excelente.	20
Excelente .	15
Buena.	10
Regular.	5
Pésima.	1

6.4.1. Impacto tecnológico.

El diseño de una máquina encapsuladora de probetas metalográficas para su posterior estudio está basado en el diseño externo de máquinas que existe en el mercado, pero la parte interior que consta de sistema mecánico, eléctrico, electrónico y térmico, para su control son necesarios el diseño final de la máquina.

6.4.2. Impacto práctico.

Máquina diseñada para cumplir los requerimientos y necesidades de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ya que cuenta con un conjunto de sistemas electromecánicos y permitiendo realizar prácticas de metalografía con mínimos errores.

6.4.3. Impacto epistemológico.

Obtener más conocimientos en el área de ingeniería con software informáticos que permite realizar el diseño mecánico por el método de elementos finitos, donde potencia el área de simulación, diseño computarizado donde pueden observar todo el funcionamiento y evitando a futuro errores al momento de su construcción y evitando gastos inadecuados.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones.

- De acuerdo a las investigaciones realizadas, de los tamaños estándares de máquinas compactadoras de resinas, y tomando en cuenta los elementos a utilizar, se estimó que la medida la cual se diseñará es, 53 cm de altura y de 38 cm de ancho.
- Tomando en cuenta el microscopio que dispone los laboratorios de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, este instrumento cuenta con un diámetro del lente de 22mm en la cual se procede a diseñar un molde de 30 mm de diámetro y 15mm de altura para su fácil visualización.
- Mediante los diferentes softwares, SolidWorks, Proteus y Unity utilizados para el diseño nos permitió realizar un análisis con cada uno de los elementos, observar sus procesos y a más de ello corregir errores de mal funcionamiento.
- Mediante el libro de diseño en ingeniería mecánica de single permite establecer la presión y fuerza necesaria que necesita el gato mecánico, tomando en consideración si es un gato con collarín, teniendo como resultados una fuerza de 63,62 N y un torque necesario de 15, N/m para poder levantar al tornillo y una presión necesaria de 1590 Pas para la compactación de la probeta con una temperatura de 200°C y con un tiempo de 3 minutos por cada probeta.

7.2. Recomendaciones.

- El material para el diseño de la estructura y el molde de la probeta, deberá ser de aluminio, ya que este metal es bastante resistente a la corrosión y a más de eso es un buen conductor térmico a diferencia de otros metales.
- Para la construcción de la carcasa, realizarla mediante el método de moldeo en arena ya que es una de las formas que se están utilizando en la actualidad y permite crear piezas uniformes y bastante estéticas.
- Tener en cuenta los mantenimientos correspondientes a la lubricación del tornillo, y a toda la máquina en general, para así evitar gastos innecesarios por averías.

8. FUENTES BIBLIOGRAFICAS

- [1] V. A. Hernandez Reyes , I. J. Vargas Arauz y I. Vaquez,Lopez, «REHABILITACION DE MAQUINA COMPACTADO,» *PDF*, vol. I, nº 2, pp. 17-123, 2014.
- [2] J.Lluis.Angles.Nicolas, «DISEÑO Y AUTOMATIZACION DE UNA COMPACTODRAS DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS.,» *ESCOLA-TECNICA-SUPERIOR-ENGINYERIA*, vol. I, nº 15, pp. 21-224, 2001.
- [3] M. Á. B. Aguayo, «Diseño de una compactadora para pequeños y medianos centros de Acopio de materiales Reciclables.,» *PDF*, vol. I, nº 14, pp. 29-113, 2015.
- [4] C. H. K. Ivan y Q. F. Lema , «Diseño y contrucción de una compactadora, mediante un sistema oleohifraulico para compactar plástico y papele, en la planta de reciclajes de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el centro Experimental y de produccion Salache CEYPSA, Latacunga año 2012,» *pdf*, vol. I, nº 39, pp. 39-117, 2012.
- [5] M. Beltrán y A. Marcilla, «Moldeo por compresión.,» *pdf*, vol. II, nº 171, pp. 2-14, 2017.
- [6] V. Welches, «Manual de laboratorio de resistencia de materiales,» *pdf*, vol. I, nº 4, pp. 4-22, 2020.
- [7] C. C. V. Rojas, J. E. REY Romero y A. N. Jaimes Rada, «Diseño y contrucción de prototipo de trituracion para el pet análisis sistemático de literatura.,» *pdf*, vol. I, nº 18, pp. 18-41, 2018.
- [8] W. G. Viñas y H. L. Manzini, «Ciencias de los materiales.,» de *Ciencias de los materiales.*, Barcelona, 2003,Editorial Ariel, S. A., 2003, pp. 14-92.
- [9] J. Garavito, «Plastico, Protocolos de curso de procesos de manufactura.,» *PDF*, vol. I, nº 8, pp. 8-29, 2016.
- [10] «Polimeros Termoplastico y Termoestable,» *pdf*, vol. I, nº 2, pp. 2-50, 2017.
- [11] «Reina Epoxica,» *PDF*, vol. I, nº 1, pp. 1-3, 2018.
- [12] F. W. B. Jr., «Ciencias de los polímeros,» New York, EDITORIAL REVERTE, S.A, 2004, pp. 471-581.
- [13] J.P.Holma, «Transferencia de calor,» Mexico, COMPAÑIA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A.DE C.V. MEXICO, 1999, pp. 17-663.
- [14] R. C. J. L, J. E. Fernandez Rico y M. d. R. Fernando Rodriguez, «Elementos de máquina,» de *Teoria y Problemas*, Madrid, INGENIERIA MECANICA., 2018, pp. 37-396.
- [15] A. G. H. Miguel, M. H. De la Cruz , L. D. Eika Sarai y R. F. Ramos, «Diseño y fabricacion de modelos para fundicion.,» *PDF*, vol. I, nº 29, pp. 29-75, 2018.
- [16] I. G. Eskola, «Actuadores de los sistemas nuemático.,» *PDF*, vol. I, nº 4, pp. 4-34, 2016.

- [17] A. Avello, «Teoría de máquinas,» de *Segunda Edición*, Madrid, ISBN 978-84-8081-250-4, 2014, pp. 2-394.
- [18] R. G. Budynas y J. N. Keith, «Diseño en ingeniería mecánica de Shigley,» de *Octava Edición*, Bogotá, EDITORES, S.A. DE C.V, 2008, pp. 430-1092.
- [19] F. D. d. C. Rodriguez, «Diseño y elemento de maquinas,» *PDF*, vol. I, nº 95, pp. 100-200, 2011.
- [20] R. L. Norton, «Diseño de maquinaria,» de *Cuarta Edición.*, Bogota, EDITORES INTERAMERICANA S.A., 2009, pp. 434-7471.
- [21] A. Y. H. L. A.S.HALL, «Serie schaum,» de *Diseño de máquinas.*, pp. 205-346.
- [22] V. Faires, «Diseño de elementos de máquinas,» Barcelona, MONTANER Y SIMON S.A., 2008, pp. 288-441.
- [23] D. A. 03C03.91, «Sistema termicos,» *PDF*, vol. 2, nº 1, pp. 1-25, 2015.
- [24] I. A. Rivera, «Sistemas Electricos.,» *PDF*, vol. I, nº 3, pp. 21-2018, 2016.
- [25] J. P. M. Altamirano, «Diseño y construccion de un horno electrico para el secado de los bobinados de motores de hasta 10HP,» *pdf*, vol. I, nº 31, pp. 48-214, 2012.
- [26] S. M. Guerreo, «Termopares,» *PDF*, vol. I, nº 1, pp. 1-4, 2002.
- [27] «Introduccion al sitema CAD/CAM/CAE,» *PDF*, vol. 1, nº 8, pp. 8-11, 2015.
- [28] M. Talavera, «Aplicaciones CAD/CAM/CAE,» *PDF*, vol. I, nº 1, pp. 2-13, 2015.
- [29] E. F. Valero, «El metodo de elementos finitos(MEF o FEM),» *PDF*, vol. II, nº 111, pp. 1-34, 2004.
- [30] F. G. Ornelas, «Analisi de aceros por microspia óptica,» *PDF*, vol. II, nº 7, pp. 13-78, 2013.
- [31] L. F. C. Lema, «Sistemas de control por lazo abierto y cerrado de voltaje para determinar el error en estado estable a diferentes pulsos de entrada en el laboratorio de control y aautomatizacion de la FICM.,» *PDF*, vol. I, nº 28, pp. 44-159, 2015.

Firma

Firma

.....

.....

Josué Eduardo Landeta Benavides

Jonnathan Fernando Núñez Villacres

Proponente 1

Proponente 2

Email:

josue.benavides3417@utc.edu.ec

Email:

jonnathan.nunez6299@utc.edu.ec

Telf.: 0967431563

Telf.:0987045259

Firma

Firma

.....

.....

M.sc Luis Miguel Navarrete López

M.sc Luis Miguel Navarrete López

Email:

Luis.navarrete7284@utc.edu.ec

Email:

Luis.navarrete7284@utc.edu.ec

Telf.: 0988556656

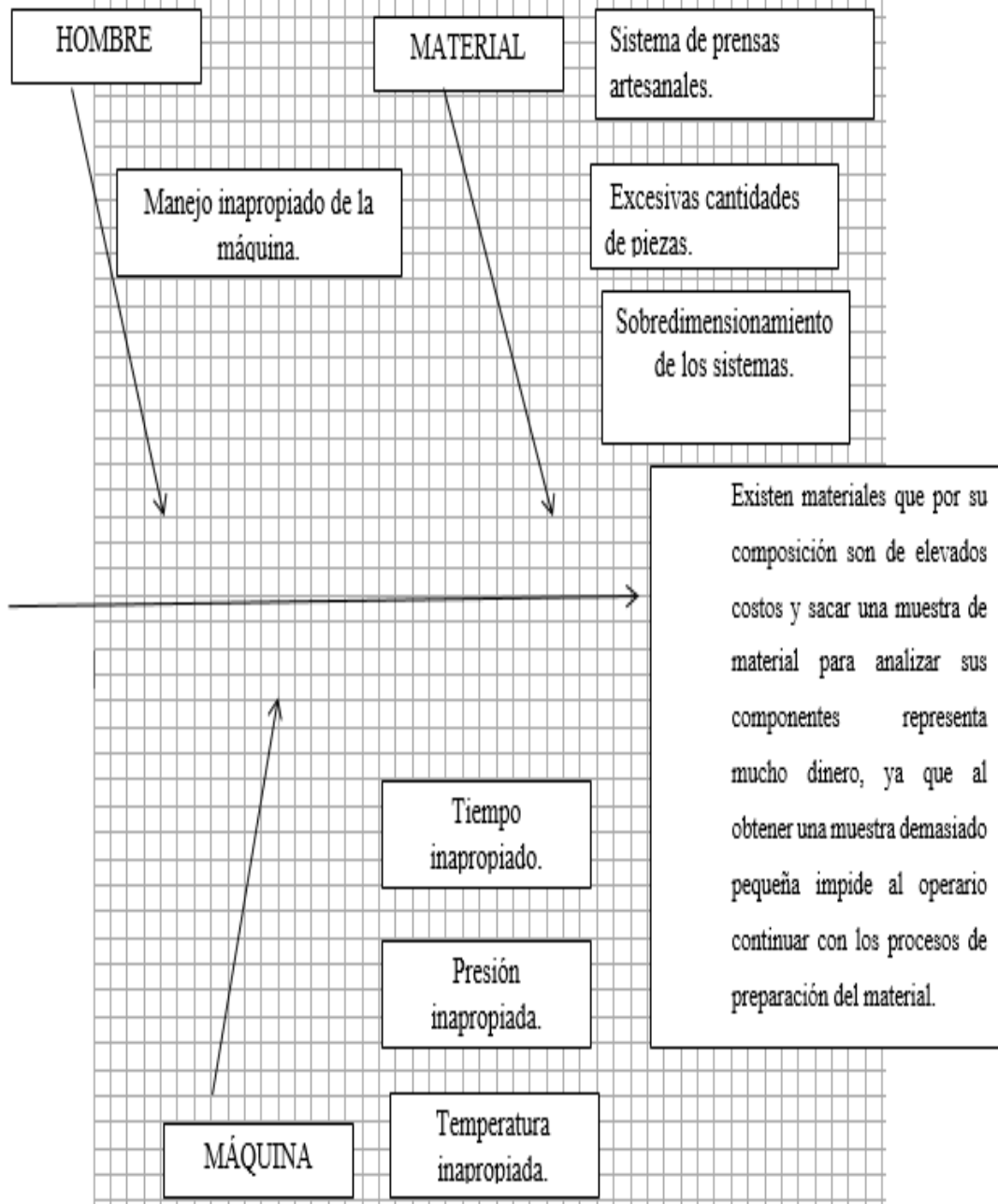
Telf.: 0988556656

ANEXOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ANEXOS I

TÍTULO: MATRIZ-CAUSA Y EFECTO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ANEXOS I

TÍTULO: ANEXO DE METODOLOGÍA CUALITATIVA.

Es un método de investigación que se genera un enfoque interpretativo, que tiene como característica principal es el análisis de objetos o materiales, a partir de experiencias, conocimientos y contexto que muchas veces no se toman en consideración. Con lo que se puede tener una mayor facilidad al momento de seleccionar objetos, equipos, herramientas, materiales.

Para una mayor facilidad se plantea el uso de tablas, que permite mediante una valoración numérica y parámetros de comportamiento de torno al momento de interpretar la mejor decisión aplicable al proyecto.

En la primera fila se plantea cada una de las opciones que se desea analizar, estas pueden ser objetó, equipo, material u otros.

En la primera columna se enlista los indicadores de comportamiento que condicionan al objeto, para su valoración.

El número de opciones y parámetros, se establece según el criterio de los

	Opción A	Opción B
Indicador 1		
Indicador 2		
Total		

Para la valoración se establece un rango de 0 – 5 que condicionan la aplicabilidad del objeto en el proyecto. Como se observa a continuación los valores.

Clasificación	condición	Puntaje
Muy baja	No es aplicable al proyecto	0
Baja	Posee grandes falencias, y solo cosas especiales.	2,5
Media	Posee anomalías, pero es aplicable	4
Alta	Aplica al proyecto	5

La tabla planteada, establecida por la metodología cualitativa es aplicable a diferentes

**SISTEMA
DE
CONTROL
DE
MOTOR
PASÓ A PASÓ**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA.

ANEXOS II

TÍTULO: DATASHEET HX711



HX711

24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales

DESCRIPTION

Based on AVIA Semiconductor's patented technology, HX711 is a precision 24-bit analog-to-digital converter (ADC) designed for weigh scales and industrial control applications to interface directly with a bridge sensor.

The input multiplexer selects either Channel A or B differential input to the low-noise programmable gain amplifier (PGA). Channel A can be programmed with a gain of 128 or 64, corresponding to a full-scale differential input voltage of $\pm 20\text{mV}$ or $\pm 40\text{mV}$ respectively, when a 5V supply is connected to AVDD analog power supply pin. Channel B has a fixed gain of 32. On-chip power supply regulator eliminates the need for an external supply regulator to provide analog power for the ADC and the sensor. Clock input is flexible. It can be from an external clock source, a crystal, or the on-chip oscillator that does not require any external component. On-chip power-on-reset circuitry simplifies digital interface initialization.

There is no programming needed for the internal registers. All controls to the HX711 are through the pins.

FEATURES

- Two selectable differential input channels
- On-chip active low noise PGA with selectable gain of 32, 64 and 128
- On-chip power supply regulator for load-cell and ADC analog power supply
- On-chip oscillator requiring no external component with optional external crystal
- On-chip power-on-reset
- Simple digital control and serial interface: pin-driven controls, no programming needed
- Selectable 10SPS or 80SPS output data rate
- Simultaneous 50 and 60Hz supply rejection
- Current consumption including on-chip analog power supply regulator:
 - normal operation $< 1.5\text{mA}$, power down $< 1\mu\text{A}$
- Operation supply voltage range: 2.6 - 5.5V
- Operation temperature range: $-40 \sim +85^\circ\text{C}$
- 16 pin SOP-16 package

APPLICATIONS

- Weigh Scales
- Industrial Process Control

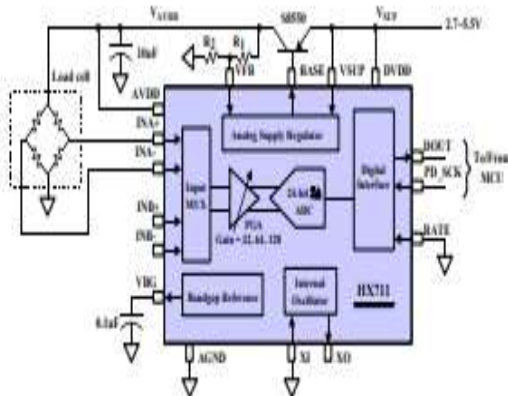
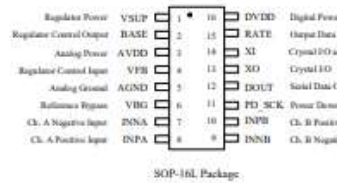


Fig. 1 Typical weigh scale application block diagram



Pin Description



Pin #	Name	Function	Description
1	VSUP	Power	Regulator supply: 2.7 ~ 5.5V
2	BASE	Analog Output	Regulator control output (< NC when not used)
3	AVDD	Power	Analog supply: 2.6 ~ 5.5V
4	VFB	Analog Input	Regulator control input (connect to AGND)
5	AGND	Ground	Analog Ground
6	VBG	Analog Output	Reference bypass output
7	INA-	Analog Input	Channel A negative input
8	INA+	Analog Input	Channel A positive input
9	INB-	Analog Input	Channel B negative input
10	INB+	Analog Input	Channel B positive input
11	PD_SCK	Digital Input	Power down control (high active) and serial
12	DOUT	Digital Output	Serial data output
13	XO	Digital I/O	Crystal I/O (NC when not used)
14	XI	Digital Input	Crystal I/O or external clock input, 0: use
15	RATE	Digital Input	Output data rate control, 0: 10Hz, 1: 80Hz
16	DVDD	Power	Digital supply: 2.6 ~ 5.5V

Table 1 Pin Description



KEY ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Parameter	Notes	MIN	TYP
Full scale differential input range	$(V_{in+} - V_{in-})$		$\pm 0.5 \text{AVDD}$
Common mode input		$\text{AGND} \pm 1.2$	
Output data rate	Internal Oscillator, RATE = 0		10
	Internal Oscillator, RATE = DVDD		80
	Crystal or external clock, RATE = 0		$f_{cl}/1,105$
Output data coding	Crystal or external clock, RATE = DVDD		$f_{cl}/138.2$
	2's complement		800000
Output settling time ⁽¹⁾	RATE = 0		400
	RATE = DVDD		50
Input offset drift	Gain = 128		0.2
	Gain = 64		0.4
Input noise	Gain = 128, RATE = 0		50
	Gain = 128, RATE = DVDD		90
Temperature drift	Input offset (Gain = 128)		±5
	Gain (Gain = 128)		±5
Input common mode rejection	Gain = 128, RATE = 0		100
Power supply rejection	Gain = 128, RATE = 0		100
Reference bypass (V_{BG})			1.25
Crystal or external clock frequency		1	11,059
Power supply voltage	DVDD		2.6
	AVDD, VSUP		2.6
Analog supply current	I_{AVDD}		1.400

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA.

ANEXOS III

TÍTULO: DATASHEET ULN2003A

V

Product Folder
Order Now
Technical Documents
Tools & Software
Support & Community

ULN2002A, ULN2003A, ULN2003AI
ULQ2003A, ULN2004A, ULQ2004A
 SLRS027P – DECEMBER 1976 – REVISED AUGUST 2019

ULN200x, ULQ200x High-Voltage, High-Current Darlington Transistor Arrays

1 Features

- 500-mA-Rated Collector Current (Single Output)
- High-Voltage Outputs: 50 V
- Output Clamp Diodes
- Inputs Compatible With Various Types of Logic
- Relay-Driver Applications

2 Applications

- Relay Drivers
- Stepper and DC Brushed Motor Drivers
- Lamp Drivers
- Display Drivers (LED and Gas Discharge)
- Line Drivers
- Logic Buffers

3 Description

The ULx200xA devices are high-voltage, high-current Darlington transistor arrays. Each consists of seven NPN Darlington pairs that feature high-voltage outputs with common-cathode clamp diodes for switching inductive loads.

The collector-current rating of a single Darlington pair is 500 mA. The Darlington pairs can be paralleled for higher current capability. Applications include relay drivers, hammer drivers, lamp drivers, display drivers (LED and gas discharge), line drivers, and logic buffers. For 100-V (otherwise interchangeable) versions of the ULx2003A devices, see the SLRS023 data sheet for the SN75468 and SN75469 devices.

The ULN2002A device is designed specifically for use with 14-V to 25-V PMOS devices. Each input of this device has a Zener diode and resistor in series to control the input current to a safe limit. The ULx2003A devices have a 2.7-kΩ series base resistor for each Darlington pair for operation directly with TTL or 5-V CMOS devices.

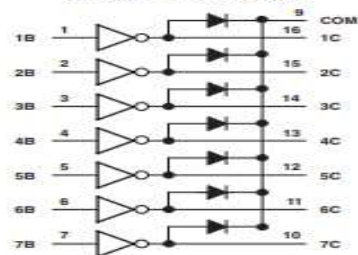
The ULx2004A devices have a 10.5-kΩ series base resistor to allow operation directly from CMOS devices that use supply voltages of 5 V to 15 V. The required input current of the ULx2004A device is below that of the ULx2003A devices, and the required voltage is less than that required by the ULN2002A device.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
ULx200xD	SOIC (16)	9.90 mm × 3.91 mm
ULx200xN	PDIP (16)	19.30 mm × 6.35 mm
ULN200xNS	SOP (16)	10.30 mm × 5.30 mm
ULN200xPW	TSSOP (16)	5.00 mm × 4.40 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

Simplified Block Diagram



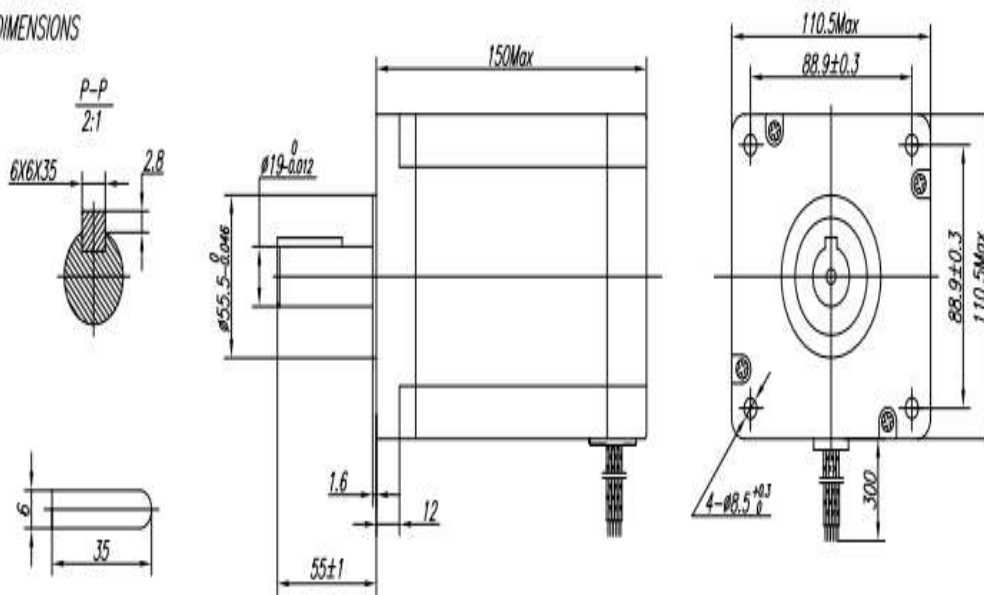
PARAMETER	TEST FIGURE	TEST CONDITIONS	ULN2003A			ULN2004A			UNF
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
$V_{(on)}$ ON-state input voltage	Figure 14	$V_{CE} = 2\text{ V}$	$I_C = 125\text{ mA}$					5	V
			$I_C = 200\text{ mA}$					6	
			$I_C = 250\text{ mA}$					7	
			$I_C = 275\text{ mA}$						
			$I_C = 300\text{ mA}$						
			$I_C = 350\text{ mA}$					8	
V_{OH} High-level output voltage after switching	Figure 18	$V_S = 50\text{ V}$, $I_O = 300\text{ mA}$	$V_S - 20$			$V_S - 20$			mV
$V_{CE(sat)}$ Collector-emitter saturation voltage	Figure 13	$I_I = 250\text{ }\mu\text{A}$, $I_C = 100\text{ mA}$ $I_I = 350\text{ }\mu\text{A}$, $I_C = 200\text{ mA}$ $I_I = 500\text{ }\mu\text{A}$, $I_C = 350\text{ mA}$		0.9	1.1		0.9	1.1	V
				1	1.3		1	1.3	
				1.2	1.6		1.2	1.6	
I_{CEX} Collector cutoff current	Figure 9	$V_{CE} = 50\text{ V}$, $I_I = 0$			50			50	μA
	Figure 10	$V_{CE} = 50\text{ V}$, $T_A = 70^\circ\text{C}$, $V_I = 8\text{ V}$			100			100	
V_F Clamp forward voltage	Figure 16	$I_F = 350\text{ mA}$		1.7	2		1.7	2	V
$I_{(om)}$ Off-state input current	Figure 11	$V_{CE} = 50\text{ V}$, $T_A = 70^\circ\text{C}$, $I_C = 500\text{ }\mu\text{A}$	50	65		50	65		μA
I_I Input current	Figure 12	$V_I = 3.85\text{ V}$ $V_I = 5\text{ V}$ $V_I = 12\text{ V}$		0.93	1.35				mA
							0.35	0.5	
							1	1.45	
I_R Clamp reverse current	Figure 15	$V_R = 50\text{ V}$ $V_R = 50\text{ V}$, $T_A = 70^\circ\text{C}$			50			50	μA
					100			100	
C_I Input capacitance		$V_I = 0$, $f = 1\text{ MHz}$		15	25		15	25	pF

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA.

ANEXOS IV

TÍTULO: Motor paso a paso 42H2150 150-60-4A

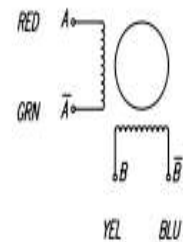
DIMENSIONS



SPECIFICATIONS unit=mm

PHASE	2	PHASE	COMMENT
STEP ANGLE	1.8±5%	°/STEP	
VOLTAGE	4.8	V	
CURRENT	6.0	A/PHASE	
RESISTANCE	0.8 ±10%	Ω/PHASE	
INDUCTANCE	14 ±20%	mH/PHASE	
HOLDING TOGQUE	21	N.m Min	
INSULATION CLASS	B		
LEAD STYLE	AWG16 UL1015		

COLORS OF LEAD WIRES BIPOLAR



		42H2150-60-4A		
				SYS MOTOR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA.

ANEXO. V

TÍTULO: Programación del motor paso a
naso.

```
#include "HX711.h"
#include <LiquidCrystal.h>

// initialize the library by associating any needed LCD interface pin
// with the arduino pin number it is connected to
const int rs = 13, en = 12, d4 = 11, d5 = 10, d6 = 9, d7 = 8;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

const int DOUT=A1;
const int CLK=A0;
//-----MOTOR
int opcion;
float posicion=0;
String posicion2;
int tiempo = 100;

int m1 = 7;
int m2 = 6;
int m3 = 5;
int m4 = 4;

HX711 balanza;

void setup() {
  //-----MOTOR
  pinMode(m1,OUTPUT);
  pinMode(m2,OUTPUT);
  pinMode(m3,OUTPUT);
  pinMode(m4,OUTPUT);

  pinMode(3,INPUT);

  pinMode(2,INPUT);

  Serial.begin(9600);
  //-----
  lcd.begin(16, 2);
  // Write a message to the LCD
  lcd.print(" PRESION");

  Serial.begin(9600);
  balanza.begin(DOUT, CLK);
  Serial.println("Lectura del valor del ADC: ");
  Serial.println(balanza.read());
  Serial.println("No ponga ningún objeto sobre la balanza");
  Serial.println("Destarando...");
  Serial.println("...");
  balanza.set_scale(439430.25); // Establecemos la escala
  balanza tare(); //El peso actual es considerado Tare.

  Serial.println("Listo para pesar");
}

void loop() {
  Serial.println("Peso: ");
  Serial.println(balanza.get_units(20)*9.80665/1000,3);
  Serial.println(" kg");
  //delay(500);
  lcd.setCursor(3, 1);
  lcd.print(balanza.get_units(20)*9.80665/1000,3);
  lcd.setCursor(9, 1);
  lcd.print("Pa");
}
```

```
//-----MOTOR
if(digitalRead(3) == HIGH){

  digitalWrite(m1, HIGH); // PASO 1
  digitalWrite(m2, LOW);
  digitalWrite(m3, LOW);
  digitalWrite(m4, LOW);
  delay (tiempo);

  digitalWrite(m1, LOW); // PASO 2
  digitalWrite(m2, HIGH);
  digitalWrite(m3, LOW);
  digitalWrite(m4, LOW);
  delay (tiempo);

  digitalWrite(m1, LOW); // PASO 3
  digitalWrite(m2, LOW);
  digitalWrite(m3, HIGH);
  digitalWrite(m4, LOW);
  delay (tiempo);

  digitalWrite(m1, LOW); // PASO 4
  digitalWrite(m2, LOW);
  digitalWrite(m3, LOW);
  digitalWrite(m4, HIGH);
  delay (tiempo);
}

//-----
if(digitalRead(2) == HIGH)
{
  digitalWrite(m1, LOW); // PASO 1

  digitalWrite(m2, LOW);
  digitalWrite(m3, HIGH);
  digitalWrite(m4, LOW);
  delay (tiempo);

  digitalWrite(m1, LOW); // PASO 2
  digitalWrite(m2, HIGH);
  digitalWrite(m3, LOW);
  digitalWrite(m4, LOW);
  delay (tiempo);

  digitalWrite(m1, HIGH); // PASO 3
  digitalWrite(m2, LOW);
  digitalWrite(m3, LOW);
  digitalWrite(m4, LOW);
  delay (tiempo);

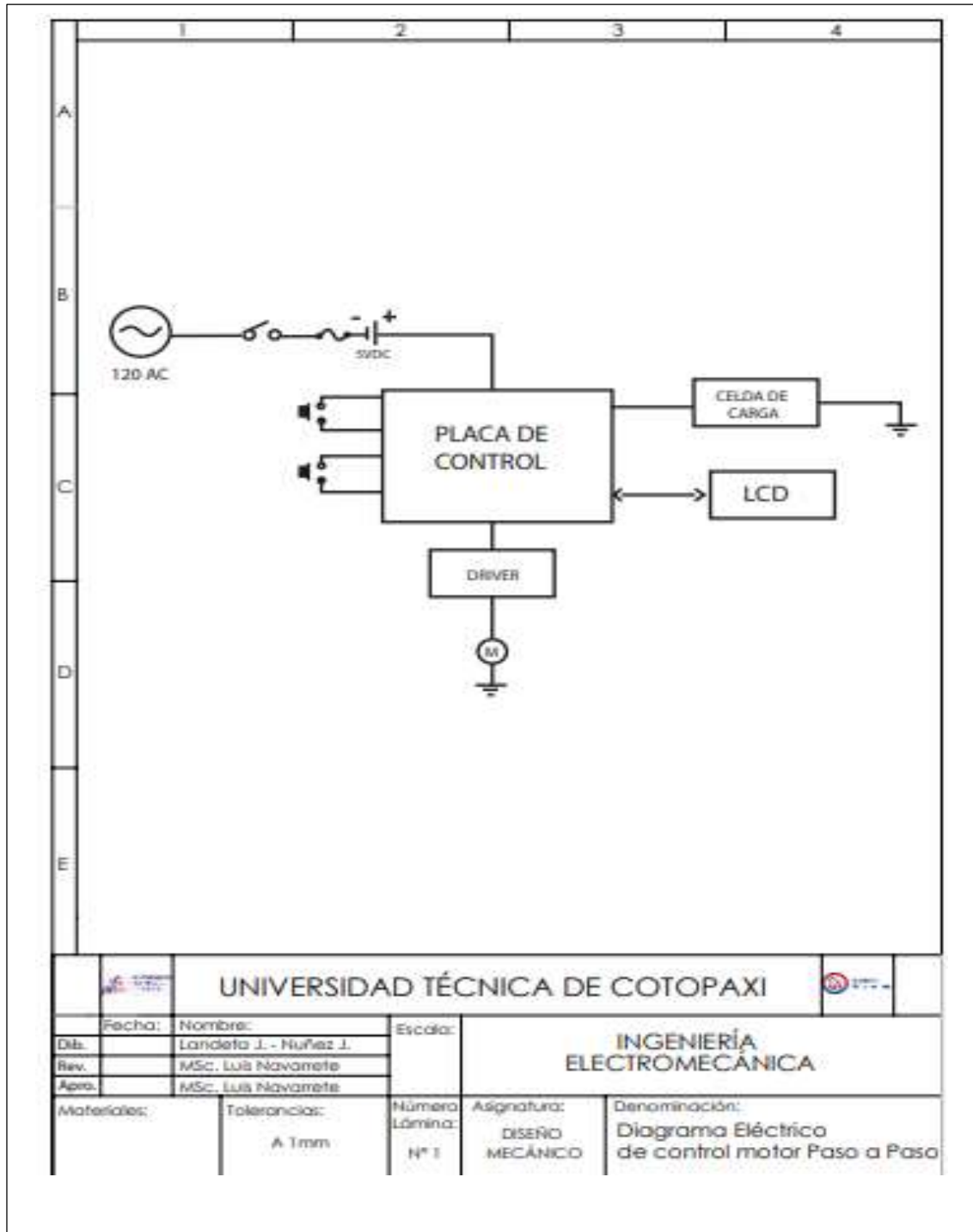
  digitalWrite(m1, LOW); // PASO 4
  digitalWrite(m2, LOW);
  digitalWrite(m3, LOW);
  digitalWrite(m4, HIGH);
  delay (tiempo);
}

//-----
}
```

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ANEXO. VI

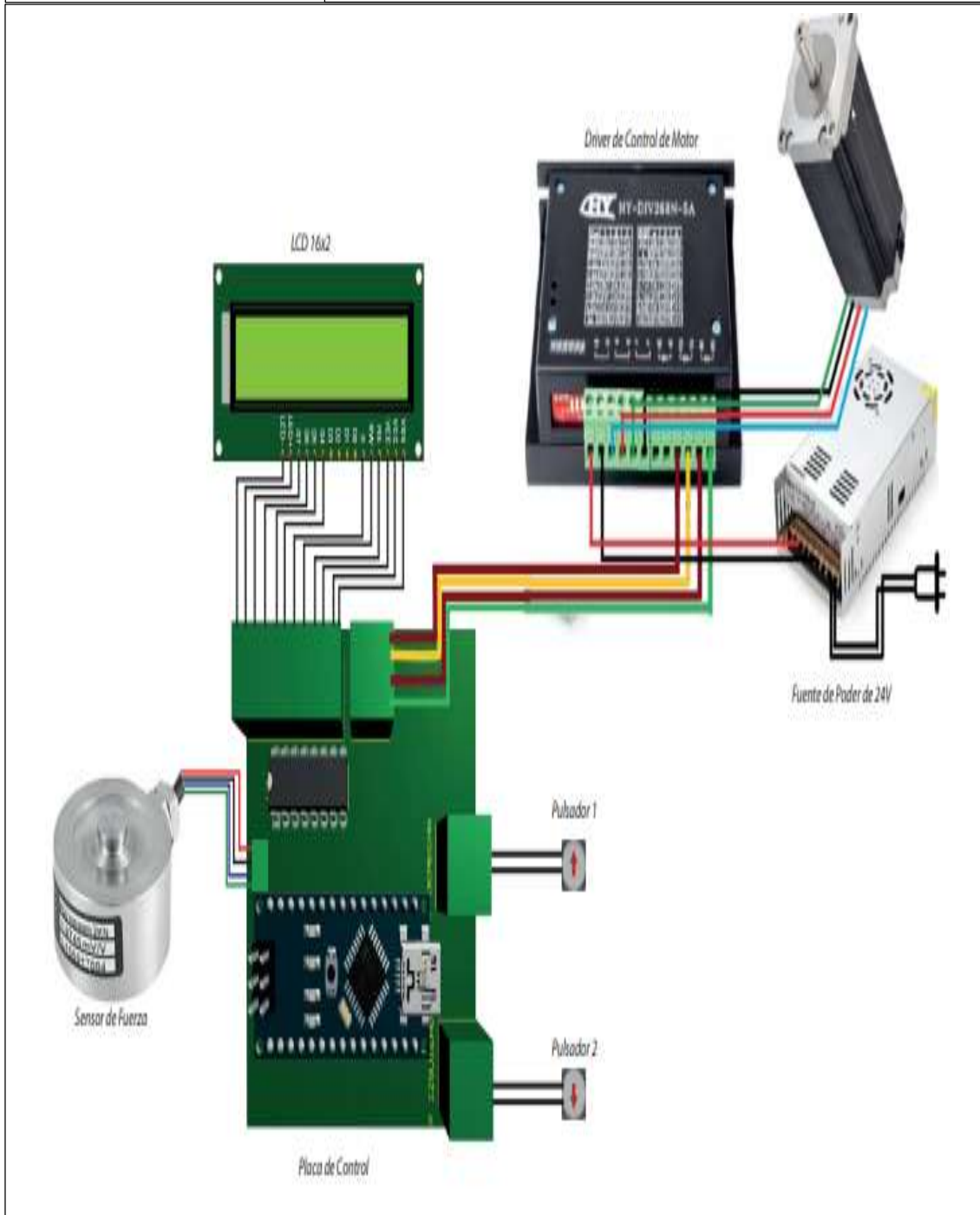
TÍTULO: DIAGRAMA DE CONTROL DE MOTOR.



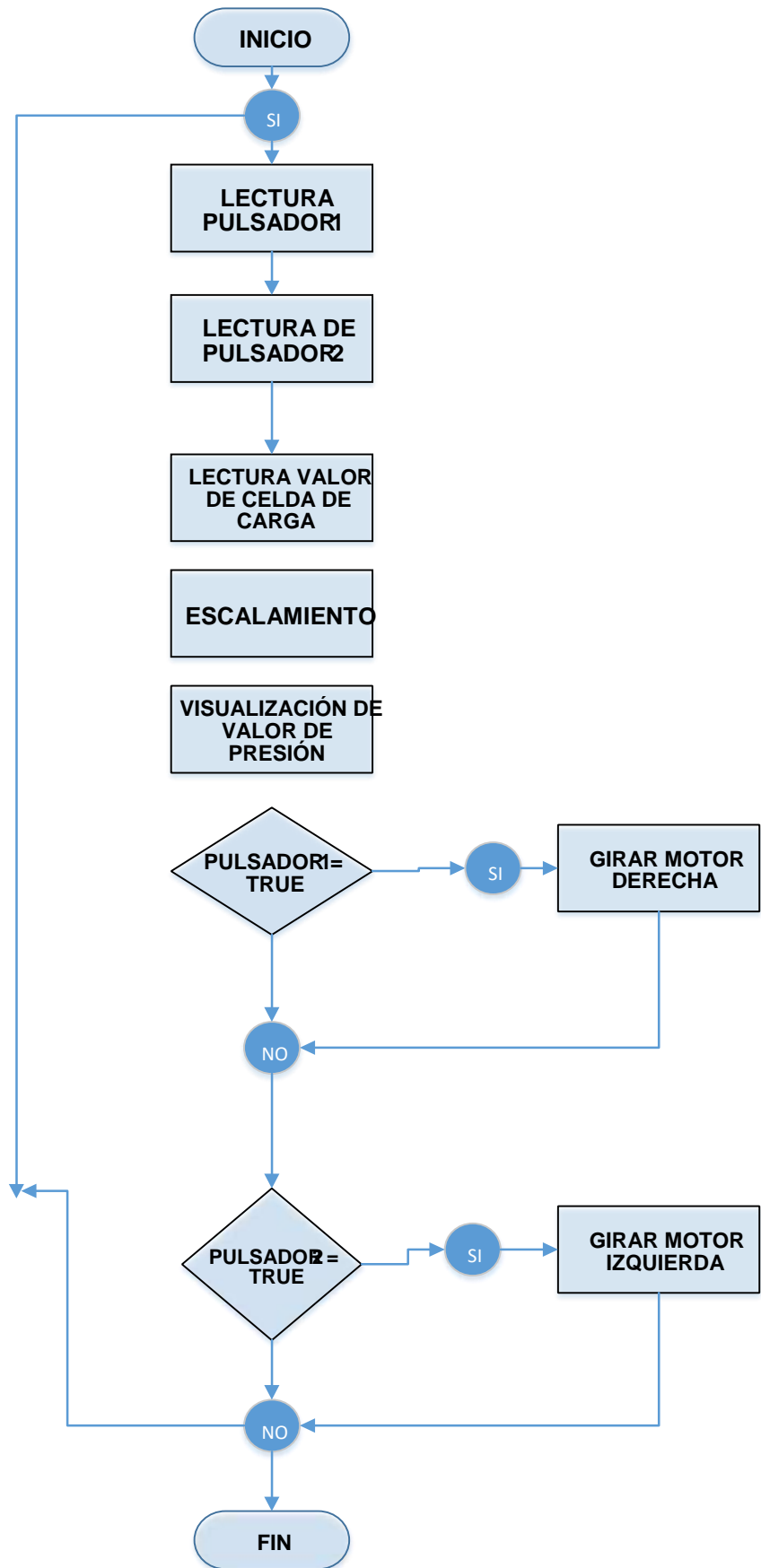
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ANEXO.VII

TÍTULO: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE MOTOR.



**DIAGRAMA
DE
FLUJO
CONTROL
DE
MOTOR**



**SISTEMA
DE
CONTROL
DE
TEMPERATURA**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ANEXOS.VIII

TÍTULO: TYN812



TN1215, TS1220
TYN612, TYN812, TYN1012

Sensitive and standard 12 A SCRs

Features

- On-state rms current, $I_{T(RMS)}$ 12 A
- Repetitive peak off-state voltage, V_{DRM}/V_{RRM} 600 to 1000 V
- Triggering gate current, I_{GT} 0.2 to 15 mA

Description

Available either in sensitive (TS1220) or standard (TN1215 / TYNx12) gate triggering levels, the 12 A SCR series is suitable to fit all modes of control, found in applications such as overvoltage crowbar protection, motor control circuits in power tools and kitchen aids, inrush current limiting circuits, capacitive discharge ignition and voltage regulation circuits.

Available in through-hole or surface-mount packages, they provide an optimized performance in a limited space area.

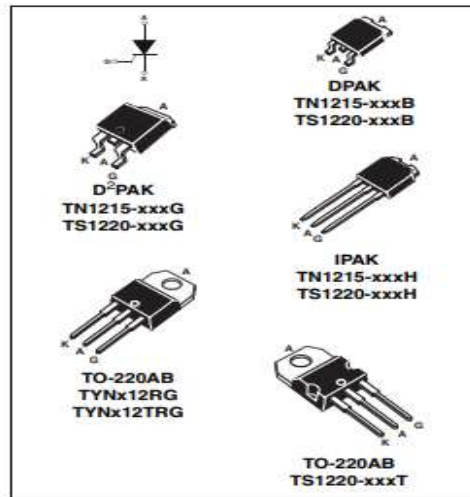



Table 2. Absolute ratings (limiting values)

Symbol	Parameter		Value		Unit
			TN1215-G TYNx12	TN1215-B/-H TS1220-B/-HT	
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (180 °Conduction angle)		$T_c = 105\text{ °C}$		A
$I_{T(AV)}$	Average on-state current (180 °Conduction angle)		$T_c = 105\text{ °C}$		A
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current	$t_p = 8.3\text{ ms}$	145	115	A
		$t_p = 10\text{ ms}$	140	110	
$\hat{I}t$	$\hat{I}t$ Value for fusing	$t_p = 10\text{ ms}$	98	60	A ² s
dI/dt	Critical rate of rise of on-state current $I_G = 2 \times I_{GT}$, $t_r \leq 100\text{ ns}$	F = 60 Hz	$T_j = 125\text{ °C}$		A/ μ s
I_{GM}	Peak gate current	$t_p = 20\text{ }\mu$ s	$T_j = 125\text{ °C}$		A
$P_{G(AV)}$	Average gate power dissipation	$T_j = 125\text{ °C}$		1	W
T_{stg} T_j	Storage junction temperature range Operating junction temperature range			- 40 to + 150 - 40 to + 125	°C
V_{RGM}	Maximum peak reverse gate voltage (for TN1215 and TYNx12 only)			5	V

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA.

ANEXO.IX

TÍTULO: AMPLIFIER AD620



Low Cost, Low Power Instrumentation Amplifier

AD620

FEATURES
EASY TO USE
 Gain Set with One External Resistor (Gain Range 1 to 1000)
 Wide Power Supply Range (± 2.3 V to ± 18 V)
 Higher Performance than Three Op Amp IA Designs Available in 8-Lead DIP and SOIC Packaging
 Low Power, 1.3 mA max Supply Current

EXCELLENT DC PERFORMANCE ("B GRADE")
 50 μ V max. Input Offset Voltage
 0.6 μ V/°C max. Input Offset Drift
 1.0 nA max. Input Bias Current
 100 dB min Common-Mode Rejection Ratio (G = 10)

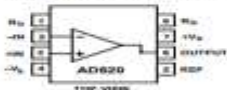
LOW NOISE
 9 nV/√Hz, @ 1 kHz, Input Voltage Noise
 0.28 μ V p-p Noise (0.1 Hz to 10 Hz)

EXCELLENT AC SPECIFICATIONS
 120 kHz Bandwidth (G = 100)
 15 μ s Settling Time to 0.01%

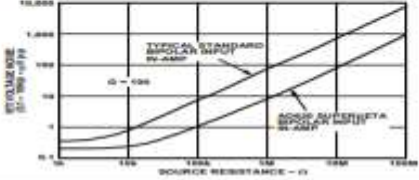
APPLICATIONS
 Weigh Scales
 ECG and Medical Instrumentation
 Transducer Interface
 Data Acquisition Systems
 Industrial Process Controls
 Battery Powered and Portable Equipment

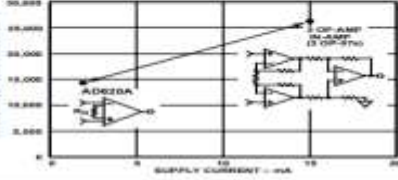
PRODUCT DESCRIPTION
 The AD620 is a low cost, high accuracy instrumentation amplifier that requires only one external resistor to set gains of 1 to 1000. Furthermore, the AD620 features 8-lead SOIC and DIP packaging that is smaller than discrete designs, and offers lower power (only 1.3 mA max supply current), making it a good fit for battery powered, portable (or remote) applications. The AD620, with its high accuracy of 40 ppm maximum nonlinearity, low offset voltage of 50 μ V max and offset drift of 0.6 μ V/°C max, is ideal for use in precision data acquisition systems, such as weigh scales and transducer interfaces. Furthermore, the low noise, low input bias current, and low power of the AD620 make it well suited for medical applications such as ECG and noninvasive blood pressure monitors. The low input bias current of 1.0 nA max is made possible by the use of Superbeta processing in the input stage. The AD620 works well as a preamplifier due to its low input voltage noise of 9 nV/√Hz at 1 kHz, 0.28 μ V p-p in the 0.1 Hz to 10 Hz band, 0.1 pA/√Hz input current noise. Also, the AD620 is well suited for multiplexed applications with its settling time of 15 μ s to 0.01% and its cost is low enough to enable designs with one amp per channel.

CONNECTION DIAGRAM
 8-Lead Plastic Mini-DIP (N), Cerdip (Q) and SOIC (R) Packages



TOP VIEW





AD620—SPECIFICATIONS (Typical @ +25°C, $V_s = \pm 15$ V, and $R_t = 2$ k Ω , unless otherwise noted)

Model	Conditions	AD620A		AD620B		AD620S ¹		Units
		Min	Typ Max	Min	Typ Max	Min	Typ Max	
GAIN	$G = 1 + (49.4 k\Omega/R_t)$	1	10,000	1	10,000	1	10,000	
GAIN ERROR	$V_{IN} = \pm 10$ V							%
G = 1		0.03	0.10	0.01	0.02	0.03	0.10	%
G = 10		0.15	0.30	0.10	0.15	0.15	0.30	%
G = 100		0.15	0.30	0.10	0.15	0.15	0.30	%
G = 1000		0.40	0.70	0.35	0.50	0.40	0.70	%
Nonlinearity	$V_{IN} = -10$ V to $+10$ V, $R_t = 10$ k Ω , $R_t = 2$ k Ω	10	40	10	40	10	40	ppm
G = 1-1000		10	95	10	95	10	95	ppm
Gain vs. Temperature	G = 1 Gain $> 1^2$	10	-50	10	-50	10	-50	ppm/°C ppm/°C
INPUT OFFSET	(Total with $V_{IN} = V_{CM} = V_{CM}(\text{REF})$)							μ V
Input Offset, V_{IO}	$V_s = \pm 5$ V to ± 15 V	-30	125	15	50	-30	125	μ V
Over Temperature	$V_s = \pm 5$ V to ± 15 V	0.3	1.0	0.1	0.6	0.3	1.0	μ V/°C
Average TC	$V_s = \pm 5$ V to ± 15 V							μ V/°C
Output Offset, V_{OS}	$V_s = \pm 5$ V	400	1000	200	500	400	1000	μ V
Over Temperature	$V_s = \pm 5$ V							μ V
Average TC	$V_s = \pm 5$ V to ± 15 V	5.0	2000	2.5	1000	5.0	2000	μ V/°C
Offset Referred to the Input vs. Supply (PSR)	$V_s = \pm 2.3$ V to ± 18 V							μ V/°C
G = 1		80	100	80	100	80	100	dB
G = 10		95	120	100	120	95	120	dB
G = 100		110	140	120	140	110	140	dB
G = 1000		110	140	120	140	110	140	dB
INPUT CURRENT								nA
Input Bias Current		0.5	2.0	0.5	1.0	0.5	2	nA
Over Temperature								nA
Average TC		3.0	2.5	3.0	1.5	3.0	4	μ A/°C
Input Offset Current		0.3	1.0	0.3	0.5	0.3	1.0	nA
Over Temperature								nA
Average TC		1.5	1.5	1.5	0.75	1.5	2.0	μ A/°C
INPUT IMPEDANCE								G Ω /pF G Ω /pF
Differential		10 ¹²		10 ¹²		10 ¹²		
Common-Mode		10 ¹²		10 ¹²		10 ¹²		
Input Voltage Range ²	$V_s = \pm 2.3$ V to ± 5 V	- $V_s + 1.9$	+ $V_s - 1.2$	- $V_s + 1.9$	+ $V_s - 1.2$	- $V_s + 1.9$	+ $V_s - 1.2$	V
Over Temperature	$V_s = \pm 2.3$ V to ± 5 V	- $V_s + 2.1$	+ $V_s - 1.3$	- $V_s + 2.1$	+ $V_s - 1.3$	- $V_s + 2.1$	+ $V_s - 1.3$	V
Over Temperature	$V_s = \pm 5$ V to ± 18 V	- $V_s + 1.9$	+ $V_s - 1.4$	- $V_s + 1.9$	+ $V_s - 1.4$	- $V_s + 1.9$	+ $V_s - 1.4$	V
Common-Mode Rejection Ratio DC to 60 Hz with 3 nV Common-Mode Rejection	$V_s = \pm 5$ V to ± 18 V							V

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ANEXO.X

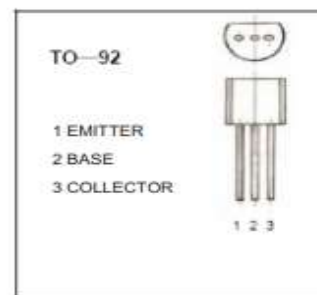
**TÍTULO: NPN TRANSISTORS
 2N3904**

DIP Type Transistors

**NPN Transistors
 2N3904**

■ **Features**

- NPN silicon epitaxial planar transistor for switching and Amplifier applications



■ **Absolute Maximum Ratings Ta = 25°C**

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Collector - Base Voltage	V _{CB0}	60	V
Collector - Emitter Voltage	V _{CE0}	40	V
Emitter - Base Voltage	V _{EB0}	6	V
Collector Current - Continuous	I _C	0.2	A
Collector Power Dissipation	P _C	0.625	W
Junction Temperature	T _J	150	°C
Storage Temperature	T _{stg}	-55 to 150	°C

■ **Electrical Characteristics Ta = 25°C**

Parameter	Symbol	Testconditions	Min	Typ	Max	Unit
Collecto- base breakdown voltage	V _{CB0}	I _C = 100 μA, I _E =0	60			V
Collector- emitter breakdown voltage	V _{CE0}	I _C = 1 mA, I _B =0	40			V
Emitter - base breakdown voltage	V _{EB0}	I _E = 10 μ A, I _C =0	6			V
Collector cut-off current	I _{CB0}	V _{CB} = 60 V, I _E =0			0.1	μ A
Collector cut-off current	I _{CE0}	V _{CE} = 40 V, I _B =0			0.1	μ A
Emitter cut-off current	I _{EB0}	V _{EB} = 5V, I _C =0			0.1	μ A
DC current gain	h _{FE}	V _{CE} = 1V, I _C = 10mA	100		300	
		V _{CE} = 1V, I _C = 50mA	60			
		V _{CE} = 1V, I _C = 100mA	30			
Collector-emitter saturation voltage	V _{CE(sat)}	I _C =50 mA, I _B = 5mA			0.3	V
Base - emitter saturation voltage	V _{BE(sat)}	I _C = 50 mA, I _B = 5mA			0.95	V
Delay time	t _d	V _{CC} =3.0V, V _{BE} =-0.5V			35	ns
Rise time	t _r	I _C =10mA, I _{B1} =-I _{B2} =1.0mA			35	ns
Storage time	t _s	V _{CC} =3.0V, I _C =10mA			200	ns
Fall time	t _f	I _{B1} =-I _{B2} =1.0mA			50	ns
Transition frequency	f _T	V _{CE} = 20V, I _C = 10mA, f=100MHz	300			MHz

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA.

ANEXO.XI

TÍTULO: POWER OVER LAN INTEGRATED RJ45

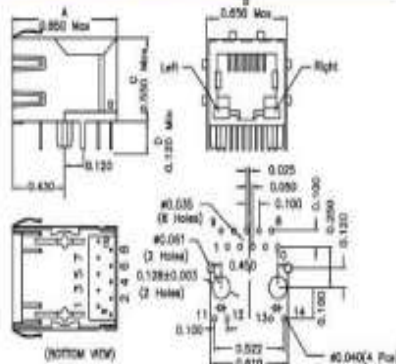
XFMRS

POWER OVER LAN INTEGRATED RJ45

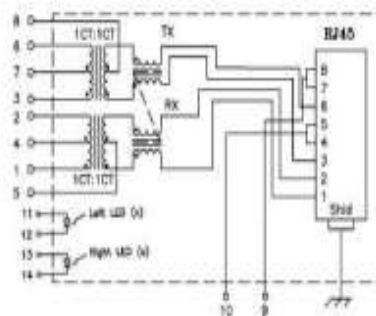
XFMRS Group, worldwide industry leader in integrated connector (COMBO) technology, is proud to introduce its' new POL (Power Over LAN) connector with integrated magnetics. Designed to meet the IEEE 802.3af standard, the XFVOIP5E-CLxu1-4MS allows for the transmission of DC power and data along standard Cat-5 network cables. The 802.3af standard provides for approximately 13W of power to be readily available at any network socket. This is your ideal system for use in applications where portability of a power requiring network device is used.



Mechanical Dimensions:



Schematics:



Electrical Specifications: @25°C

Isolation Voltage:	1500 Vrms (Input to Output)			
Isolation Voltage:	500 Vrms (P1+2+3 to P5+6+7)			
Turns Ratio:	TX 1CT:1CT ±3% RX 1CT:1CT ±3%			
Insertion Loss:	1.2dB Max @1-100 MHz			
Return Loss:	1-3MHz	40MHz	50MHz	60-80MHz
	16dB	14dB	13dB	12dB (Min)
Differential to Common Mode Rejection:				
	30MHz	60MHz	100MHz	
	50dB	43dB	35dB (Min)	
Cross Talk:	30MHz	60MHz	100MHz	
	43dB	37dB	33dB (Min)	
DC Current:	350mA			

Notes:

1. Solderability: Leads shall meet MIL-STD-202, Method 203D for solderability.
2. Flammability: UL94V-0
3. ASTM oxygen index: >28%
4. Insulation System: Class F 150°C, UL file E161596
5. Operating Temperature Range: All listed parameters are to be within tolerance from -40°C to +85°C
6. Storage Temperature Range: -55°C to +125°C
7. Aqueous wash compatible

Complete the Combo PIN as follows:

Replace 'Y' & 'V' in the part number with one of the five LED color letters:

Y=Left LED Color	Y=Yellow
V=Right LED Color	G=Green
	A=Amber
	R=Red
	YG=Yellow/Green Bicolor

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA.

ANEXO.XII

TÍTULO: 4N25D

MOTOROLA SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

6-Pin DIP Optoisolators Transistor Output

The 4N25, 4N25A, 4N26 and 4N28 devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a transistor output photoreceiver element.

- Most Environmental Optoisolator Choices for Machine Speed, Switching Applications
- Meets or Exceeds JEDEC Functional Specifications
- To order devices that are tested and marked per MIL-STD requirements, the suffix "M" must be included at end of part number. VOM 0004 is a test option.

Applications

- General Purpose Switching Circuits
- Interfacing and coupling systems of different substrate and impedances
- I/O Interfacing
- Solid State Relays

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit		
INPUT LED					
Forward Current (Continuous)	I _F	20	mA		
LED Pulse Duration (at I _F = 20 mA)	t _p	100	μs		
LED Pulse Repetition Rate (at I _F = 20 mA)	f _r	1000	Hz		
Reverse Voltage (DC)	V _R	5	V		
Reverse Current (DC)	I _R	100	μA		
Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)	C _J	18	pF		
OUTPUT TRANSISTOR					
Collector-Emitter Dark Current (V _{CE} = 10 V, I _F = 20 mA)	I _{CEO}	1	50		
Collector-Base Dark Current (V _{CB} = 10 V)	I _{CBO}	0.2	—		
Collector-Emitter Breakdown Voltage (I _C = 1 mA)	V _{(BR)CEO}	30	45		
Collector-Base Breakdown Voltage (I _C = 100 μA)	V _{(BR)CBO}	70	100		
Emitter-Collector Breakdown Voltage (I _E = 100 μA)	V _{(BR)ECO}	7	7.8		
DC Current Gain (I _C = 2 mA, V _{CE} = 5 V)	β _{FE}	500	—		
Collector-Emitter Capacitance (f = 1 MHz, V _{CE} = 0)	C _{CE}	7	—		
Collector-Base Capacitance (f = 1 MHz, V _{CB} = 0)	C _{CB}	19	—		
Emitter-Base Capacitance (f = 1 MHz, V _{EB} = 0)	C _{EB}	9	—		
COUPLED					
Output Collector Current (I _F = 10 mA, V _{CE} = 10 V)	I _C (CTR) ⁽²⁾	2 (20) 1 (10)	7 (70) 5 (50)	—	mA (%)
Collector-Emitter Saturation Voltage (I _C = 2 mA, I _F = 50 mA)	V _{CE(sat)}	—	0.15	0.5	Volts
Turn-On Time (I _F = 10 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100 Ω) ⁽³⁾	t _{on}	—	2.8	—	μs
Turn-Off Time (I _F = 10 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100 Ω) ⁽³⁾	t _{off}	—	4.5	—	μs
Rise Time (I _F = 10 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100 Ω) ⁽³⁾	t _r	—	1.2	—	μs
Fall Time (I _F = 10 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100 Ω) ⁽³⁾	t _f	—	1.3	—	μs
Isolation Voltage (f = 60 Hz, t = 1 sec) ⁽⁴⁾	V _{ISO}	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Resistance (V = 500 V) ⁽⁴⁾	R _{ISO}	10 ¹¹	—	—	Ω
Isolation Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz) ⁽⁴⁾	C _{ISO}	—	0.2	—	pF

1. Always design to the specified minimum/maximum electrical limits (where applicable).
 2. Current Transfer Ratio (CTR) = I_C/I_F x 100%.
 3. For test circuit setup and waveforms, refer to Figure 11.
 4. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

4N25 4N25A 4N26 4N27 4N28

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)⁽¹⁾

Characteristic	Symbol	Min	Typ ⁽¹⁾	Max	Unit
INPUT LED					
Forward Voltage (I _F = 10 mA)	V _F	—	1.15	1.5	Volts
			1.3	—	
			1.05	—	
Reverse Leakage Current (V _R = 3 V)	I _R	—	—	100	μA
Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)	C _J	—	18	—	pF
OUTPUT TRANSISTOR					
Collector-Emitter Dark Current (V _{CE} = 10 V, T _A = 25°C)	I _{CEO}	—	1	50	nA
(V _{CE} = 10 V, T _A = 100°C)	I _{CEO}	—	1	100	nA
Collector-Base Dark Current (V _{CB} = 10 V)	I _{CBO}	—	0.2	—	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage (I _C = 1 mA)	V _{(BR)CEO}	30	45	—	Volts
Collector-Base Breakdown Voltage (I _C = 100 μA)	V _{(BR)CBO}	70	100	—	Volts
Emitter-Collector Breakdown Voltage (I _E = 100 μA)	V _{(BR)ECO}	7	7.8	—	Volts
DC Current Gain (I _C = 2 mA, V _{CE} = 5 V)	β _{FE}	—	500	—	—
Collector-Emitter Capacitance (f = 1 MHz, V _{CE} = 0)	C _{CE}	—	7	—	pF
Collector-Base Capacitance (f = 1 MHz, V _{CB} = 0)	C _{CB}	—	19	—	pF
Emitter-Base Capacitance (f = 1 MHz, V _{EB} = 0)	C _{EB}	—	9	—	pF
COUPLED					
Output Collector Current (I _F = 10 mA, V _{CE} = 10 V)	I _C (CTR) ⁽²⁾	2 (20) 1 (10)	7 (70) 5 (50)	—	mA (%)
Collector-Emitter Saturation Voltage (I _C = 2 mA, I _F = 50 mA)	V _{CE(sat)}	—	0.15	0.5	Volts
Turn-On Time (I _F = 10 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100 Ω) ⁽³⁾	t _{on}	—	2.8	—	μs
Turn-Off Time (I _F = 10 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100 Ω) ⁽³⁾	t _{off}	—	4.5	—	μs
Rise Time (I _F = 10 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100 Ω) ⁽³⁾	t _r	—	1.2	—	μs
Fall Time (I _F = 10 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100 Ω) ⁽³⁾	t _f	—	1.3	—	μs
Isolation Voltage (f = 60 Hz, t = 1 sec) ⁽⁴⁾	V _{ISO}	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Resistance (V = 500 V) ⁽⁴⁾	R _{ISO}	10 ¹¹	—	—	Ω
Isolation Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz) ⁽⁴⁾	C _{ISO}	—	0.2	—	pF

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA.

ANEXO.XIII

TÍTULO: DATASHEET
 2N3904



Micro Commercial Components
 21201 Hasca Street Chatsworth
 CA, 91351
 Phone: (818) 701-4933
 Fax: (818) 701-4939

2N3904

Features

- Through Hole Package
- Capable of 600mWatts of Power Dissipation



NPN General Purpose Amplifier

Electrical Characteristics @ 25°C Unless Otherwise Specified

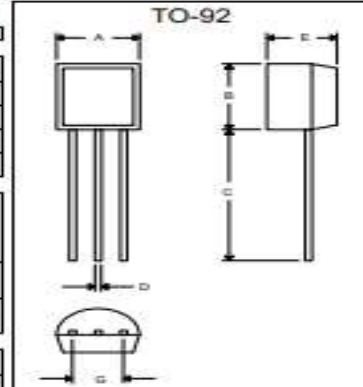
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
OFF CHARACTERISTICS				
$V_{(BR)CE}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage* ($I_C = -1.0mA, I_B = 0$)	40		Vdc
$V_{(BR)CB}$	Collector-Base Breakdown Voltage ($I_C = -1.0mA, I_E = 0$)	60		Vdc
$V_{(BR)EB}$	Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_E = -1.0mA, I_C = 0$)	6.0		Vdc
f_{β}	Base Cutoff Current ($V_{CE} = 20Vdc, V_{BE} = 3.0Vdc$)		50	mA
I_{CBO}	Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 20Vdc, V_{BE} = 3.0Vdc$)		50	nA

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
ON CHARACTERISTICS				
β_{DC}	DC Current Gain* ($I_C = 10mA, V_{CE} = 1.0Vdc$) ($I_C = 1.0mA, V_{CE} = 1.0Vdc$) ($I_C = 10mA, V_{CE} = 1.0Vdc$) ($I_C = 10mA, V_{CE} = 1.0Vdc$)	40	75	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10mA, I_B = 1.0mA$)		0.2	Vdc
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10mA, I_B = 1.0mA$)	0.65	0.85	Vdc

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
f_T	Current Gain-Bandwidth Product ($I_C = 10mA, V_{CE} = 20Vdc, f = 100MHz$)	300		MHz
C_{out}	Output Capacitance ($V_{CE} = 5.0Vdc, I_C = 0, f = 1.0MHz$)		4.0	pF
C_{in}	Input Capacitance ($V_{BE} = 5.0Vdc, I_C = 0, f = 1.0MHz$)		8.0	pF
NF	Noise Figure ($I_C = 10mA, V_{CE} = 5.0Vdc, R_n = 1.0k\Omega$) ($f = 100Hz$ to $15.75kHz$)		3.0	dB

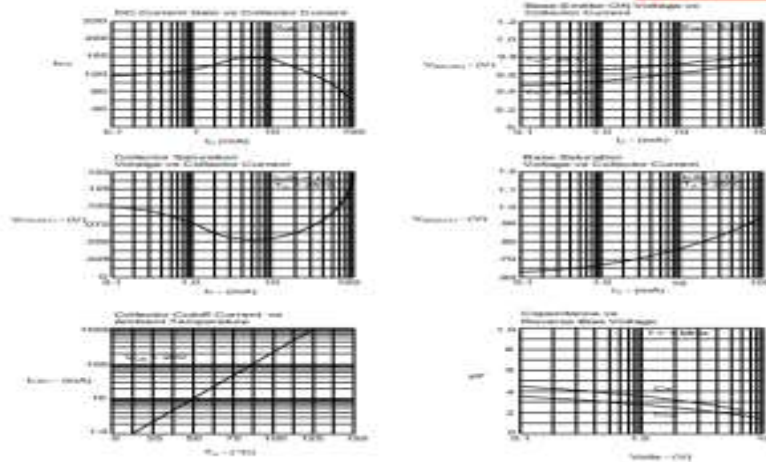
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
t_d	Delay Time ($V_{CE} = 3.0Vdc, V_{BE} = 5.0Vdc$)		35	ns
t_r	Rise Time ($I_C = 10mA, I_B = 1.0mA$)		35	ns
t_s	Storage Time ($V_{CE} = 3.0Vdc, I_C = 10mA$)		250	ns
t_{Fall}	Fall Time ($I_C = 10mA$)		50	ns

*Pulse Width: $\leq 300\mu s$, Duty Cycle: $\leq 2.0\%$



Symbol	Min	Max	Units
A	1.1	1.3	mm
B	0.8	1.0	mm
C	0.5	0.7	mm
D	0.2	0.3	mm
E	0.2	0.3	mm
F	0.2	0.3	mm
G	0.2	0.3	mm
H	0.2	0.3	mm
I	0.2	0.3	mm
J	0.2	0.3	mm
K	0.2	0.3	mm
L	0.2	0.3	mm
M	0.2	0.3	mm
N	0.2	0.3	mm
O	0.2	0.3	mm
P	0.2	0.3	mm
Q	0.2	0.3	mm
R	0.2	0.3	mm
S	0.2	0.3	mm
T	0.2	0.3	mm
U	0.2	0.3	mm
V	0.2	0.3	mm
W	0.2	0.3	mm
X	0.2	0.3	mm
Y	0.2	0.3	mm
Z	0.2	0.3	mm

2N3904



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ANEXO.XIV

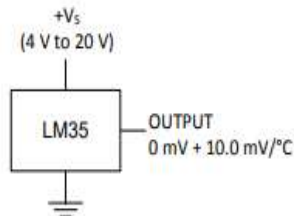
TÍTULO: LM 35

Device Information⁽¹⁾

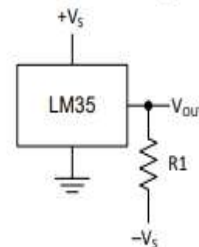
PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM35	TO-CAN (3)	4.699 mm × 4.699 mm
	TO-92 (3)	4.30 mm × 4.30 mm
	SOIC (8)	4.90 mm × 3.91 mm
	TO-220 (3)	14.986 mm × 10.16 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the datasheet.

**Basic Centigrade Temperature Sensor
(2°C to 150°C)**



Full-Range Centigrade Temperature Sensor



Choose $R_1 = -V_S / 50 \mu\text{A}$
 $V_{\text{OUT}} = 1500 \text{ mV at } 150^\circ\text{C}$
 $V_{\text{OUT}} = 250 \text{ mV at } 25^\circ\text{C}$
 $V_{\text{OUT}} = -550 \text{ mV at } -55^\circ\text{C}$

6.5 Electrical Characteristics: LM35A, LM35CA Limits

Unless otherwise noted, these specifications apply: $-55^\circ\text{C} \leq T_J \leq 150^\circ\text{C}$ for the LM35 and LM35A; $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 110^\circ\text{C}$ for the LM35C and LM35CA; and $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq 100^\circ\text{C}$ for the LM35D. $V_S = 5 \text{ Vdc}$ and $I_{\text{LOAD}} = 50 \mu\text{A}$, in the circuit of **Full-Range Centigrade Temperature Sensor**. These specifications also apply from 2°C to T_{MAX} in the circuit of **Figure 14**.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM35A			LM35CA			UNIT
		TYP	TESTED LIMIT ⁽¹⁾	DESIGN LIMIT ⁽²⁾	TYP	TESTED LIMIT ⁽¹⁾	DESIGN LIMIT ⁽²⁾	
Accuracy ⁽³⁾	$T_A = 25^\circ\text{C}$	± 0.2	± 0.5		± 0.2	± 0.5		°C
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	± 0.3			± 0.3		± 1	
	$T_A = T_{\text{MAX}}$	± 0.4	± 1		± 0.4	± 1		
	$T_A = T_{\text{MIN}}$	± 0.4	± 1		± 0.4		± 1.5	
Nonlinearity ⁽⁴⁾	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$	± 0.18		± 0.35	± 0.15		± 0.3	°C
Sensor gain (average slope)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	10	9.9		10		9.9	mV/°C
	$-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$	10	10.1		10		10.1	
Load regulation ⁽⁵⁾ $0 \leq I_L \leq 1 \text{ mA}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 1		± 0.4	± 1		mV/mA
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$	± 0.5		± 3	± 0.5		± 3	
Line regulation ⁽⁵⁾	$T_A = 25^\circ\text{C}$	± 0.01	± 0.05		± 0.01	± 0.05		mV/V
	$4 \text{ V} \leq V_S \leq 30 \text{ V}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$	± 0.02		± 0.1	± 0.02		± 0.1	
Quiescent current ⁽⁶⁾	$V_S = 5 \text{ V}$, 25°C	56	67		56	67		μA
	$V_S = 5 \text{ V}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$	105		131	91		114	
	$V_S = 30 \text{ V}$, 25°C	56.2	68		56.2	68		
	$V_S = 30 \text{ V}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$	105.5		133	91.5		118	
Change of quiescent current ⁽⁵⁾	$4 \text{ V} \leq V_S \leq 30 \text{ V}$, 25°C	0.2	1		0.2	1		μA
	$4 \text{ V} \leq V_S \leq 30 \text{ V}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$	0.5		2	0.5		2	
Temperature coefficient of quiescent current	$-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$	0.39		0.5	0.39		0.5	μA/°C
Minimum temperature for rate accuracy	In circuit of Figure 14 , $I_L = 0$	1.5		2	1.5		2	°C
Long term stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$, for 1000 hours	± 0.08			± 0.08			°C

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA.

ANEXO.XV

TÍTULO: TERMOCIPLA TIPO J

TERMOCIPLA milivolt	J									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-210	-8.096									
-200	-7.890	-7.912	-7.934	-7.955	-7.976	-7.996	-8.017	-8.037	-8.057	-8.076
-190	-7.659	-7.683	-7.707	-7.731	-7.755	-7.778	-7.801	-7.824	-7.846	-7.868
-180	-7.402	-7.429	-7.455	-7.482	-7.508	-7.533	-7.559	-7.584	-7.609	-7.634
-170	-7.122	-7.151	-7.180	-7.209	-7.237	-7.265	-7.293	-7.321	-7.348	-7.375
-160	-6.821	-6.852	-6.883	-6.914	-6.944	-6.974	-7.004	-7.034	-7.064	-7.093
-150	-6.499	-6.532	-6.565	-6.598	-6.630	-6.663	-6.695	-6.727	-6.758	-6.790
-140	-6.159	-6.194	-6.228	-6.263	-6.297	-6.331	-6.365	-6.399	-6.433	-6.466
-130	-5.801	-5.837	-5.874	-5.910	-5.946	-5.982	-6.018	-6.053	-6.089	-6.124
-120	-5.426	-5.464	-5.502	-5.540	-5.578	-5.615	-5.653	-5.690	-5.727	-5.764
-110	-5.036	-5.076	-5.115	-5.155	-5.194	-5.233	-5.272	-5.311	-5.349	-5.388
-100	-4.632	-4.673	-4.714	-4.755	-4.795	-4.836	-4.876	-4.916	-4.956	-4.996
-90	-4.215	-4.257	-4.299	-4.341	-4.383	-4.425	-4.467	-4.508	-4.550	-4.591
-80	-3.785	-3.829	-3.872	-3.915	-3.958	-4.001	-4.044	-4.087	-4.130	-4.172
-70	-3.344	-3.389	-3.433	-3.478	-3.522	-3.566	-3.610	-3.654	-3.698	-3.742
-60	-2.892	-2.938	-2.984	-3.029	-3.074	-3.120	-3.165	-3.210	-3.255	-3.299
-50	-2.431	-2.478	-2.524	-2.570	-2.617	-2.663	-2.709	-2.755	-2.801	-2.847
-40	-1.960	-2.008	-2.055	-2.102	-2.150	-2.197	-2.244	-2.291	-2.338	-2.384
-30	-1.481	-1.530	-1.578	-1.626	-1.674	-1.722	-1.770	-1.818	-1.865	-1.913
-20	-0.995	-1.044	-1.093	-1.141	-1.190	-1.239	-1.288	-1.336	-1.385	-1.433
-10	-0.501	-0.550	-0.600	-0.650	-0.699	-0.748	-0.798	-0.847	-0.896	-0.945
0	0.000	-0.050	-0.101	-0.151	-0.201	-0.251	-0.301	-0.351	-0.401	-0.451
0	0.000	0.050	0.101	0.151	0.202	0.253	0.303	0.354	0.405	0.456
10	0.507	0.558	0.609	0.660	0.711	0.762	0.813	0.865	0.916	0.967
20	1.019	1.070	1.122	1.174	1.225	1.277	1.329	1.381	1.432	1.484
30	1.536	1.588	1.640	1.693	1.745	1.797	1.849	1.901	1.954	2.006
40	2.058	2.111	2.163	2.216	2.268	2.321	2.374	2.426	2.479	2.532
50	2.585	2.638	2.691	2.743	2.796	2.849	2.902	2.956	3.009	3.062
60	3.115	3.168	3.221	3.275	3.328	3.381	3.435	3.488	3.542	3.595
70	3.649	3.702	3.756	3.809	3.863	3.917	3.971	4.024	4.078	4.132
80	4.186	4.239	4.293	4.347	4.401	4.455	4.509	4.563	4.617	4.671
90	4.725	4.780	4.834	4.888	4.942	4.996	5.050	5.105	5.159	5.213
100	5.268	5.322	5.376	5.431	5.485	5.540	5.594	5.649	5.703	5.758
110	5.812	5.867	5.921	5.976	6.031	6.085	6.140	6.195	6.249	6.304
120	6.359	6.414	6.468	6.523	6.578	6.633	6.688	6.742	6.797	6.852
130	6.907	6.962	7.017	7.072	7.127	7.182	7.237	7.292	7.347	7.402
140	7.457	7.512	7.567	7.622	7.677	7.732	7.787	7.843	7.898	7.953
150	8.008	8.063	8.118	8.174	8.229	8.284	8.339	8.394	8.450	8.505
160	8.560	8.616	8.671	8.726	8.781	8.837	8.892	8.947	9.003	9.058
170	9.113	9.169	9.224	9.279	9.335	9.390	9.446	9.501	9.556	9.612
180	9.667	9.723	9.778	9.834	9.889	9.944	10.000	10.055	10.111	10.166
190	10.222	10.277	10.333	10.388	10.444	10.499	10.555	10.610	10.666	10.721
200	10.777	10.832	10.888	10.943	10.999	11.054	11.110	11.165	11.221	11.276
210	11.332	11.387	11.443	11.498	11.554	11.609	11.665	11.720	11.776	11.831
220	11.887	11.943	11.998	12.054	12.109	12.165	12.220	12.276	12.331	12.387
230	12.442	12.498	12.553	12.609	12.664	12.720	12.776	12.831	12.887	12.942
240	12.998	13.053	13.109	13.164	13.220	13.275	13.331	13.386	13.442	13.497
250	13.553	13.608	13.664	13.719	13.775	13.830	13.886	13.941	13.997	14.052
260	14.108	14.163	14.219	14.274	14.330	14.385	14.441	14.496	14.552	14.607
270	14.663	14.718	14.774	14.829	14.885	14.940	14.995	15.051	15.106	15.162
280	15.217	15.273	15.328	15.383	15.439	15.494	15.550	15.605	15.661	15.716
290	15.771	15.827	15.882	15.938	15.993	16.048	16.104	16.159	16.214	16.270
300	16.325	16.380	16.436	16.491	16.547	16.602	16.657	16.713	16.768	16.823
310	16.879	16.934	16.989	17.044	17.100	17.155	17.210	17.266	17.321	17.376
320	17.432	17.487	17.542	17.597	17.653	17.708	17.763	17.818	17.874	17.929
330	17.984	18.039	18.095	18.150	18.205	18.260	18.316	18.371	18.426	18.481
340	18.537	18.592	18.647	18.702	18.757	18.813	18.868	18.923	18.978	19.033
350	19.089	19.144	19.199	19.254	19.309	19.364	19.420	19.475	19.530	19.585
360	19.640	19.695	19.751	19.806	19.861	19.916	19.971	20.026	20.081	20.137
370	20.192	20.247	20.302	20.357	20.412	20.467	20.523	20.578	20.633	20.688
380	20.743	20.798	20.853	20.909	20.964	21.019	21.074	21.129	21.184	21.239
390	21.295	21.350	21.405	21.460	21.515	21.570	21.625	21.680	21.736	21.791
400	21.846	21.901	21.956	22.011	22.066	22.122	22.177	22.232	22.287	22.342

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ANEXO. XVI

**TÍTULO. PROGRAMACIÓN DE CONTROL DE
TEMPERATURA.**

```

#include <LiquidCrystal.h>
const int rs = 30, en = 31, d4 = 35, d5 = 34, d6 = 33, d7 = 32;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

//-----Líbreria PID
#include <Pid_v1.h>
#define PIN_INPUT 0
#define PIN_OUTPUT 4

//Define Variables we'll be connecting to
double Setpoint, Input, Output;

//Specify the links and initial tuning parameters
double Kp=7.26, Ki=5846.42, Kd=0;
PID myPID(&Input, &Output, &Setpoint, Kp, Ki, Kd, DIRECT);
//-----

double temperatura = 20;
int menu = 0;
int tiempo = 0;
int iniciar = 0;
float tiempoPV = 0.0;
int tiempoE = 0;
bool banSP = false;

void setup() {

  lcd.begin(16, 4);

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" BIENVENIDO");

```

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ANEXO.XVII

**TÍTULO: PROGRAMACIÓN DE CONTROL DE
TEMPERATURA.**

```

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("*****");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print(" MAQUINA DE");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print(" METALOGRAFIA");
delay(2000);
lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("—CONTROL—");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" DE TEMPERATURA");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print(" Y");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print(" TIEMPO");

pinMode(AQ_INPUT);
//—————
//initialize the variables we're linked to
input = analogRead(PIN_INPUT);
input = input * 500.0 / 1024.0;

//turn the PID on
myPID.SetMode(AUTOMATIC);

if(banSP == false)
{
Setpoint = temperatura;
}else
{
Setpoint = 25;
temperatura = 25;
}

input = analogRead(AQ);
input = input * 500.0 / 1024.0;
//————— Aumentar y Disminuir Valores
if(digitalRead(23) && menu == 1)
{
temperatura = temperatura + 2;
delay(200);
}else if(digitalRead(23) && menu == 2)
{
tiempo = tiempo + 1;
delay(200);
}

if(digitalRead(24) && menu == 1)
{
if(temperatura<0)
,

```

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ANEXO.XVIII

TÍTULO: PROGRAMACIÓN DE CONTROL DE TEMPERATURA.

```

    lcd.print("0");
}
if(temperatura<10)
{
    lcd.print("00");
}
lcd.print(temperatura);
lcd.setCursor(2,4);
lcd.print("Centigrados");
}
if(menu == 2)
{
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("OPCION 2");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" Tiempo Set.");
    lcd.setCursor(7,2);
    if(tiempo<10)
    {
        lcd.print("0");
    }
    lcd.print(tiempo);
    lcd.setCursor(4,4);
    lcd.print("Segundos");
    tiempoE = 0;
}
if(menu == 3)
{
    banSP = false;
}
}
if(tiempo=0)
{
    tiempo = tiempo - 1;
}
delay(200);
}
//-----
if(digitalRead(22)) //BOTON PLAY
{
    iniciar = iniciar + 1;
    delay(275);
}
if(digitalRead(25)) //BOTON SETUP
{
    lcd.clear();
    menu = menu + 1;
    delay(275);
}
if(menu == 1)
{
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("OPCION 1");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" Temperatura SP.");
    lcd.setCursor(6,2);
}

```

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ANEXO. XIX

**TÍTULO: PROGRAMACIÓN DE CONTROL DE
TEMPERATURA.**

```

    tiempoPV = tiempoPV + 0.25;
    tiempoE = tiempoPV;
    if(tiempoE == tiempo)
    {
        iniciar = 0;
        banSP = true;
    }
    delay(250);
}
control_PID();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Tempe SP:");
lcd.print(Setpoint);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Tempe PV:");
lcd.print(input);
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("Tiempo SP:");
lcd.print(tiempo);
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("Tiempo PV:");
lcd.print(tiempoE);
}
if(menu == 4)
{
    menu = 1;
}
}
myPID.Compute();
analogWrite(PIN_OUTPUT, Output);

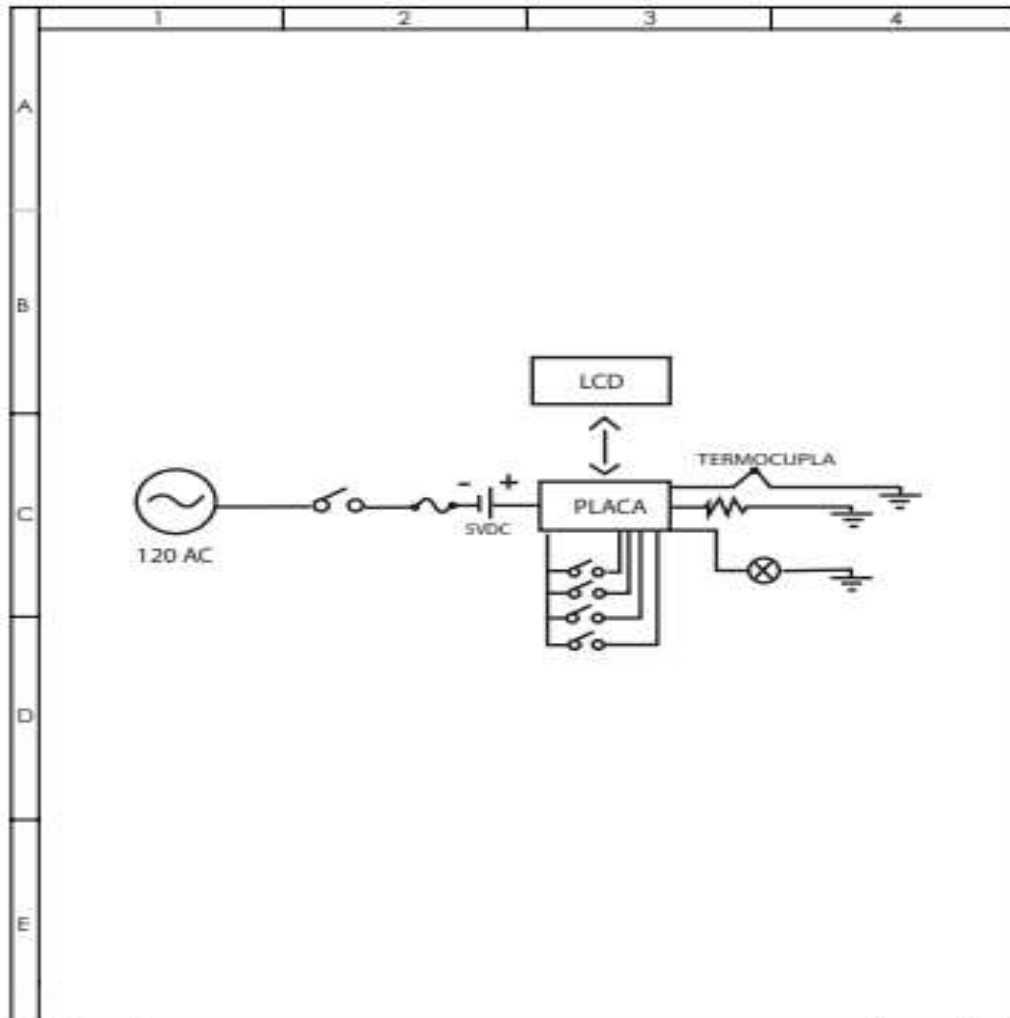
void control_PID()
{

```

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ANEXO. XX

TÍTULO: DIAGRAMA DE CONTROL DE TEMPERATURA.

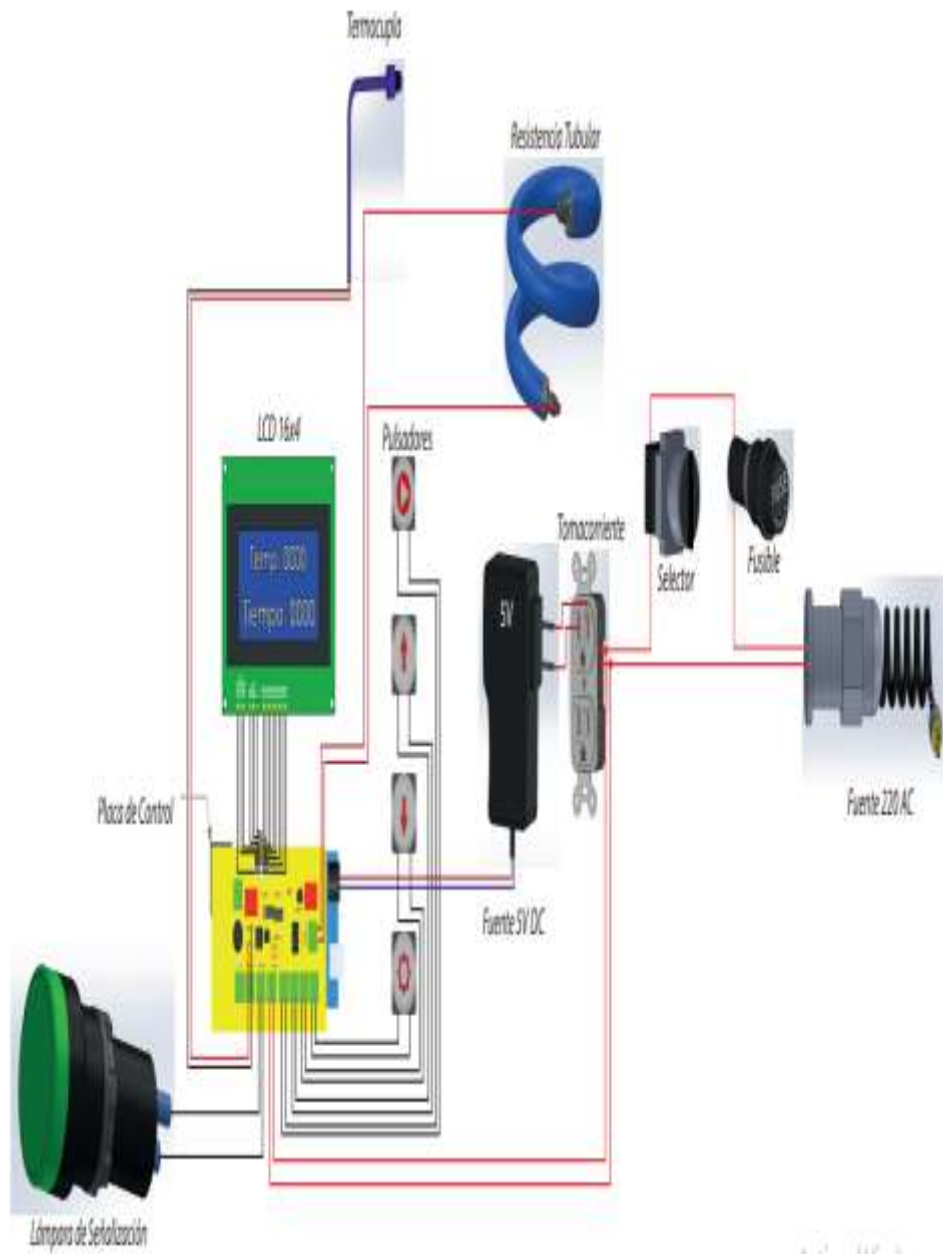


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI				
Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dis.	Landeta J. - Nuñez J.			
Rev.	MSc. Luis Navarrete			
Apro.	MSc. Luis Navarrete			
Materiales:	Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
	A 1mm	N° 1	DISEÑO MECÁNICO	Diagrama Eléctrico Control de Temperatura

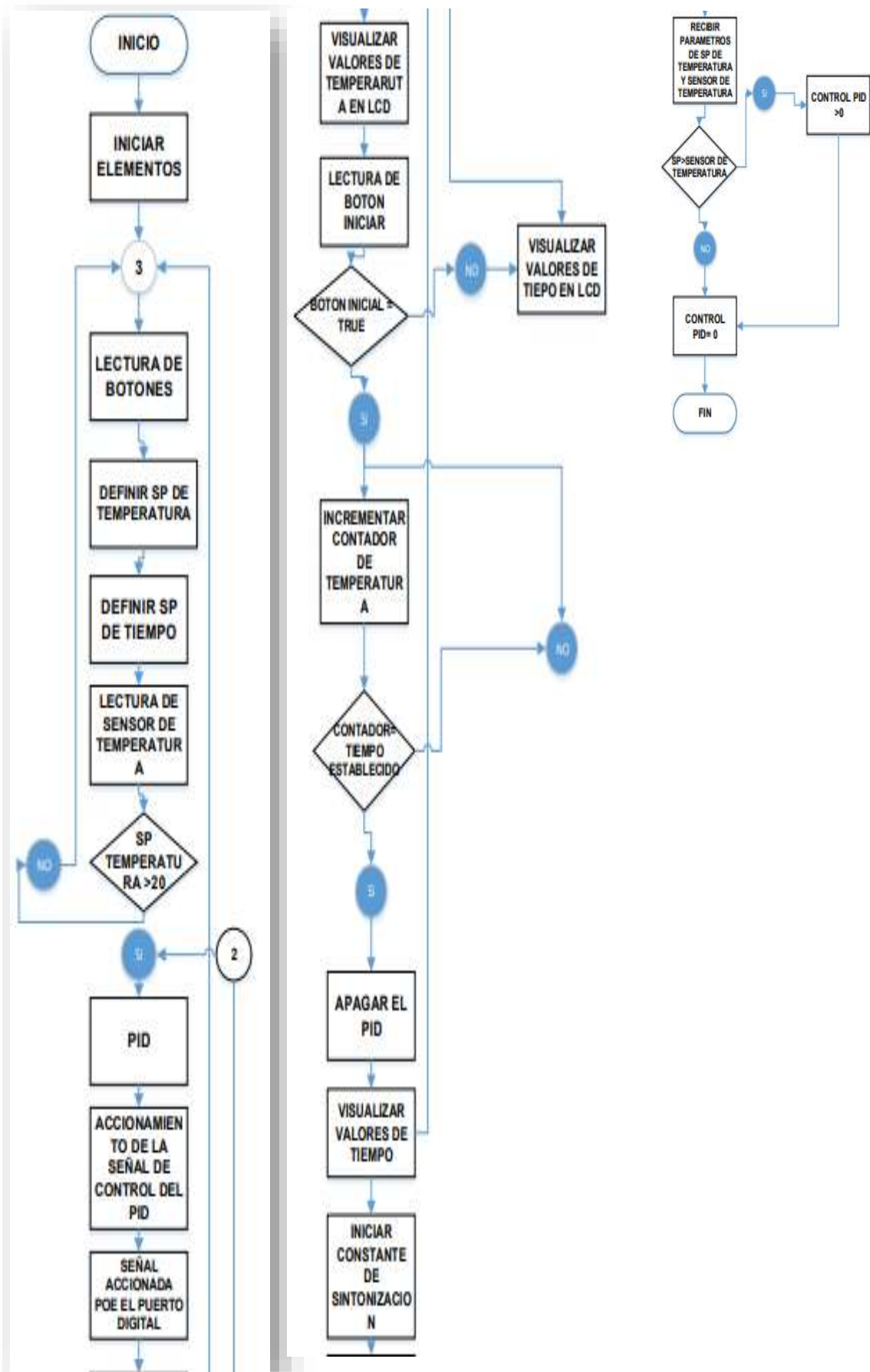
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ANEXO.XXI

TÍTULO: DIAGRAMA DE CONEXIÓN.



**DIAGRAMA
DE
FLUJO
CONTROL
DE
TEMPERATURA**



MANUAL

DE

USUARIO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADA**

TITULACIÓN:

TESIS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



MANUAL DE USUARIO

AUTORES:



LANDETA BENAVIDES JOSUÉ EDUARDO

NUÑEZ VILLACRES JONNATAHN FERNANDO

TÍTULO: **DISEÑO DE UNA MÁQUINA ENCAPSULADORA
DE PROBETAS METALOGRAFICAS.**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

NOVIEMBRE 2020 – MARZO 2021

ANEXO	MANUAL DE USUARIO	2-5
<p>1. INTRODUCCIÓN.</p> <p>El presente manual fue desarrollado con el propósito de proporcionar a los usuarios la capacidad de poner en marcha a la máquina encapsuladora de probetas para prevenir algún daño o lesiones a los usuarios encargados de controlar la máquina.</p> <p>En laboratorios de distintas universidades y empresas privadas del país que se encarga al estudio se pruebas de metalografías ya consta con un sistema de pulido semiautomática donde se tiene especificaciones para la muestra, para que se pueda cumplir con estos requisitos la muestra debe estar compactada en una sustancia sólida, por lo que las maquinas compactadoras de resinas se han convertido en las necesidades en los laboratorios metalográficos.</p> <p>Esta máquina de compactación por resina permite el montaje de forma o tamaño inadecuadas que no este de forma que el usuario pueda manipular con las manos para que pueda cumplir con los pasos de preparación de muestra subsiguientes para lograr el plano de inspección deseado, también protege a los bordes o proviene defectos superficiales causados por el proceso de preparación.</p> <p>2. OBJETIVOS.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Brindar al usuario información técnica necesaria para el buen funcionamiento de la máquina. ✓ Describir todas las partes y funciones necesarias para su buen uso y posteriormente para la realización de un mantenimiento. 		
	<p>UNIVERSIDA TÉCNICA DE COTOPAXI</p> <p>NOVIEMBRE 2020 – MARZO 2021</p>	

3. PARÁMETROS TÉCNICOS.

MODELO.	JN COMPAC
DIÁMETRO DEL MOLDE.	22MM-30MM-40MM
TIEMPO	0- 15 MINUTOS.
RANGO DE AJUSTE DE TEMPERATURA.	0- 200 C
SALIDA DE VOLTAJE	220V- FASE UNICA-60HZ
POTENCIA.	< 500W
PESO DE LA MÁQUINA.	30KG
DIMENSIONES.	

4. CAPACIDAD DEL EQUIPO.

LA MÁQUINA COMPACTADORA DE RESINA TIENE LA CAPACIDAD DE CREAR UNA PROBETA EN 7 MINUTOS.

5. OPERACIÓN DE LA MÁQUINA.

1. Verificación del estado de la máquina, en su parte externa observando si están todos los tornillos y molde.
2. Luego proceder ajustar todos los pernos y base superior de la máquina.
3. Colocar la probeta de, acero y hierro en el molde.
4. Luego poner una cucharada plástica de baquelita fenólica dentro del molde.
5. Se procede a bajar el tornillo o vástago superior para su respectivo ajuste.
6. Ejercer presión con el sistema de tornillo sinfín hasta llegar a los 89 Pas
7. Encender la maquina a tensión nominal de 120V.
8. Encender el sistema de control de temperatura de 170 y 180 C.
9. Pulsar en la botones el tiempo y temperatura necesaria.
10. Para diferentes tipos de probetas en diferentes tiempos y temperaturas.
11. Para probetas de aluminio y bronce temperaturas de 140 y 150 c.

12. para todas las probetas un tiempo máximo hasta que llegue a las temperaturas deseada de 3 minutos.
13. con la misma presión del gato mecánico, empujar hacia arriba para la salida de probeta.
14. Luego con el mismo sistema de gato mecánico puede invertir el giro para que descende el gato hasta su posición original.
15. Dejar la probeta por unos 4 minutos para el enfriamiento.
16. Llevar la probeta al sistema de pulido.
17. Girar la probeta en ángulos de 90 grados cada extremo hasta que tome una consistencia como espejo.
18. Aplicar un reactante químico por un tiempo menor a un minuto.
19. Proceder a lavar la probeta con agua o con alcohol.
20. Llevar al microscopio metalográfico.
21. Analizar las propiedades de la probeta.

6. ADVERTENCIA DE LA MÁQUINA.

1. Verificar que el cable de poder este sin ninguna fisura.
2. Verificar que el arduino MEGA que este enviando las señales eléctricas correctamente.
3. No sobrepasar la presión y temperaturas antes mencionada, debido a que puede explotar el manómetro.
4. No tocar con las manos la parte superior de la maquina cuando ella este en proceso de calentamiento.
5. Si existe en la parte de funcionamiento de la maquina ocurre un error, apagar la máquina del switch, no desconectarla de la red directa, porque puede producir cortocircuitos en el circuito de control.
6. Siempre mantenerla en un lugar donde no exista demasiada humedad o fisuras de goteo de agua.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI




NOVIEMBRE 2020 – MARZO 2021



7. MATENIMIENTO DE LA MÁQUINA ENCAPSUALDRA DE PROBETAS METALOGRAFICAS.

1. Realizar la limpieza de la parte superior, debido a la cantidad de baquelita fenólica desperdiciada.
2. Se recomienda lubricar los rodamientos y moldes para probetas, después de cada procedo de compactación.
3. Lubricar tanto el tornillo como la corana por cada mes de utilización para evitar calentamiento y fricciones y posible desgaste de los dientes.
4. Cambiar el fusible cuando ocurra un cortocircuito de inmediatamente.
5. Cambiar la resistencia tubular después de 1 año de utilización.
6. Cambiar la termocupla tipo J después de 1 año de utilización.
7. Realizar una limpieza tanto externa como interna de la maquina con aceite para evitar corrosión

8. SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LA MÁQUINA.

	<p>Éste símbolo representa un calentamiento térmico alto, que al existir contacto con la superficie caliente y el usuario puede provocar quemaduras.</p>
	<p>Éste símbolo representa que existe material y componentes eléctricos que no debe ser manipulados cuando la maquina esté en funcionamiento.</p>
	<p>Éste símbolo representa que existe sustancias químicas, que pueden estar en contactos con las manos y ojos, para eso utilizar equipos de protección.</p>



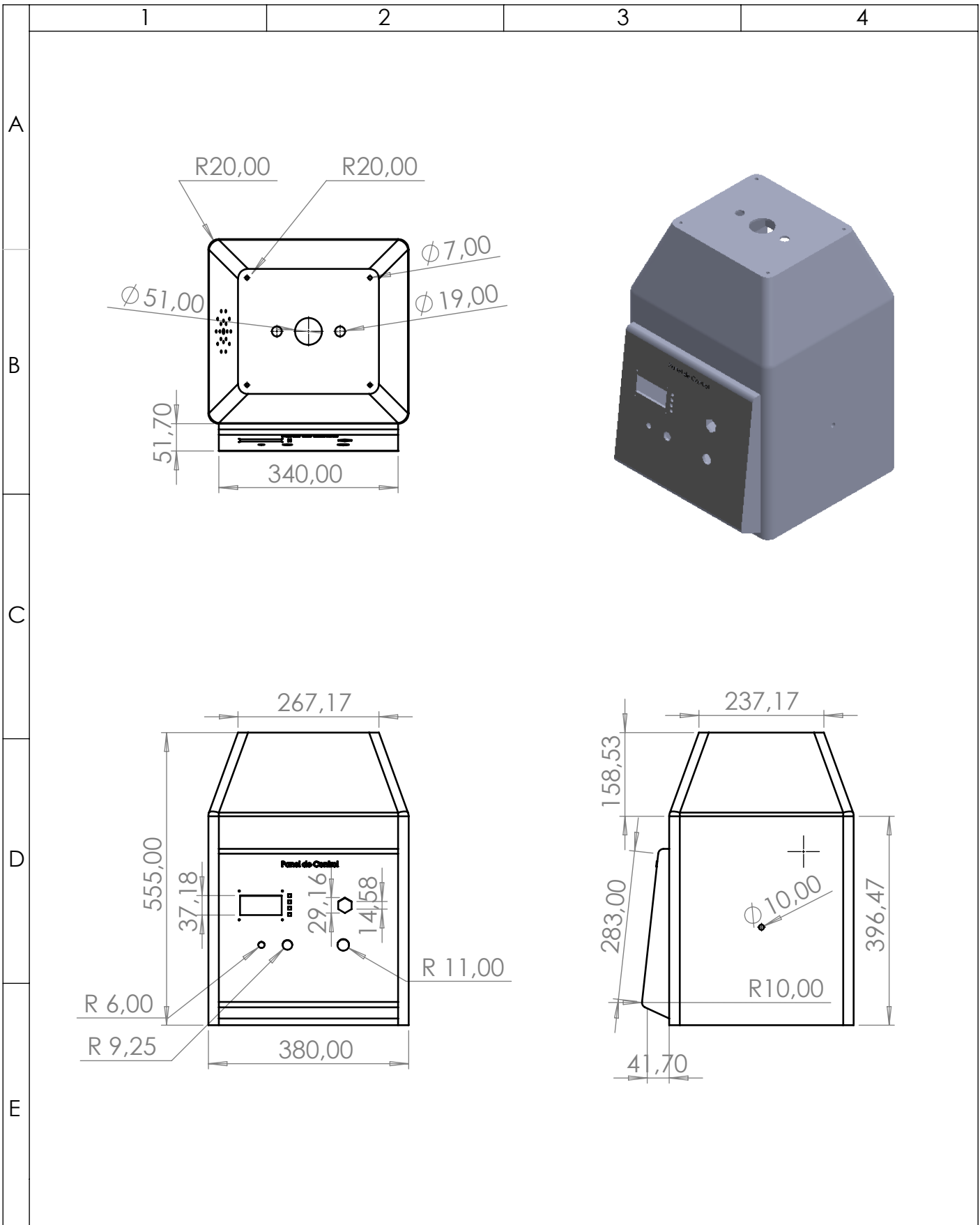
UNIVERSIDA TECNICA DE COTOPAXI



NOVIEMBRE 2020 – MARZO 2021

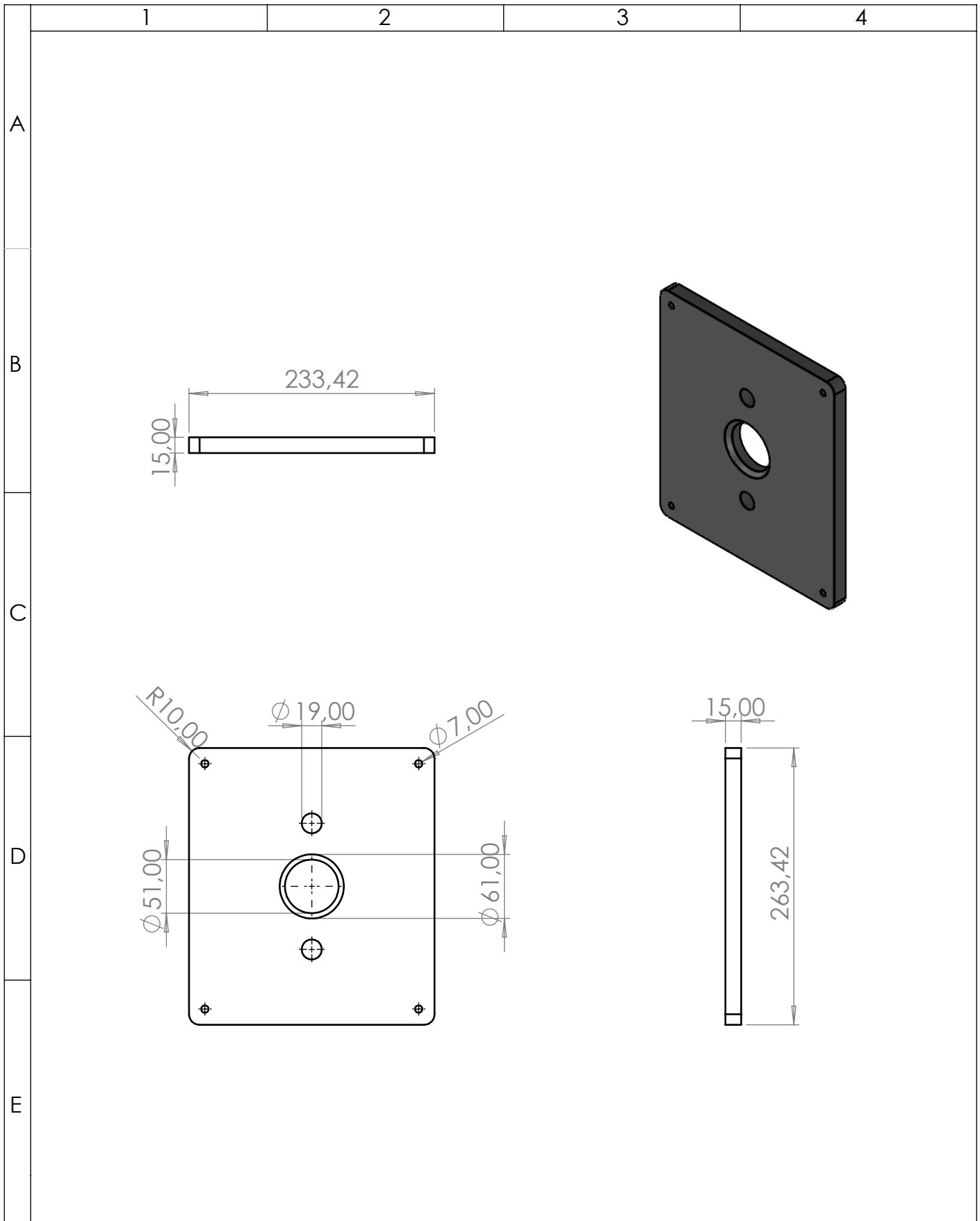




PLANOS

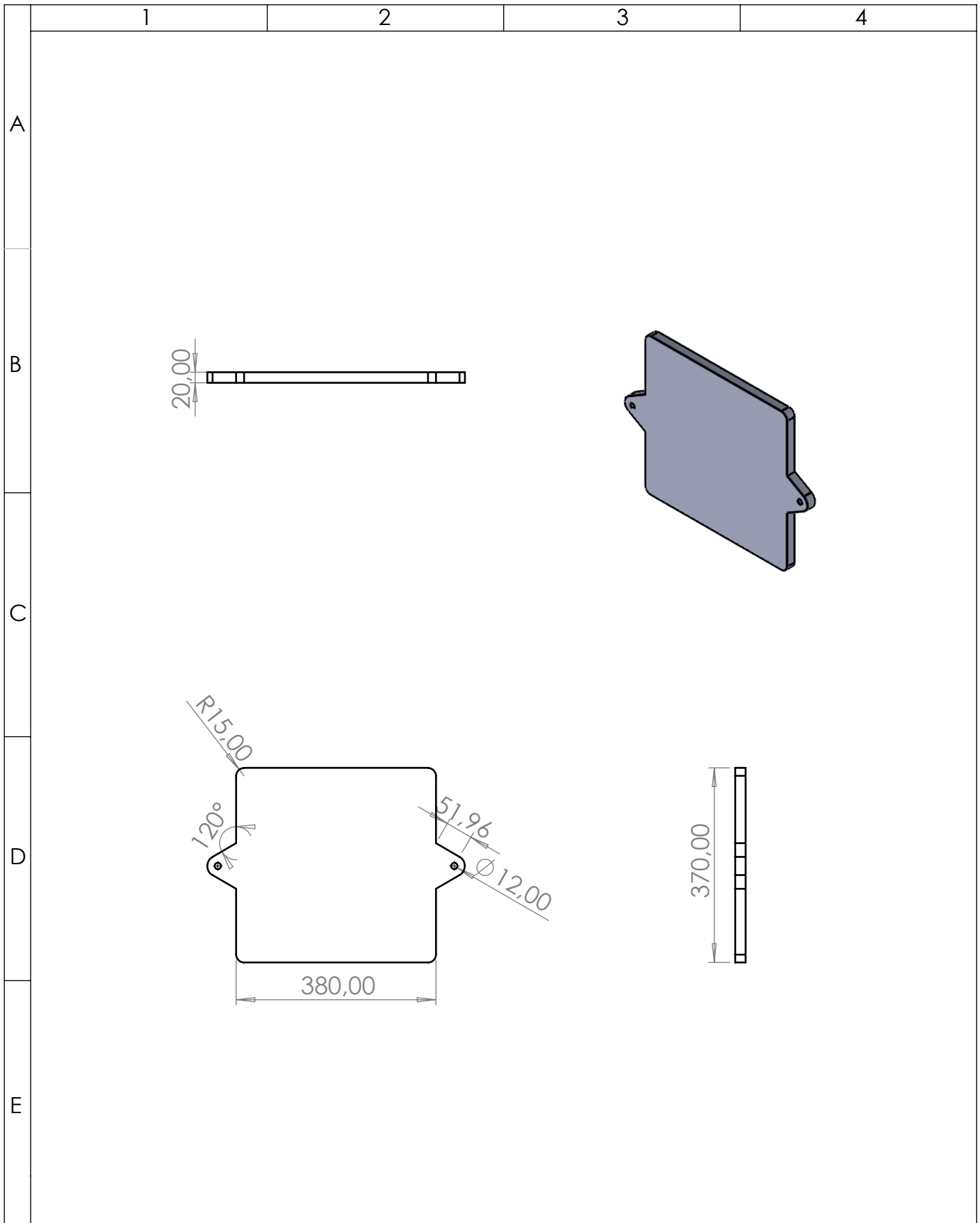
MECÁNICOS



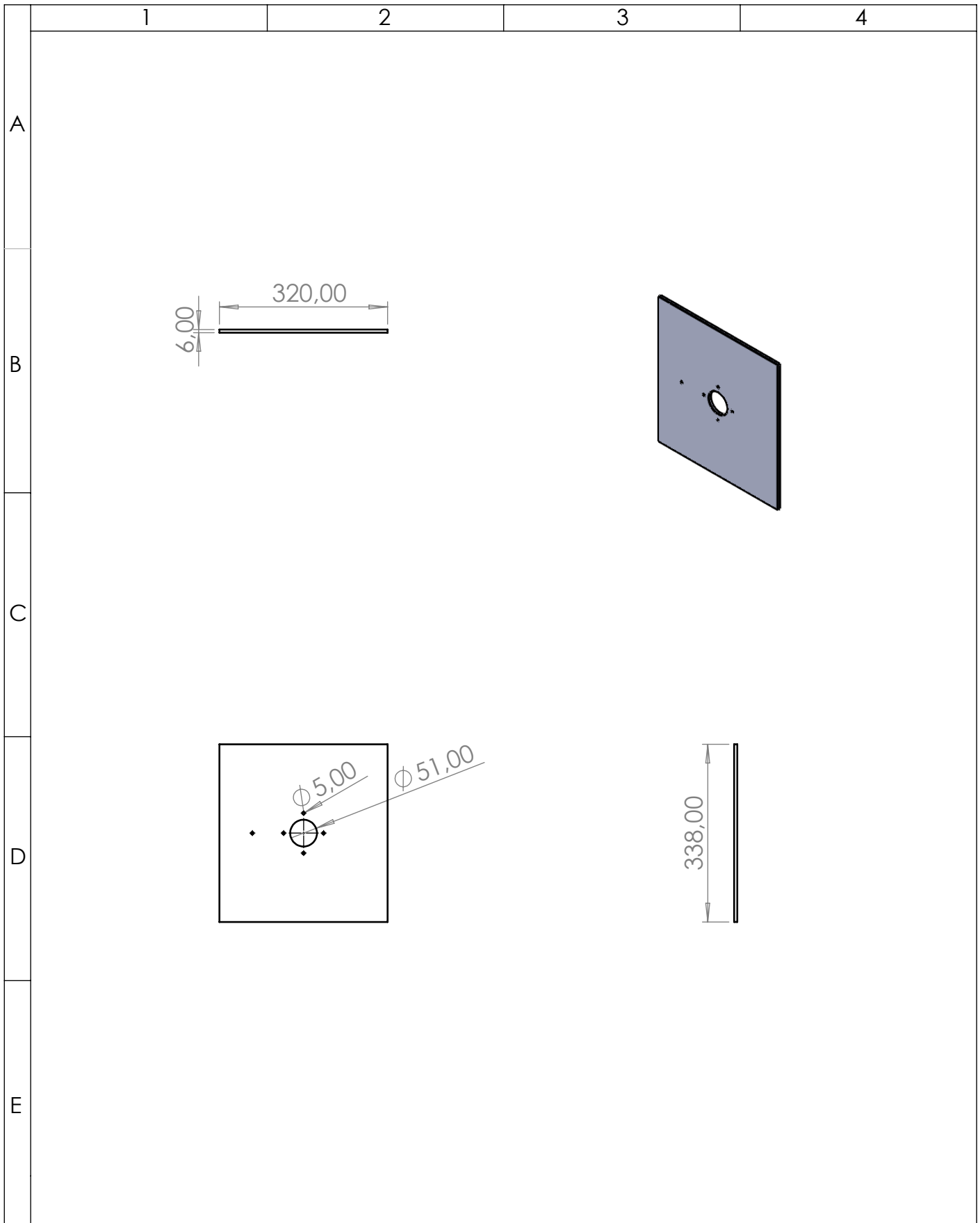
		<h1>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</h1>			
Fecha:	Nombre:	Escala:	<h2>INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h2>		
Dib.	Landeta J. - Nuñez J.	1.1			
Rev.	MSc. Luis Navarrete				
Apro.	MSc. Luis Navarrete				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	N° 1	DISEÑO MECÁNICO	Vistas Chasis





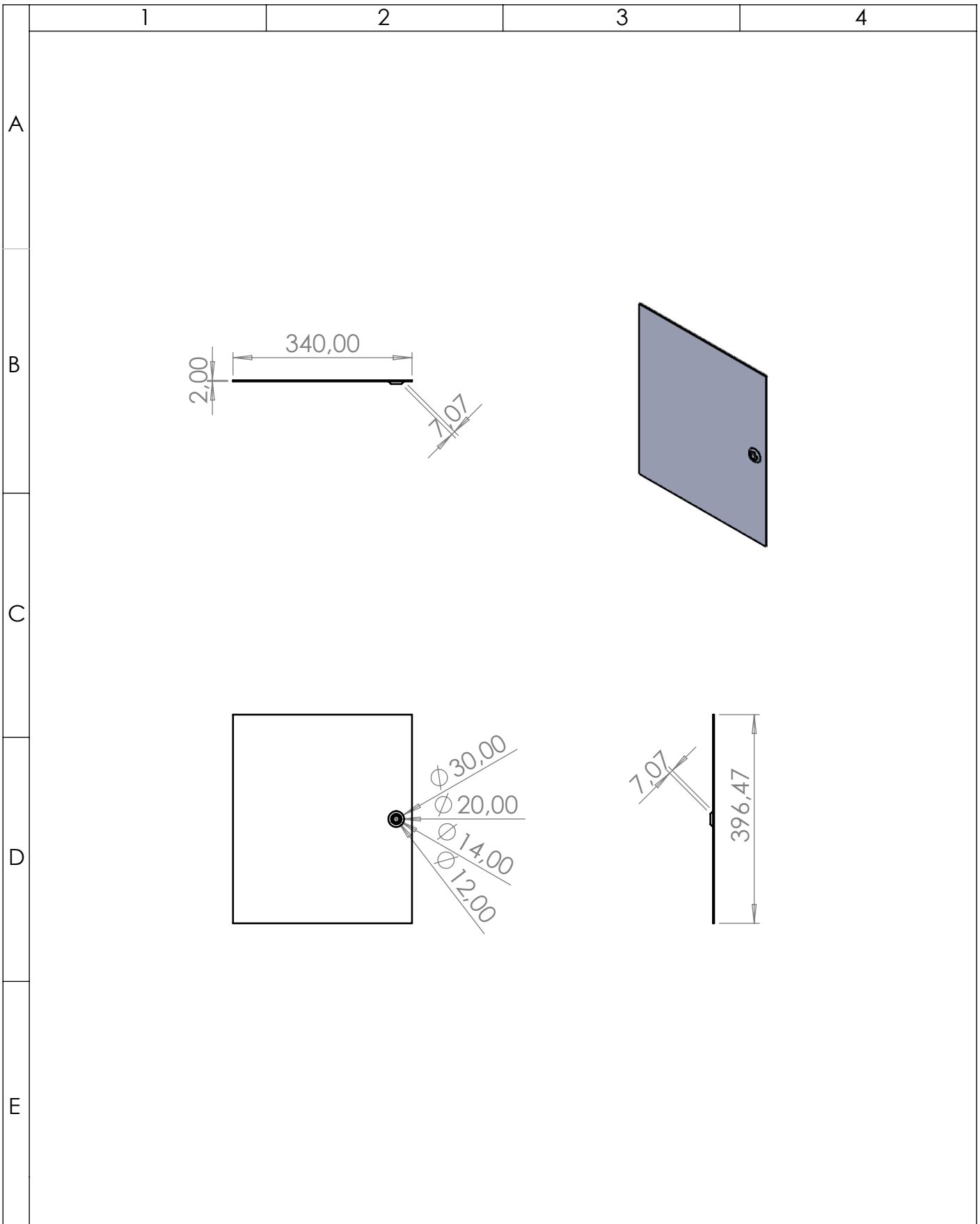
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI				
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:5			
Rev.		MSc. Luis Navarrete				
Apro.		MSc. Luis Navarrete				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:	
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 2	DISEÑO MECÁNICO	Vistas - Tapa Superior	





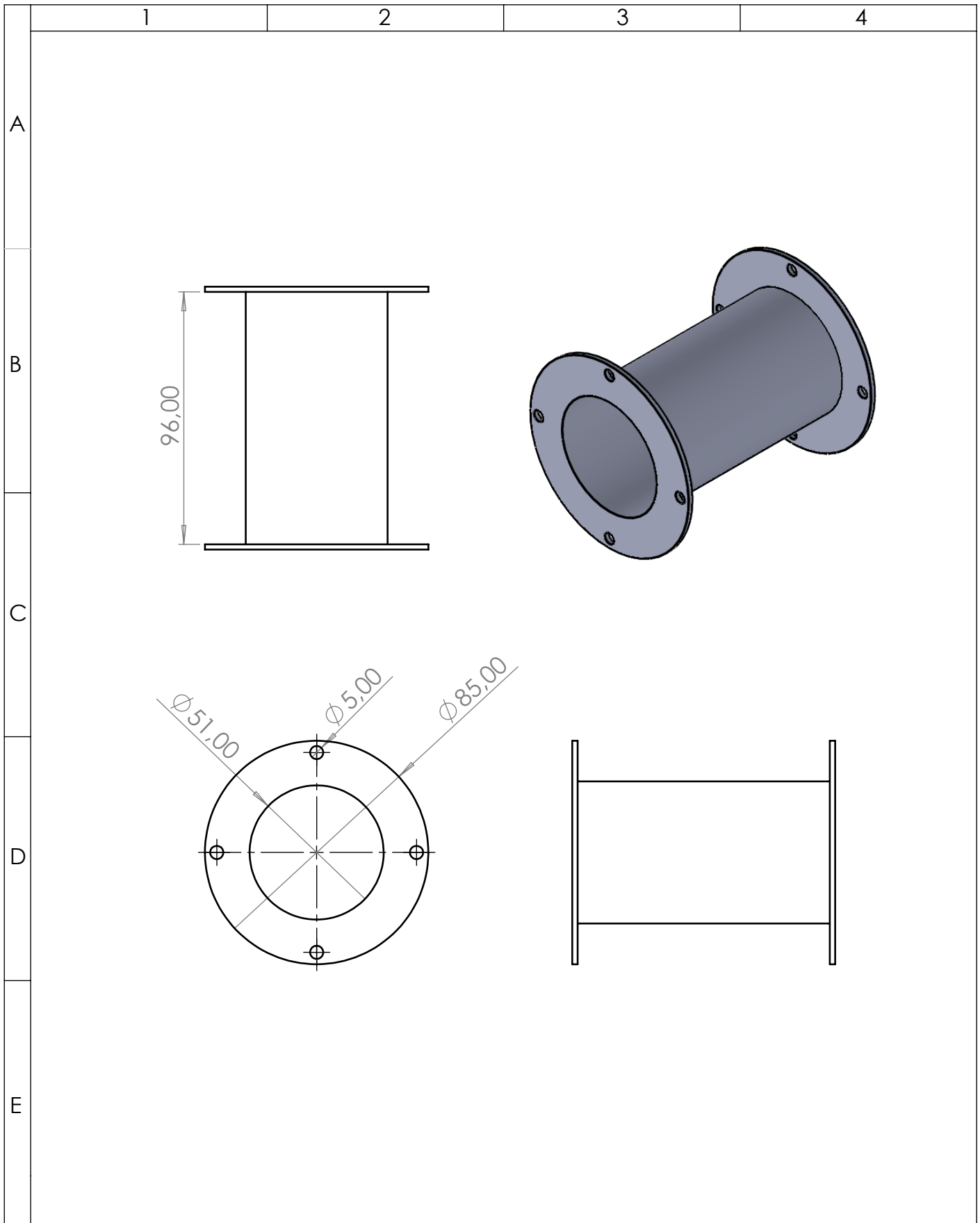
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib.	Landeta J. - Nuñez J.	1:10			
Rev.	MSc. Luis Navarrete				
Apro.	MSc. Luis Navarrete				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 3	DISEÑO MECÁNICO	Vistas - Base de Chasis





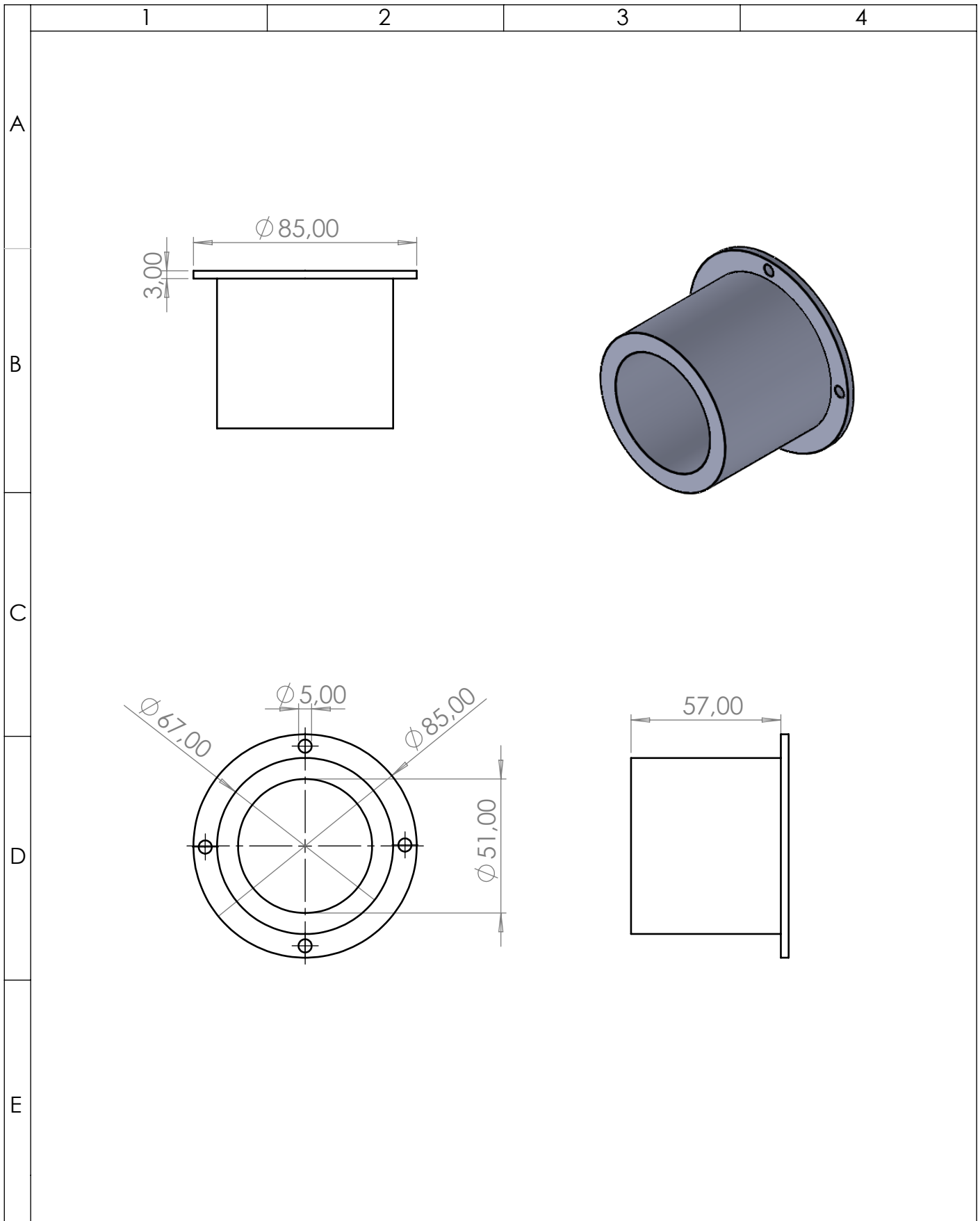
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala: 1:10	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.			
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 4	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - BASE SUPERIOR



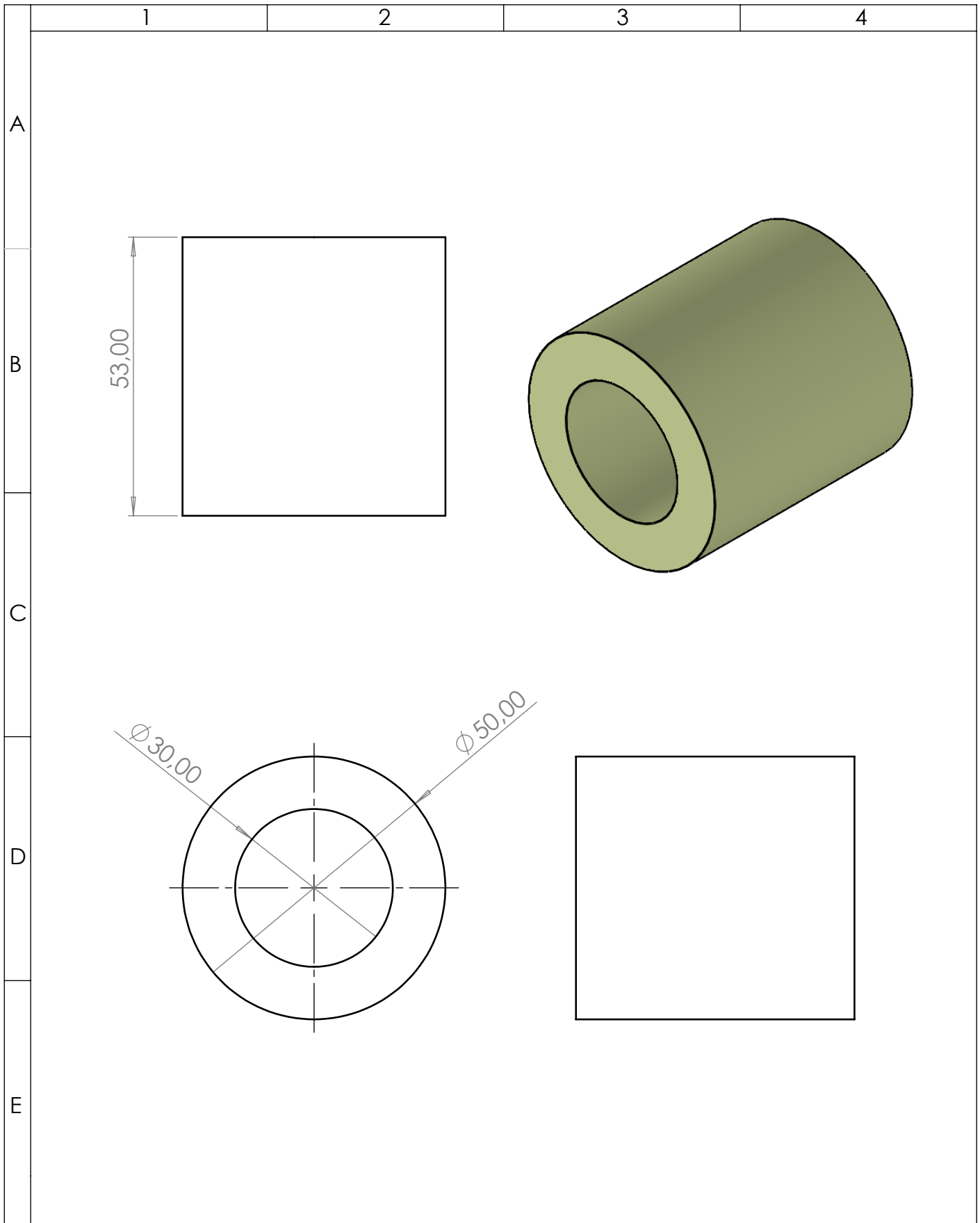
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI				
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:10			
Rev.		MSc. Luis Navarrete				
Apro.		MSc. Luis Navarrete				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:	
DURALUMINIO		A 1mm	N° 5	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - PUERTA	





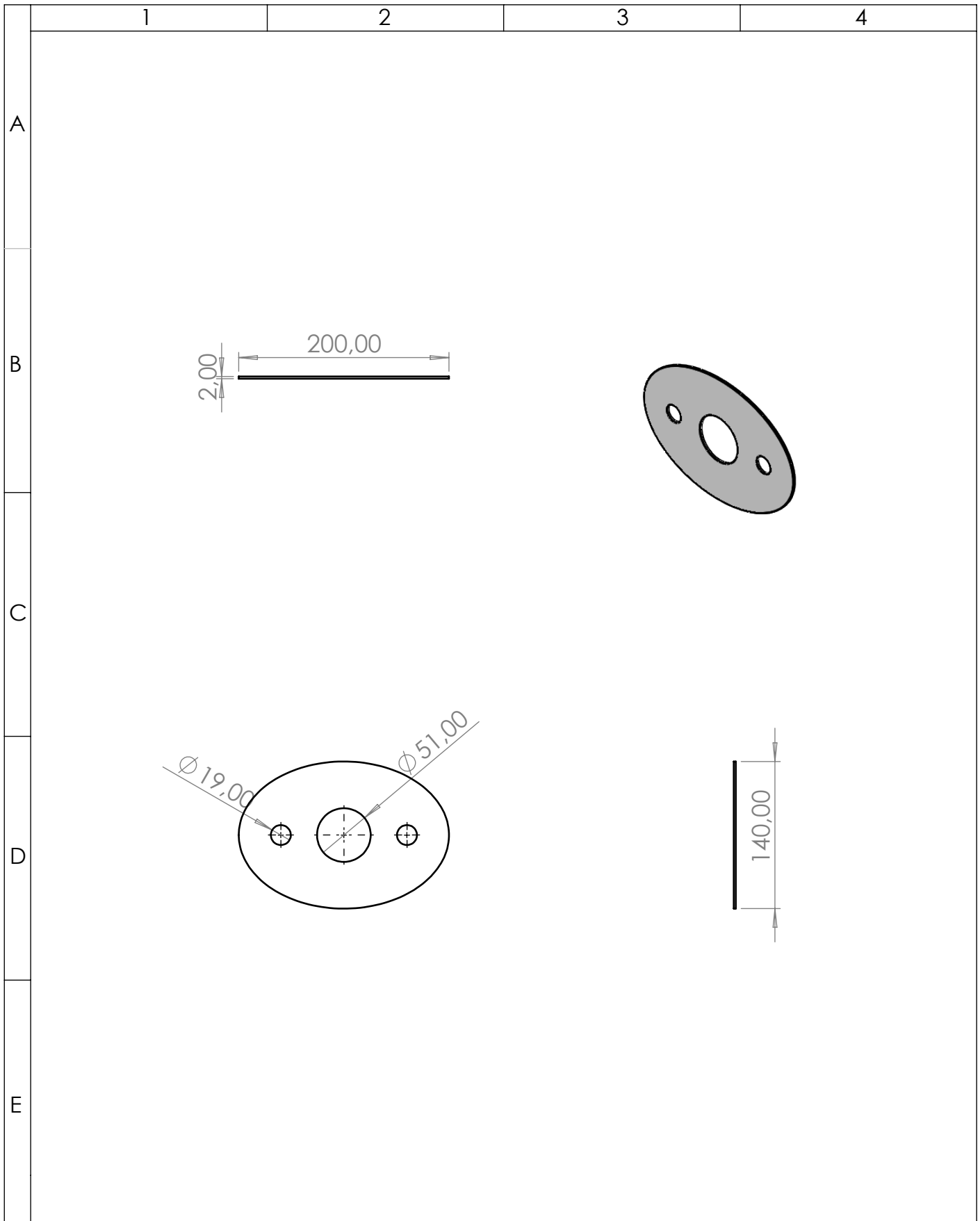
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib.	Landeta J. - Nuñez J.	1:2			
Rev.	MSc. Luis Navarrete				
Apro.	MSc. Luis Navarrete				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 7	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - BASE RESISTENCIA TUBULAR



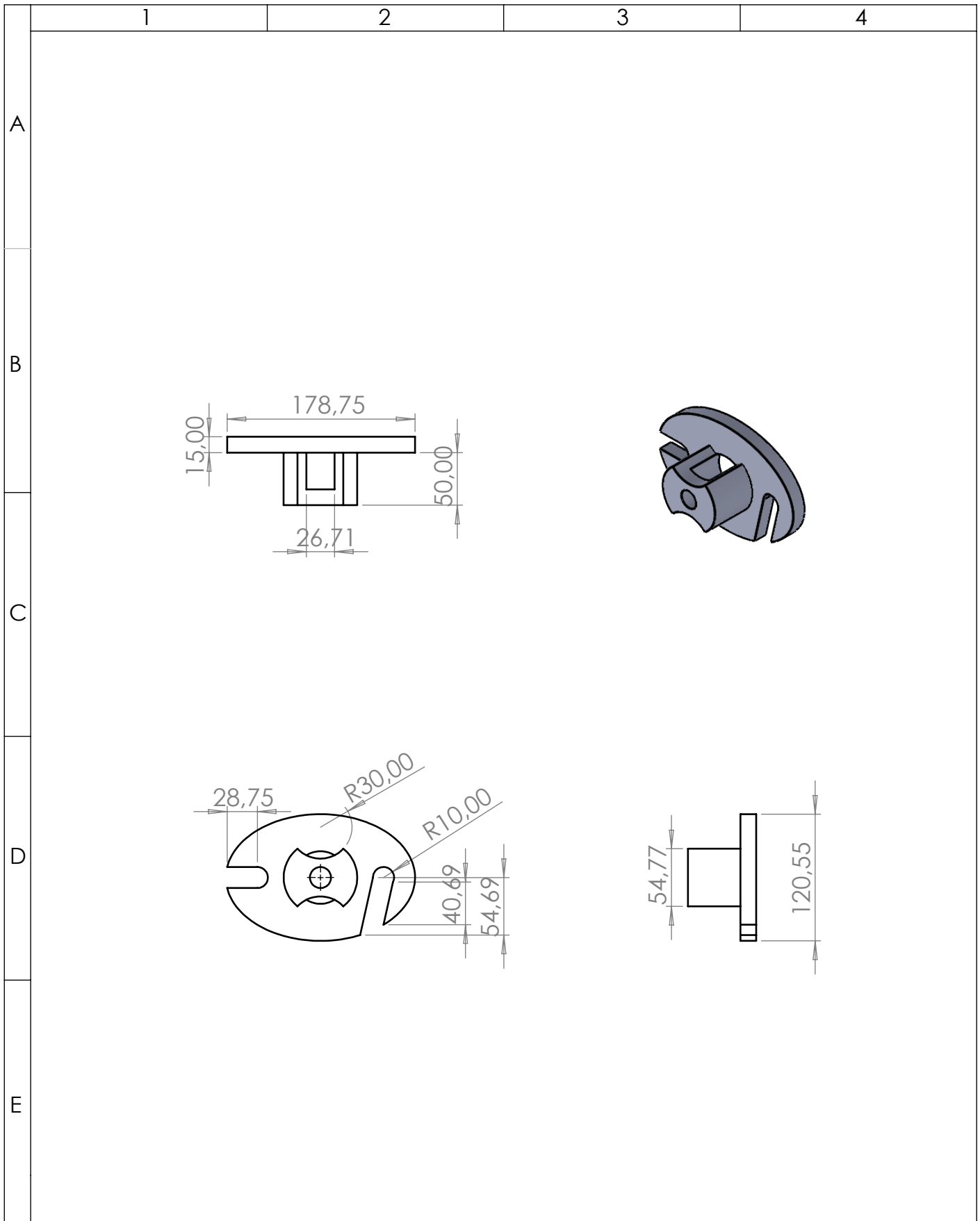
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib.	Landeta J. - Nuñez J.	1:2			
Rev.	MSc. Luis Navarrete				
Apro.	MSc. Luis Navarrete				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 8	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - SOPORTE RESISTENCIA TUBULAR





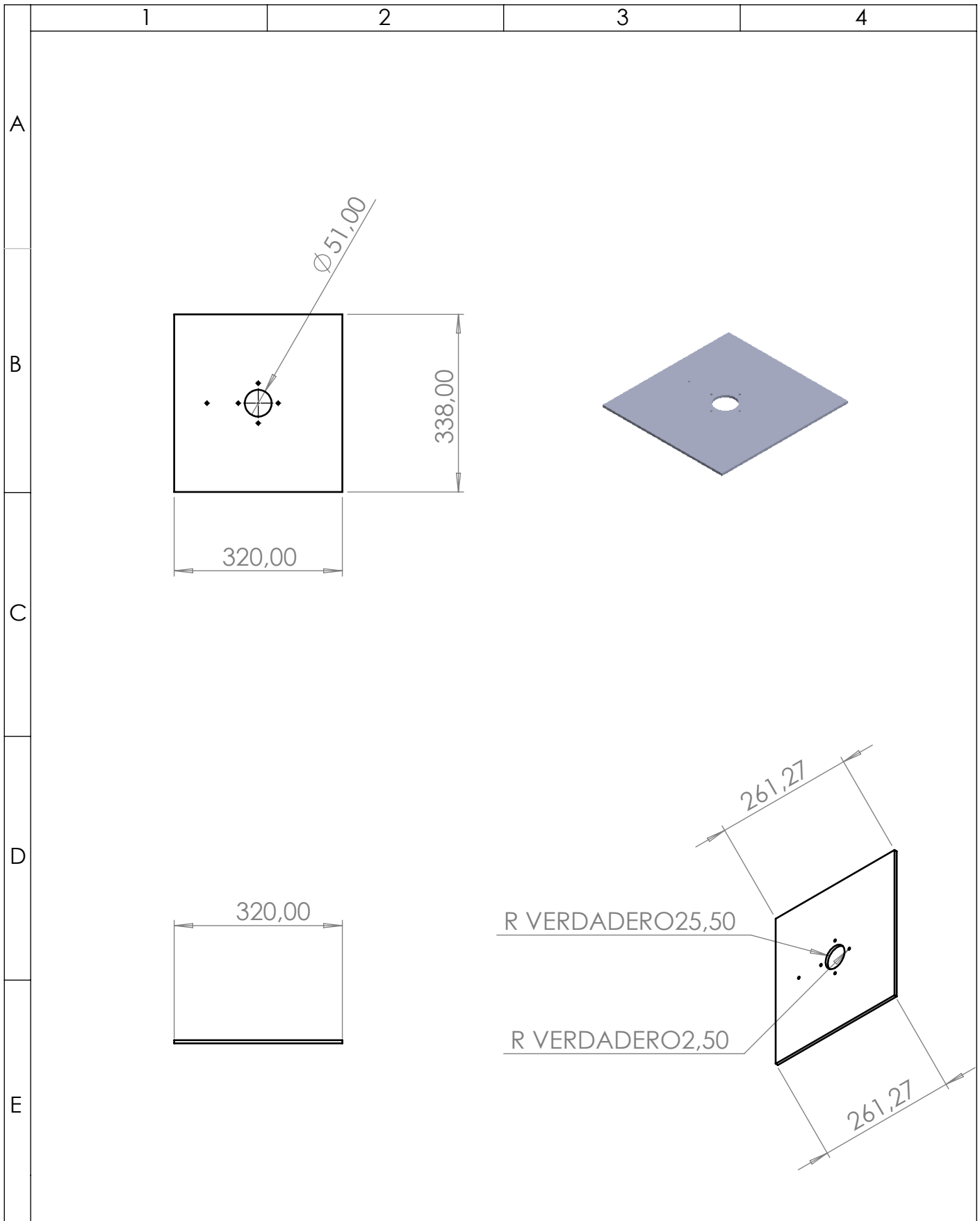
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala:		
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:1		
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 9	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - MOLDE INFERIOR





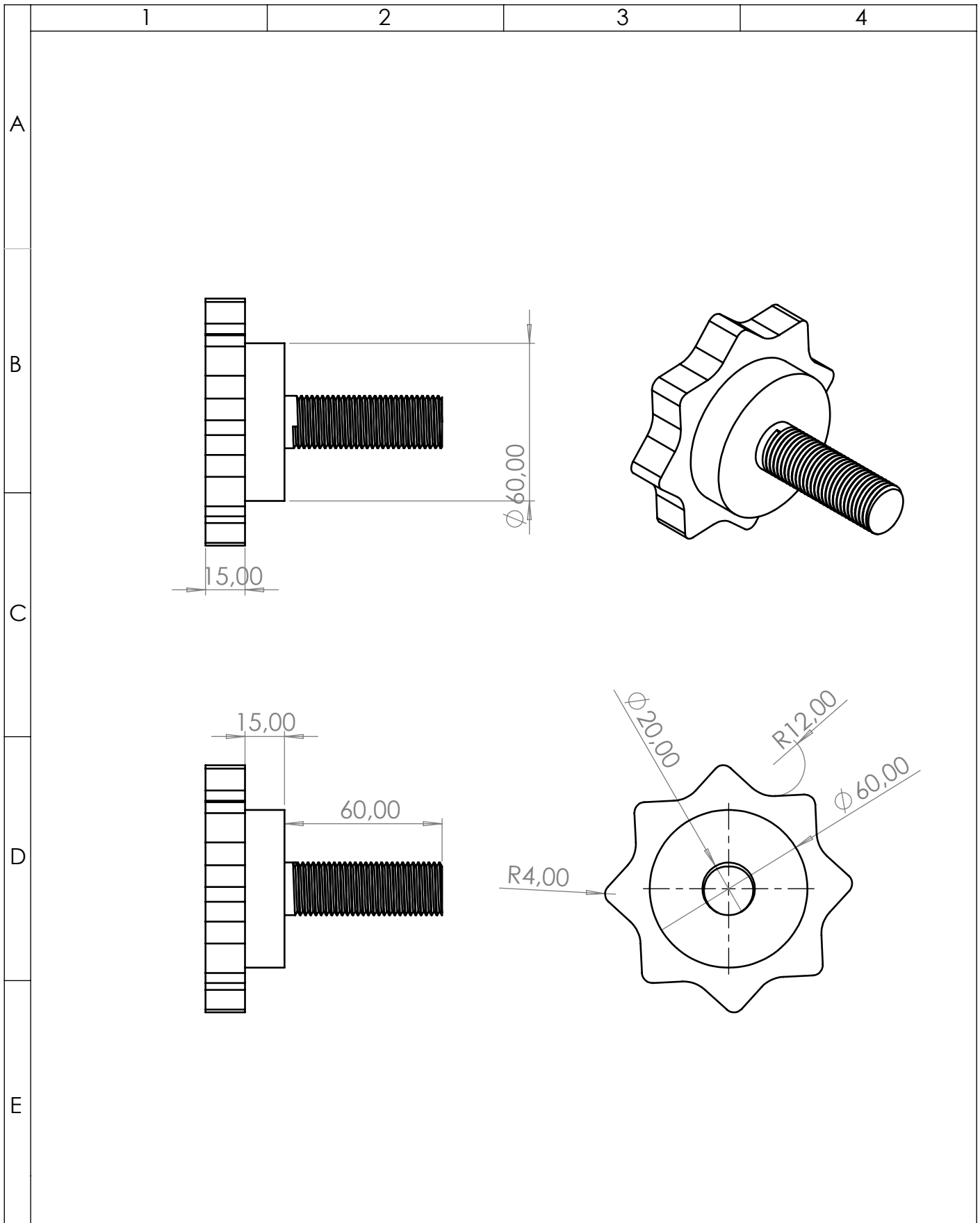
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:5		
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 10	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - BASE TORNILLOS





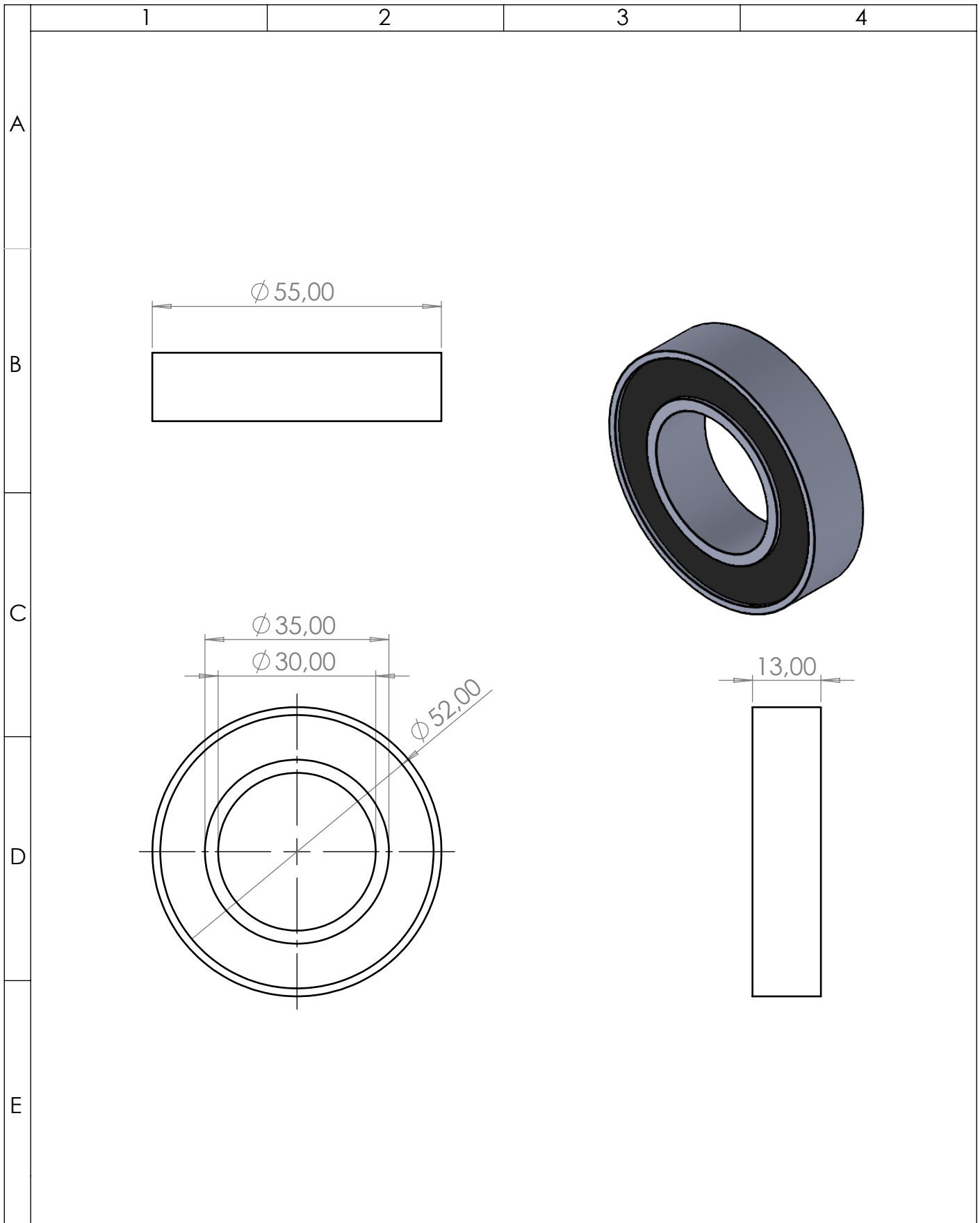
		<h1>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</h1>			
Fecha:	Nombre:	Escala:	<h2>INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h2>		
Dib.	Landeta J. - Nuñez J.	1:5			
Rev.	MSc. Luis Navarrete				
Apro.	MSc. Luis Navarrete				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 11	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - SUJETADOR DE MOLDES





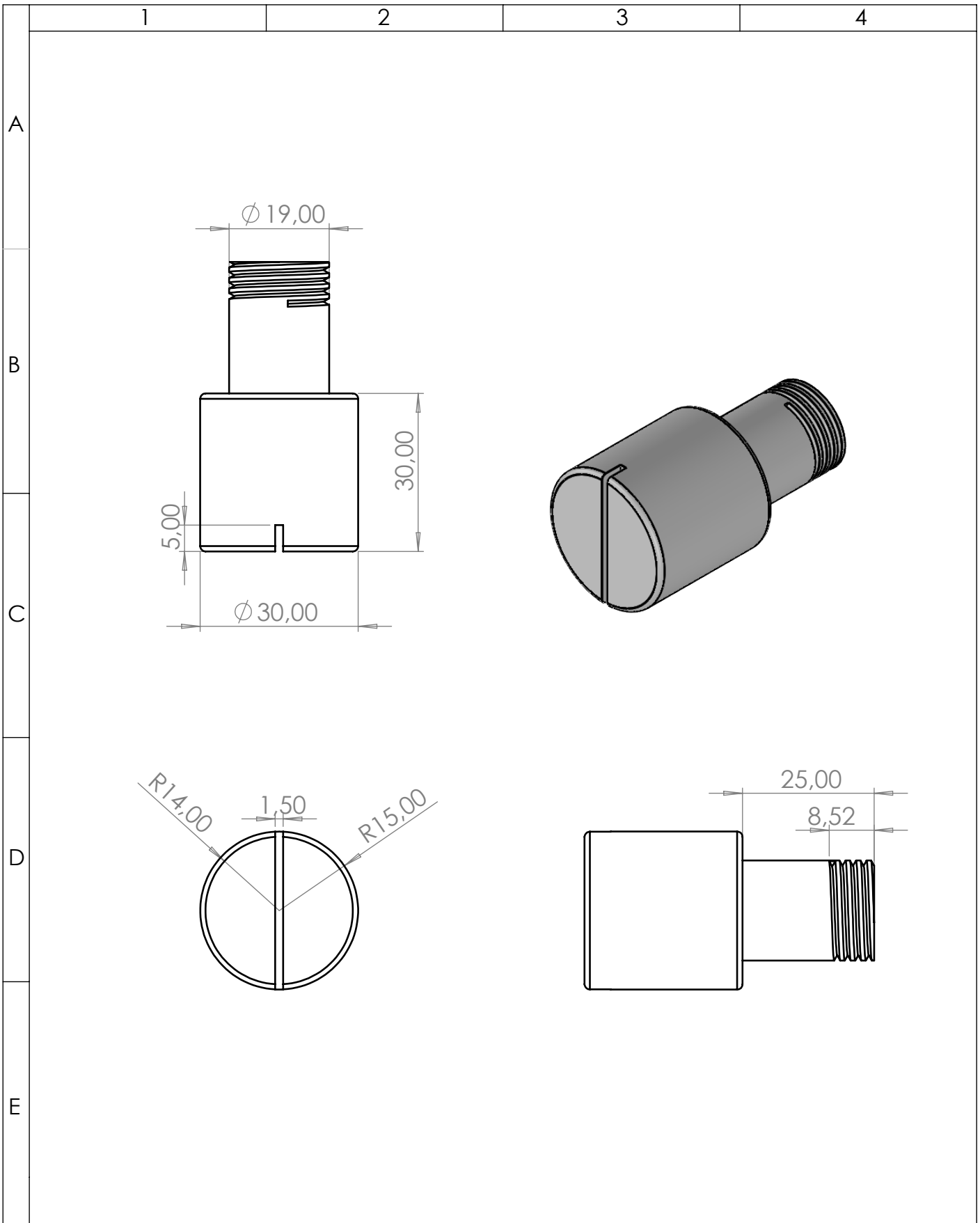
		<h1>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</h1>			
Fecha:	Nombre:	Escala:	<h2>INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h2>		
Dib.	Landeta J. - Nuñez J.				
Rev.	MSc. Luis Navarrete				
Apro.	MSc. Luis Navarrete				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm		DISEÑO MECÁNICO	



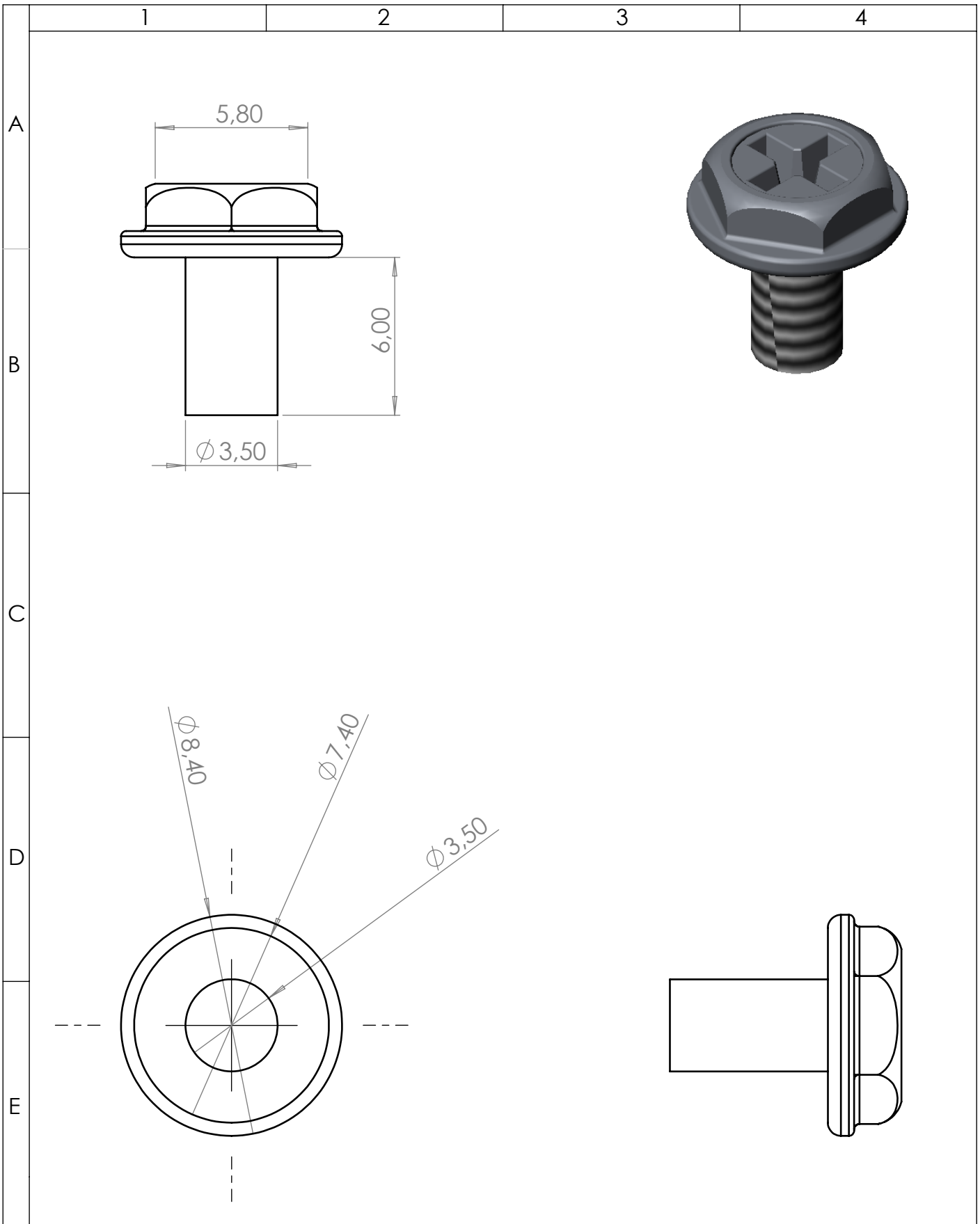
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:2	
Rev.		MSc. Luis Navarrete		
Apro.		MSc. Luis Navarrete		
Materiales:	Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO	A 1mm	N° 13	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - PERILLA DE AJUSTE





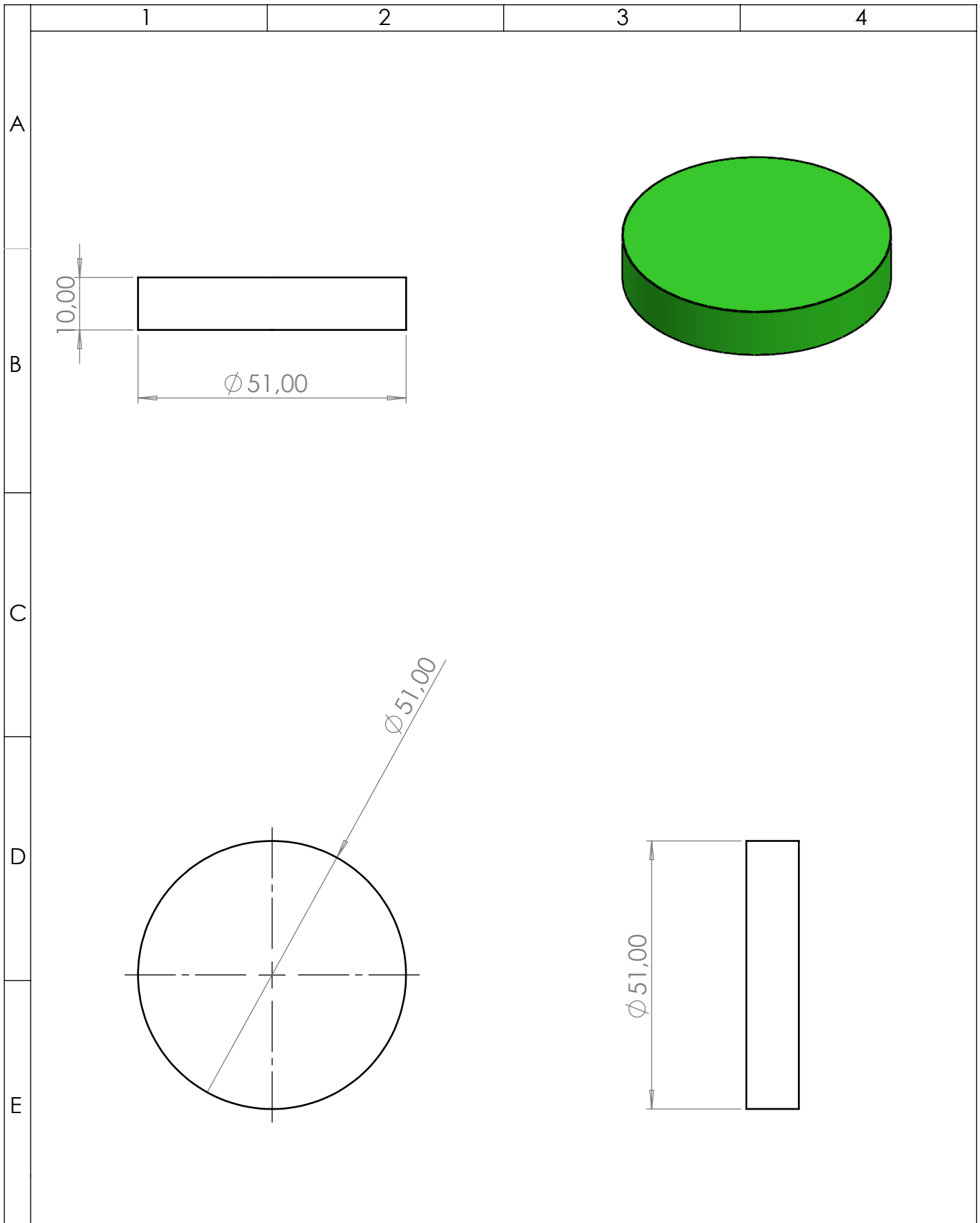
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:1	
Rev.		MSc. Luis Navarrete		
Apro.		MSc. Luis Navarrete		
Materiales:	Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO	A 1mm	Nº 15	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - RODAMIENTO



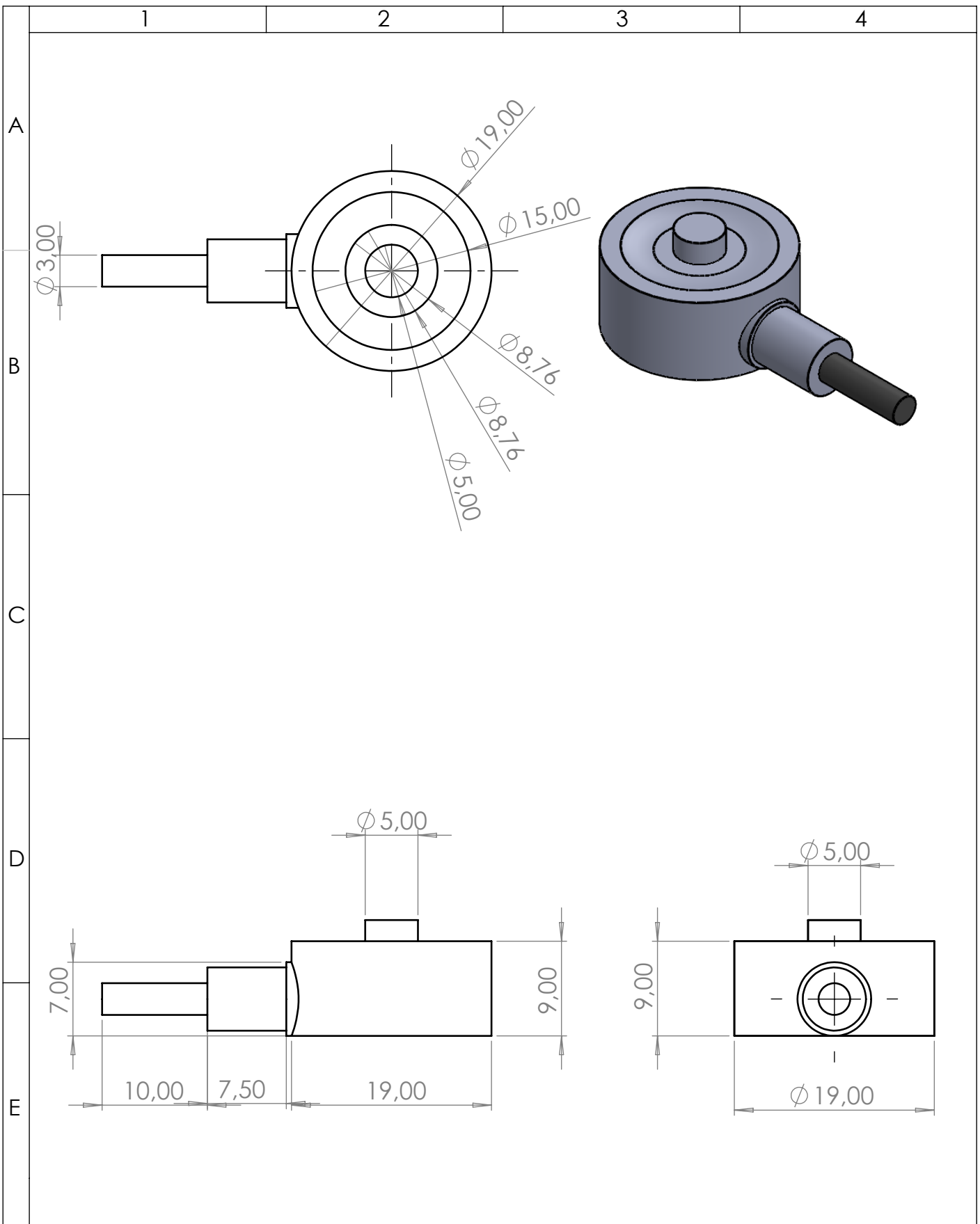
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:			
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
	Materiales:	Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
	DURALUMINIO	A 1mm	Nº 12	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - TORNILLO DE AJUSTE




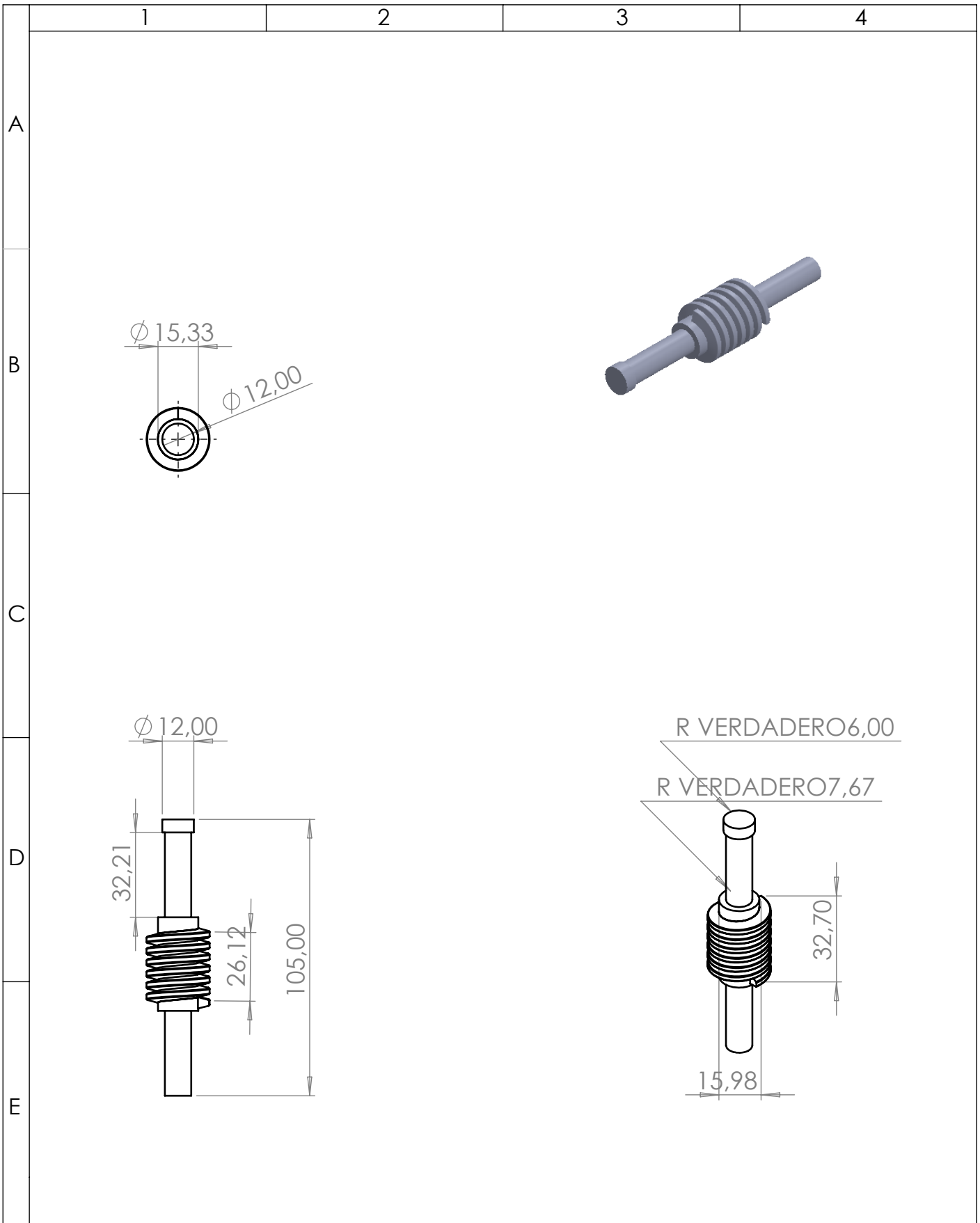
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	5:1		
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
ACERO		A 1mm		DISEÑO MECÁNICO	VISTAS- PERNO





		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala:		
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:2		
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm		DISEÑO MECÁNICO	VISTAS-SOLIDO PARA PRESIÓN

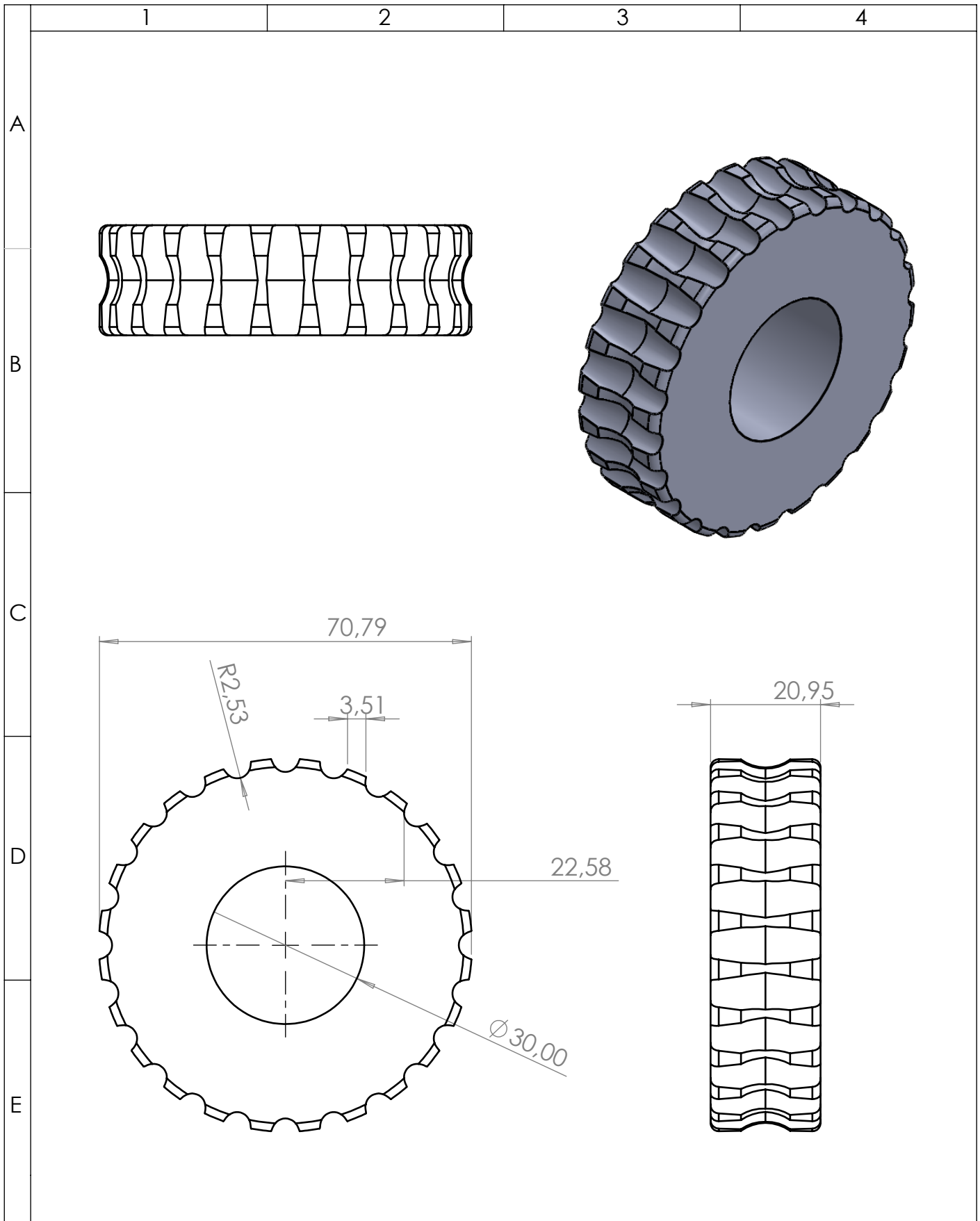




		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib.	Landeta J. - Nuñez J.	2:1			
Rev.	MSc. Luis Navarrete				
Apro.	MSc. Luis Navarrete				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm		DISEÑO MECÁNICO	VISTAS-SENSOR DE FUERZA

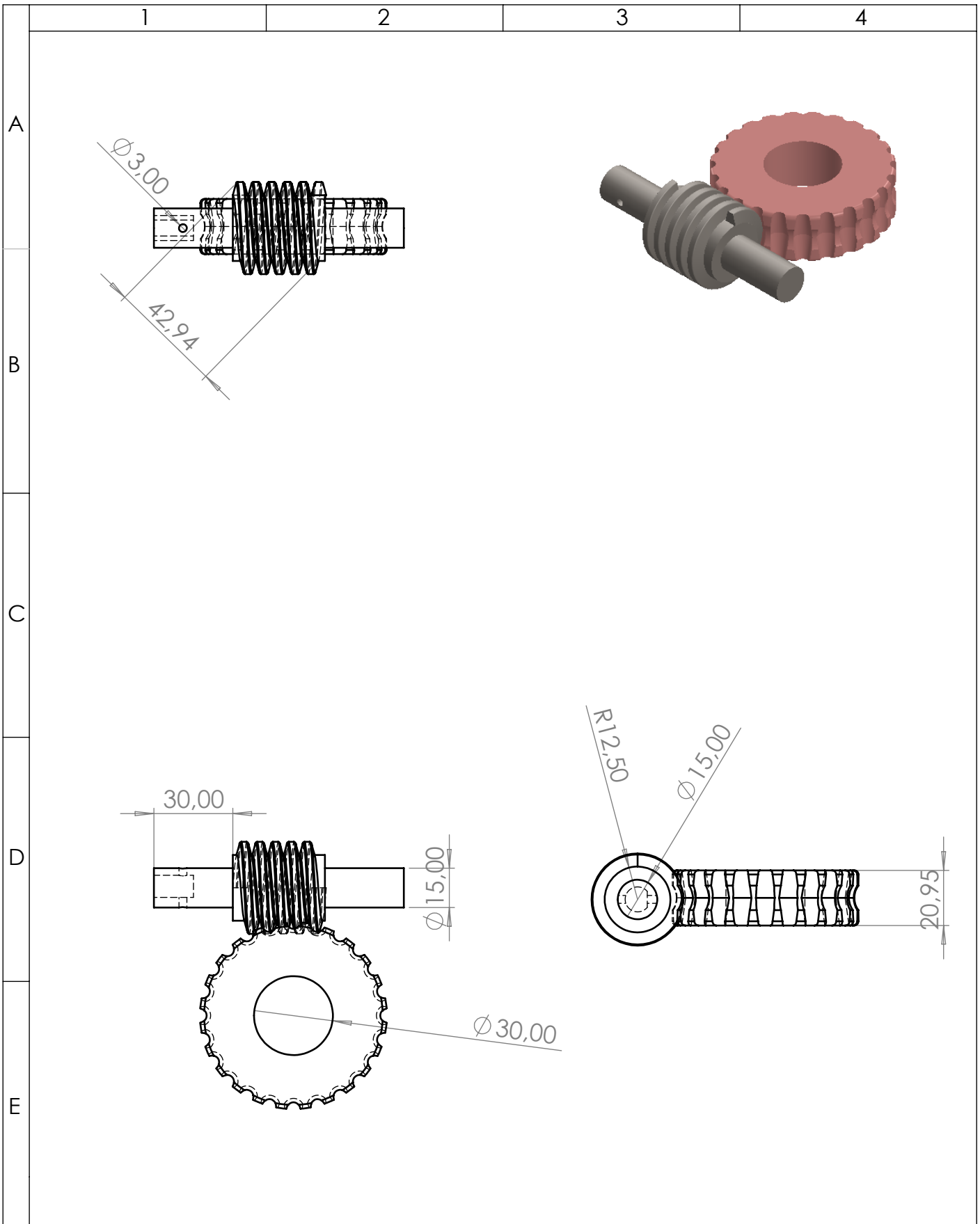



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	
	Fecha:	Nombre:	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	Escala: 1:2
Rev.		MSc. Luis Navarrete	
Apro.		MSc. Luis Navarrete	
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:
DURALUMINIO		A 1mm	Asignatura: DISEÑO MECÁNICO
			Denominación: VISTA-TORNILLO

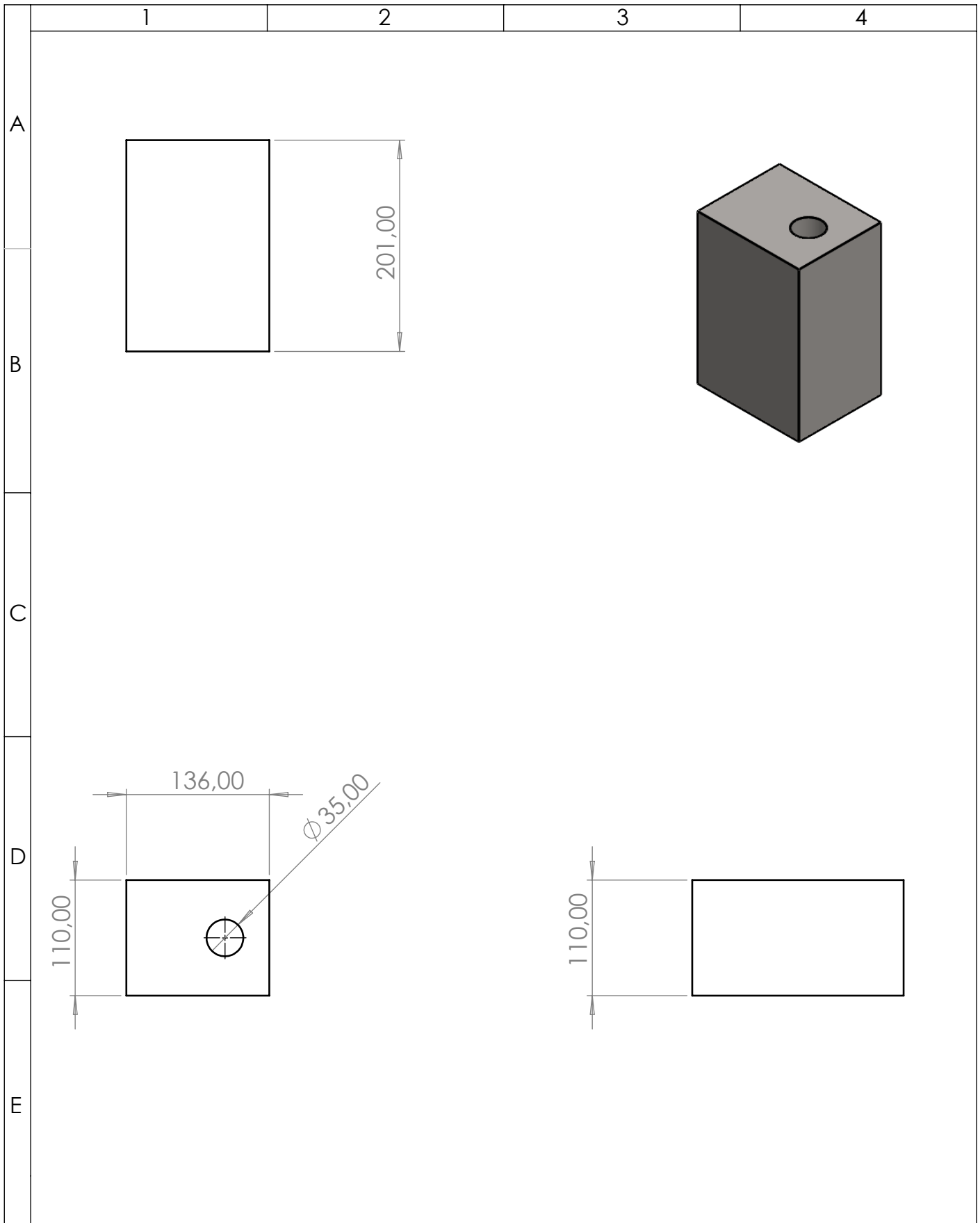
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA





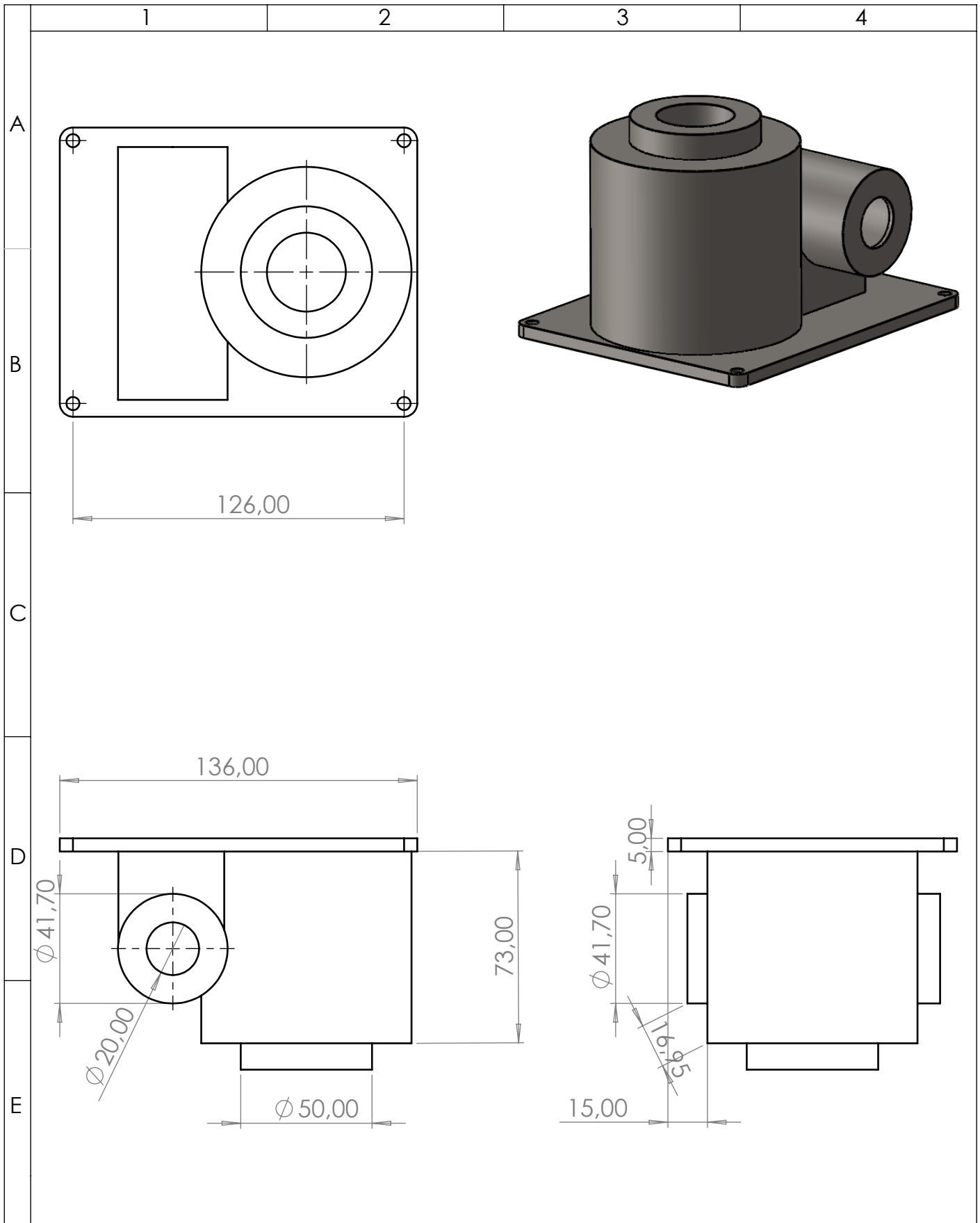
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib.	Landeta J. - Nuñez J.	1:1			
Rev.	MSc. Luis Navarrete				
Apro.	MSc. Luis Navarrete				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº2	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - CORONA





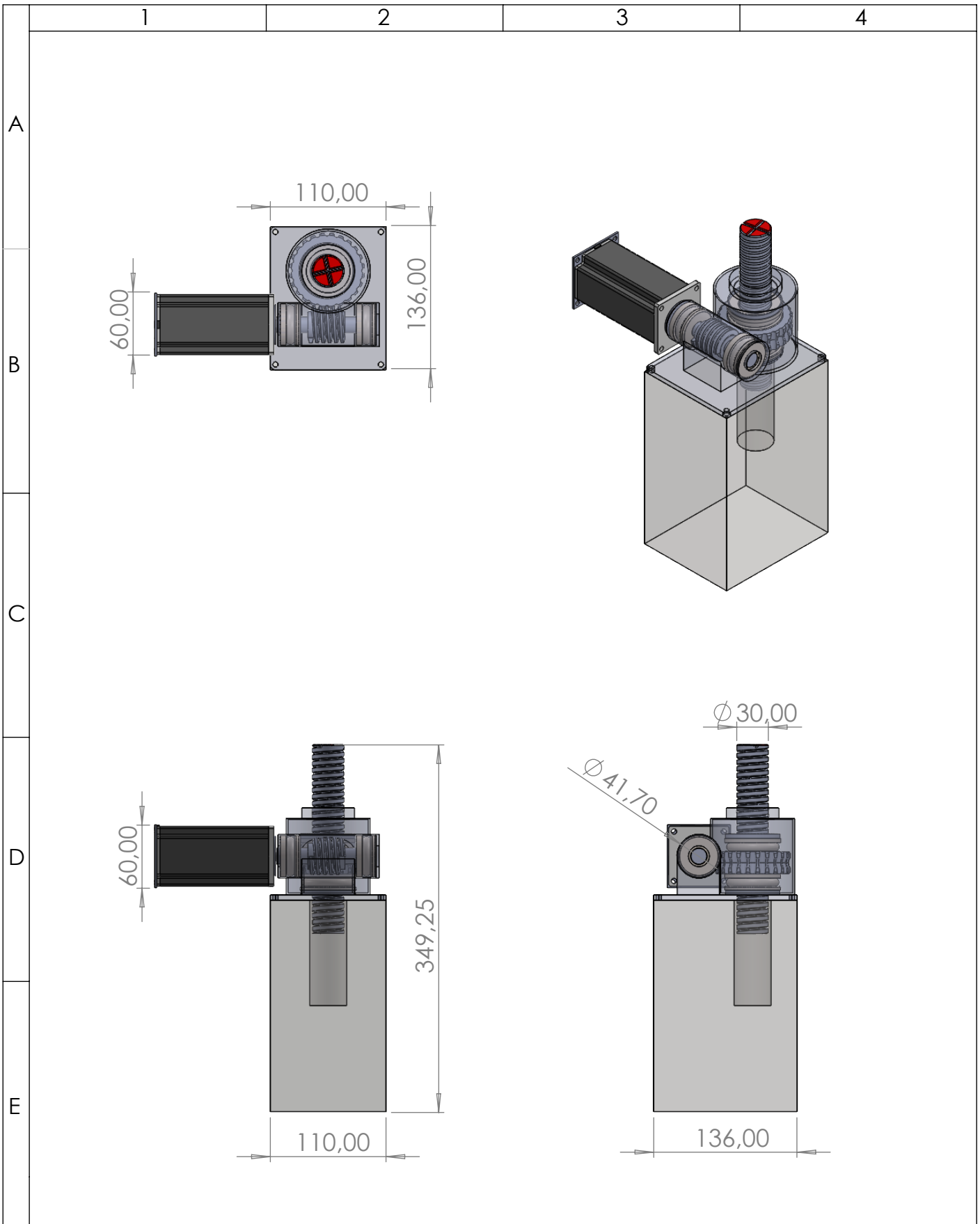
		<h1>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</h1>			
Fecha:	Nombre:	Escala: 1:2	<h2>INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h2>		
Dib.	Landeta J. - Nuñez J.				
Rev.	MSc. Luis Navarrete				
Apro.	MSc. Luis Navarrete				
Materiales: BRONCE-ACERO		Tolerancias: A 1mm	Número Lámina:	Asignatura: DISEÑO MECÁNICO	Denominación: VISTAS-TORNILLO SINFIN





		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:5		
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm		DISEÑO MECÁNICO	VISTAS-BASE-TORNILLO-SINFÍN

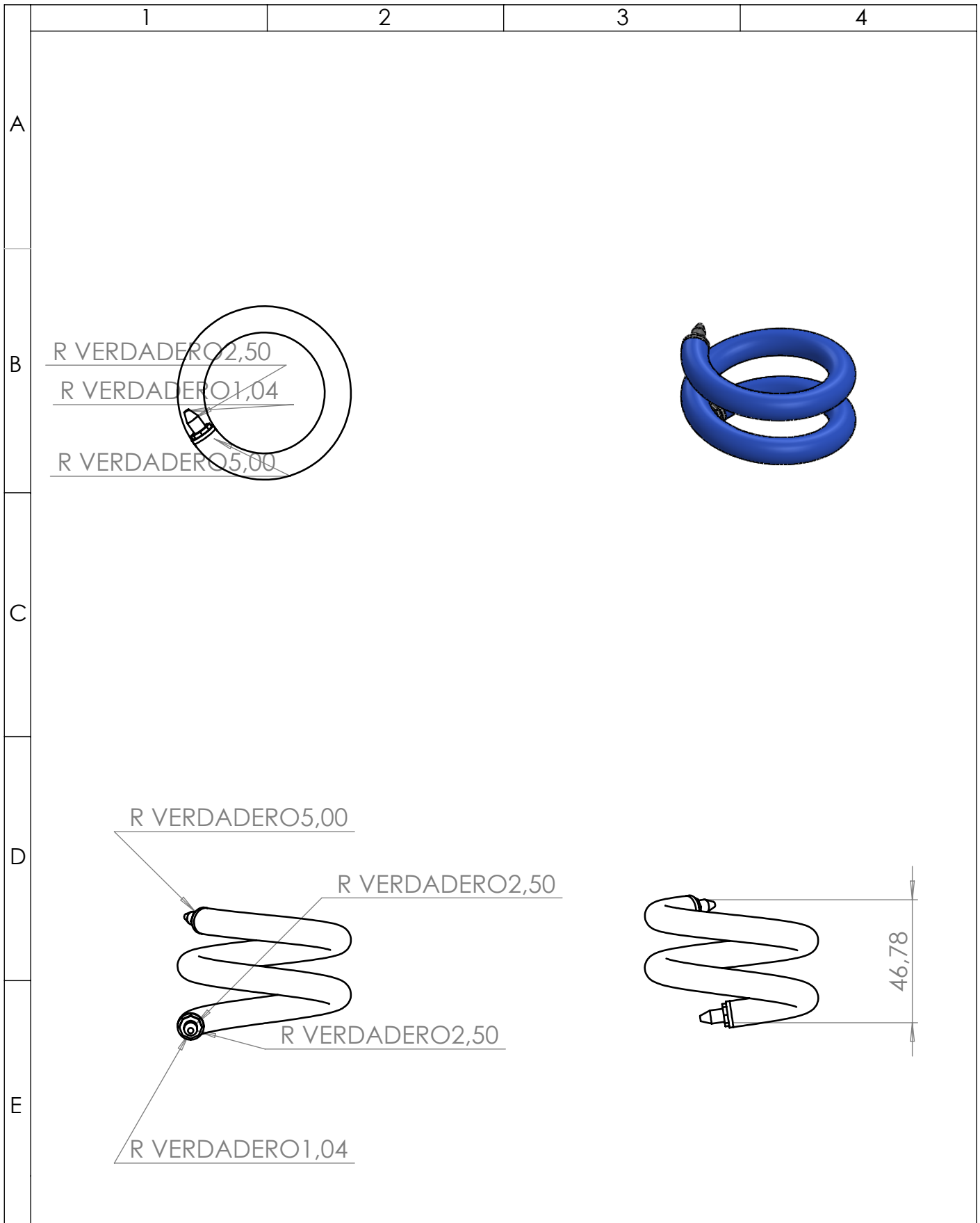




	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.	Landeta J. - Nuñez J.	1:2		
Rev.	MSc. Luis Navarrete			
Apro.	MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		Tolerancias: A 1mm	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS-BASE-PARA-MOTOR-Y TORNILLO-SINFÍN

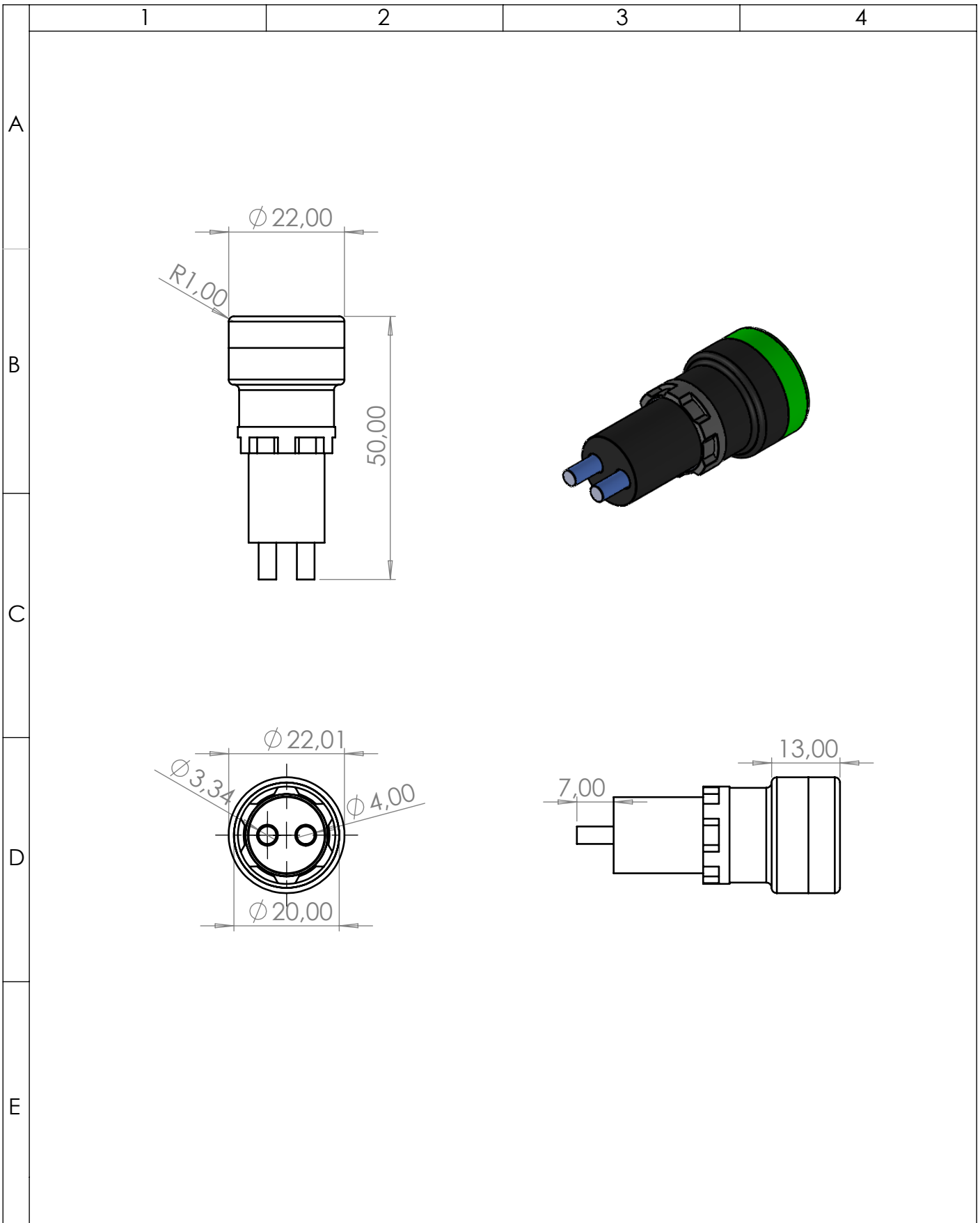




		<h1>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</h1>			
Fecha:	Nombre:	Escala: 1:5	<h2>INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h2>		
Dib.	Landeta J. - Nuñez J.				
Rev.	MSc. Luis Navarrete				
Apro.	MSc. Luis Navarrete				
Materiales: DURALUMINIO		Tolerancias: A 1mm	Número Lámina: 1	Asignatura: DISEÑO MECÁNICO	Denominación: VISTAS - GATO ELÉCTRICO

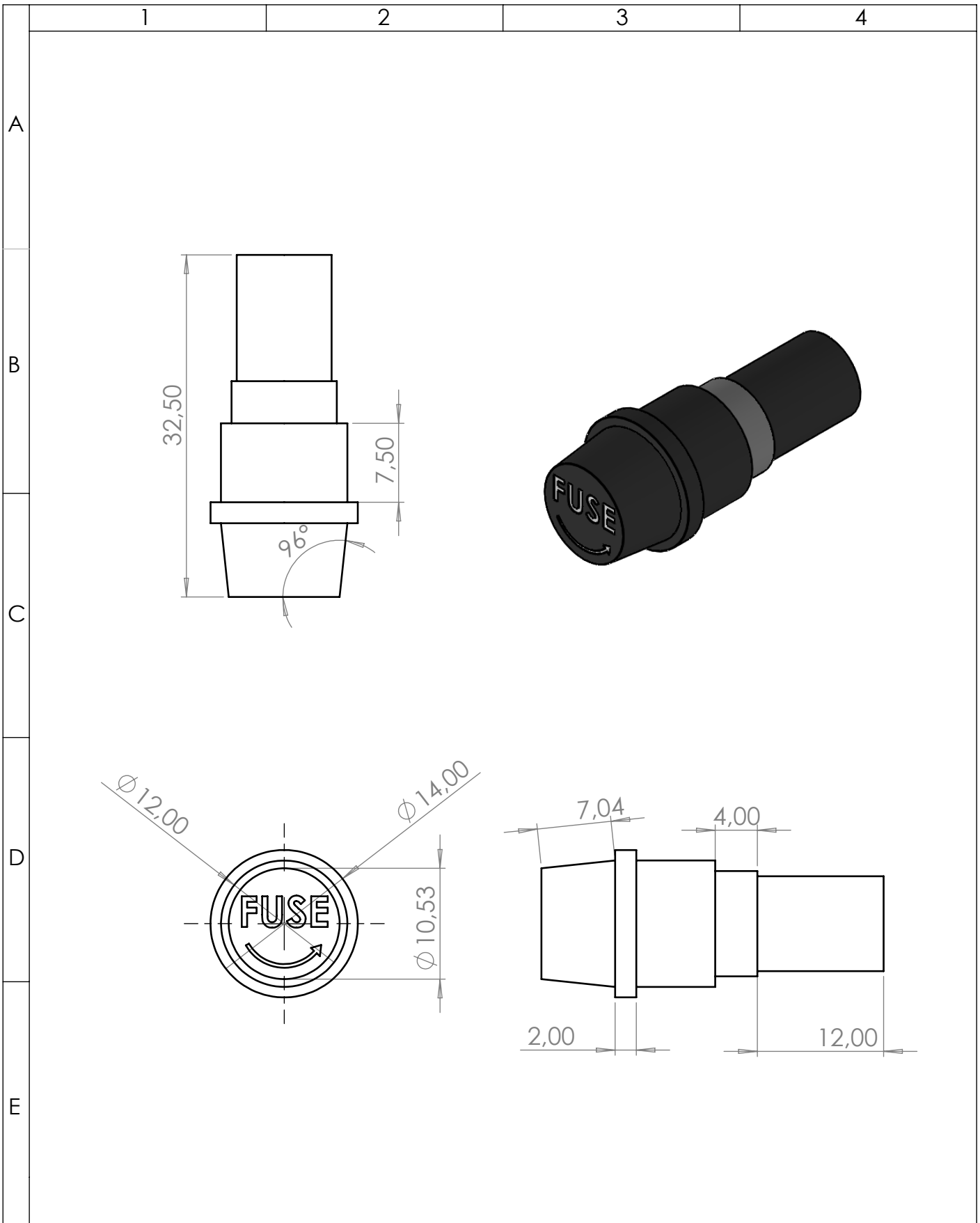
BLÉCTRICOS





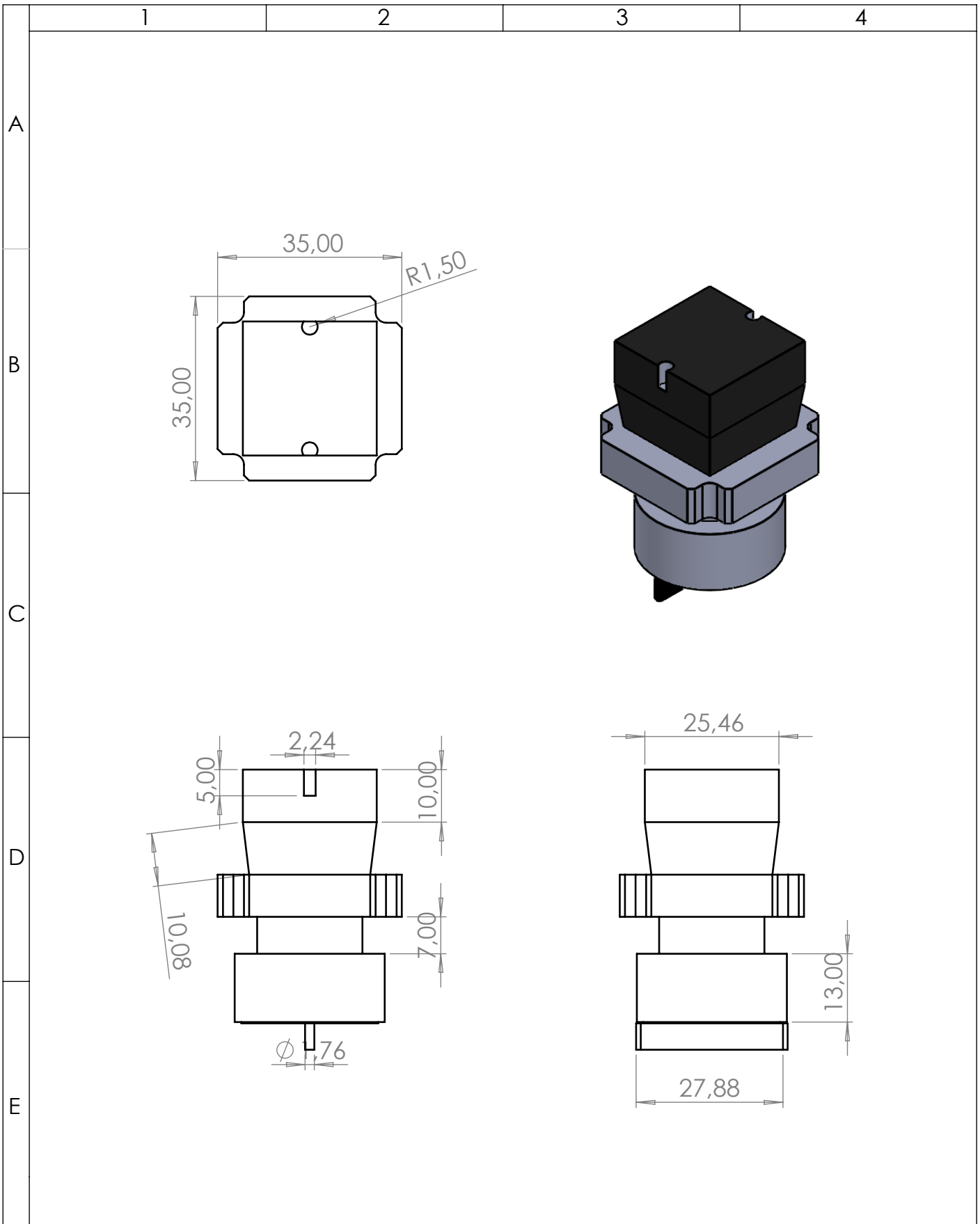
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		
	Fecha:	Nombre:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	Escala: 1:2	
Rev.		MSc. Luis Navarrete		
Apro.		MSc. Luis Navarrete		
Materiales:	Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO	A 1mm	Nº 1	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - RESISTENCIA TUBULAR





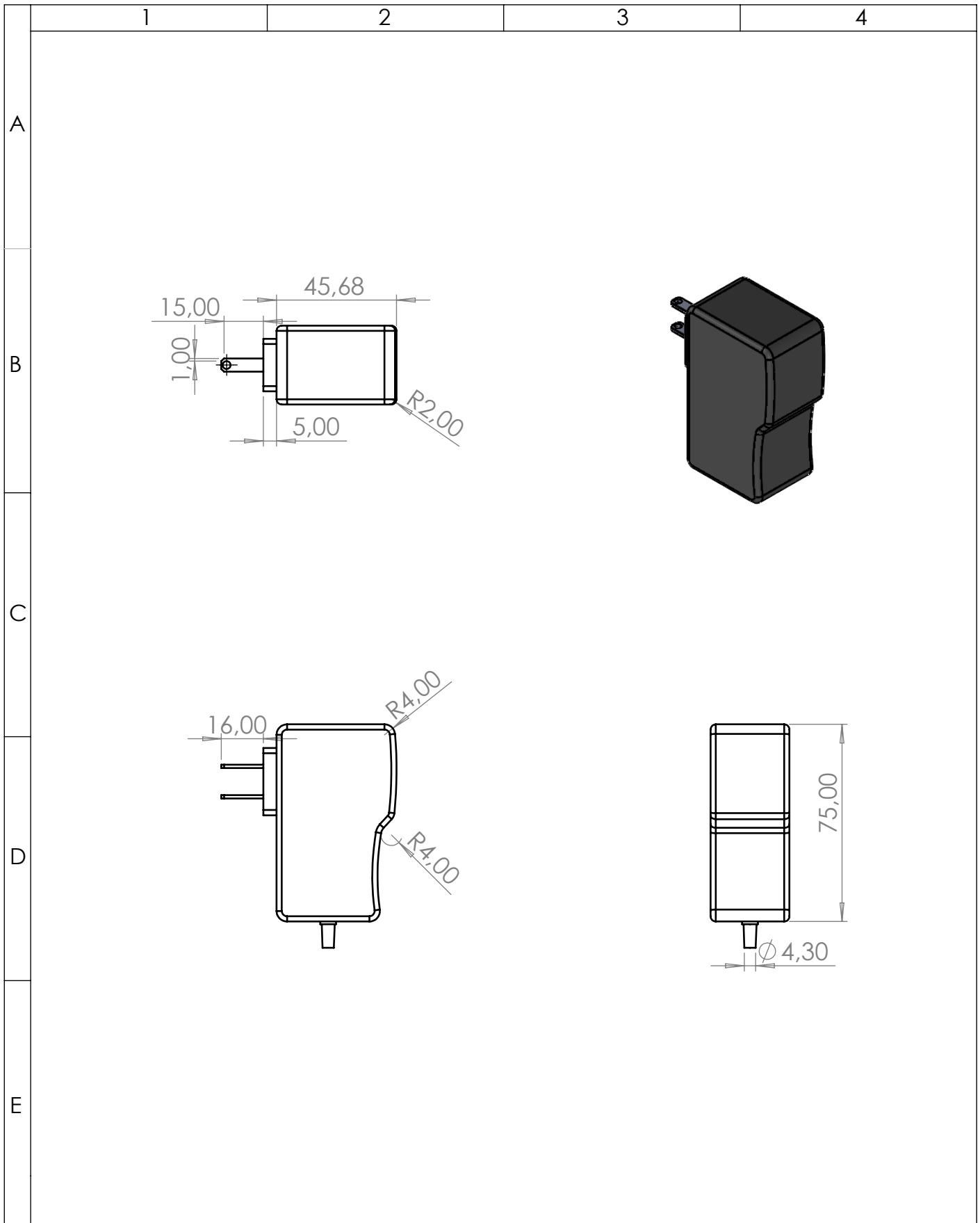
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:1		
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 2	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - LAMPARA DE SEÑALIZACIÓN





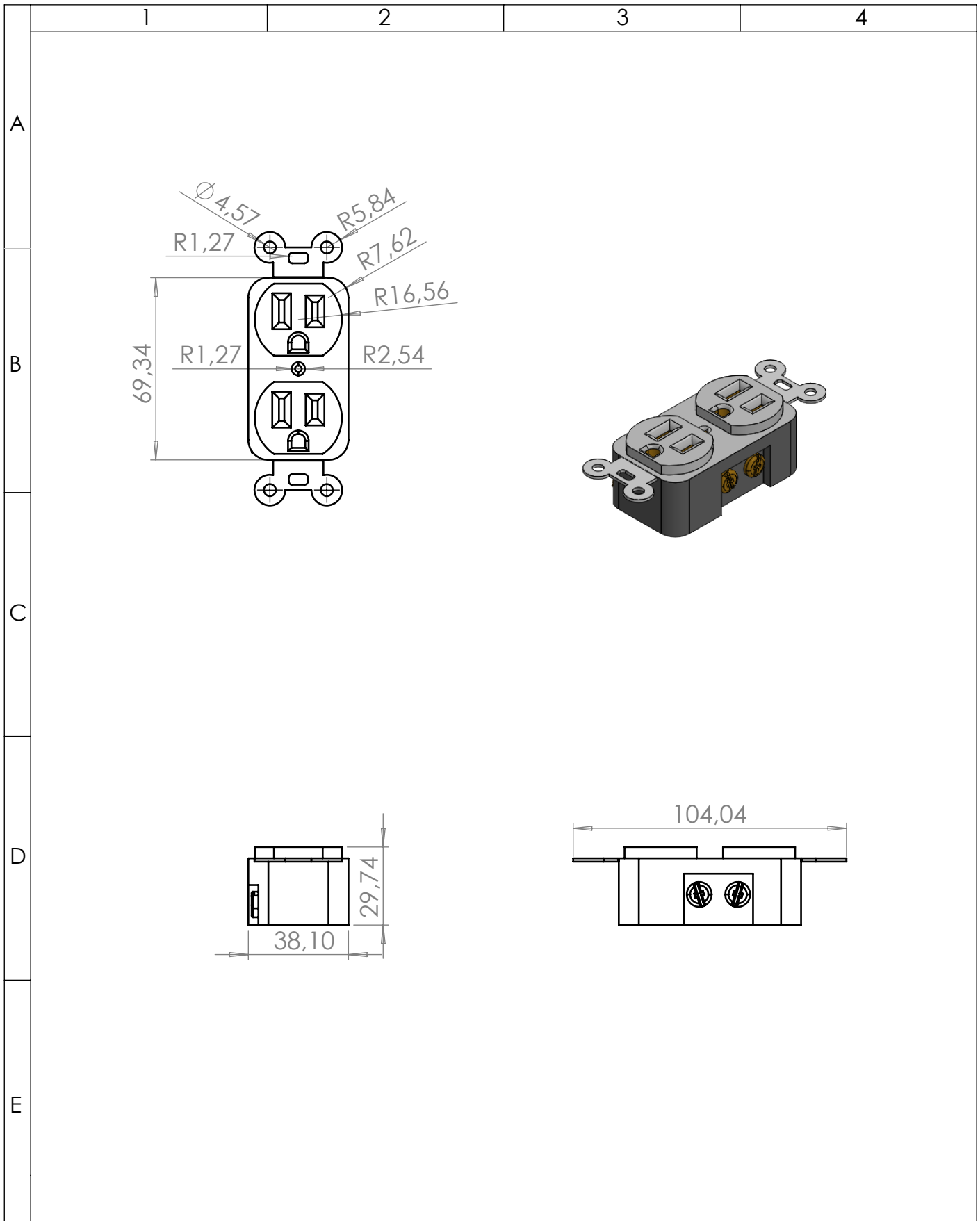
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	2:1		
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 3	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - PORTAFUSIBLE



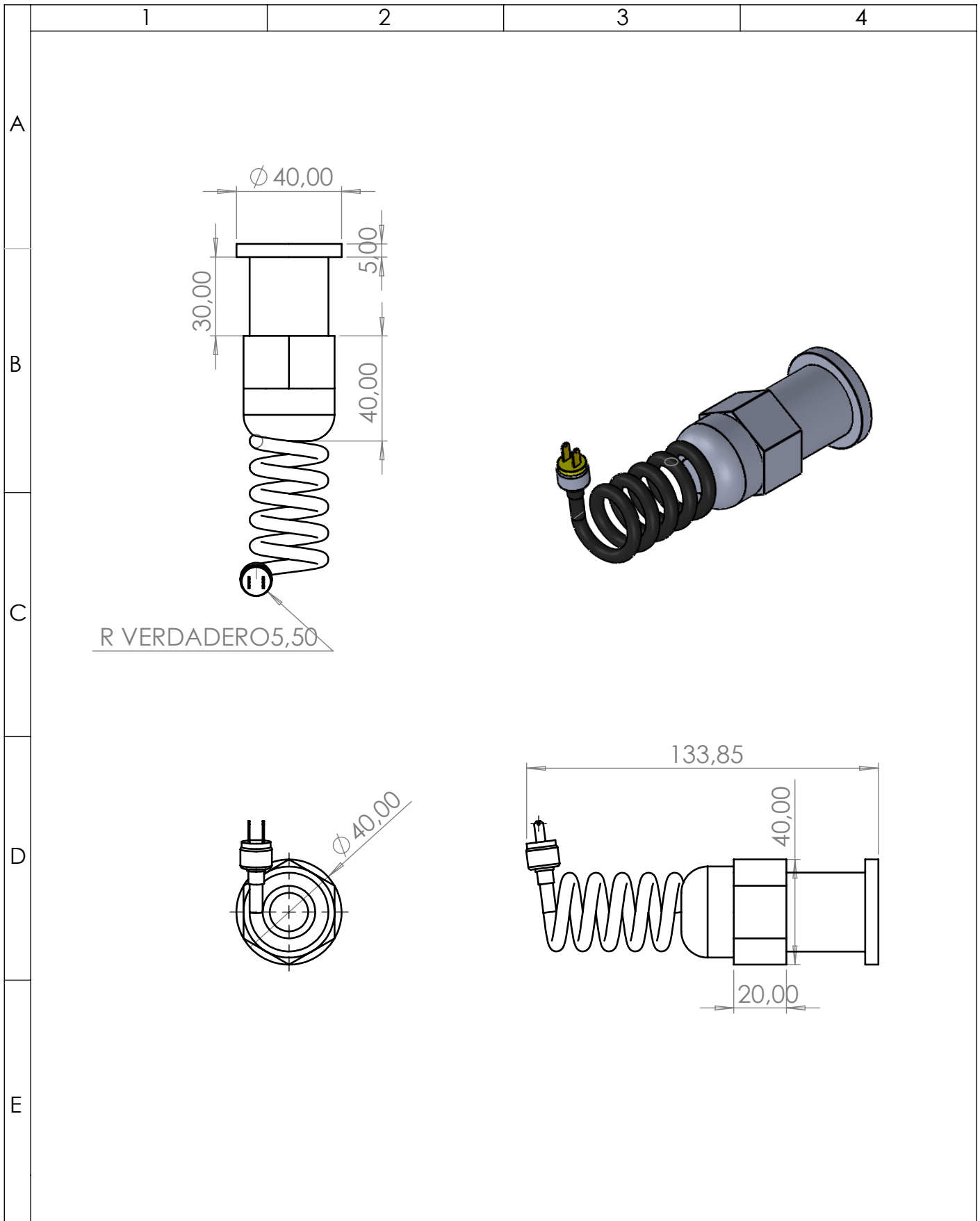
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:1		
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 4	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - SELECTOR





		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:2		
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 5	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - CARGADOR 9V

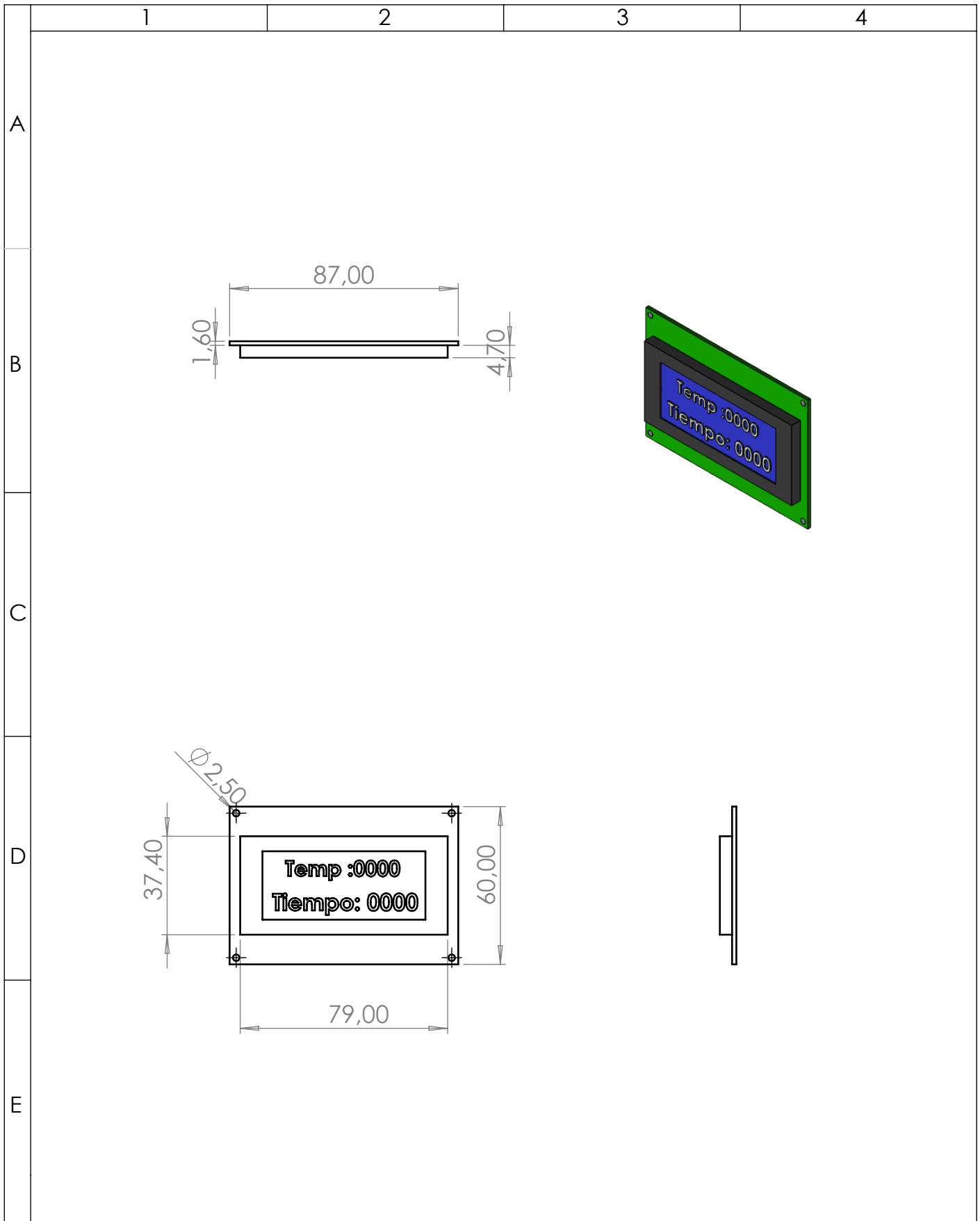




		<h2 style="margin: 0;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</h2>			
	Fecha:	Nombre:	<h3 style="margin: 0;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h3>		
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.			
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm		DISEÑO MECÁNICO	

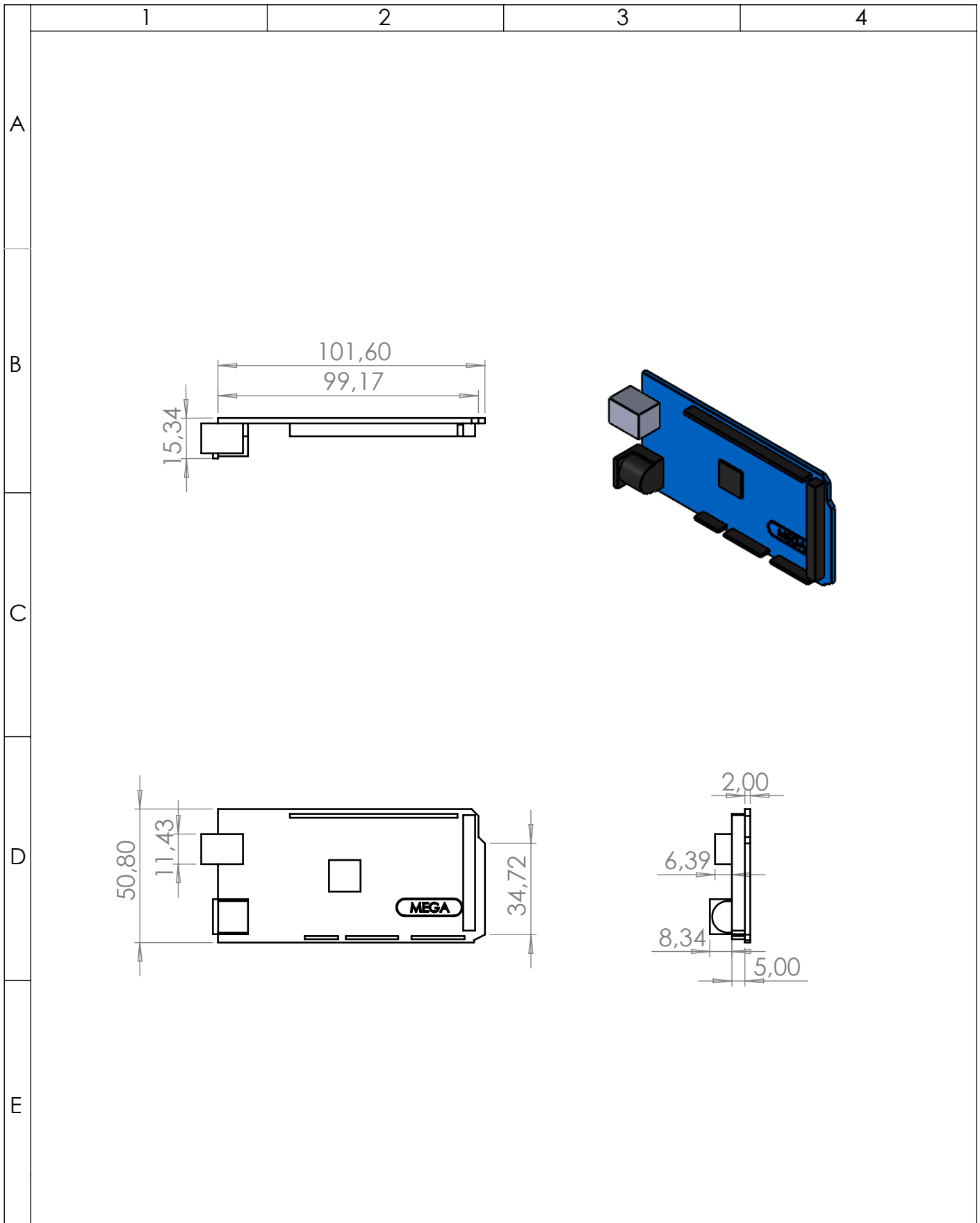


		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala: 1:2	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.			
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 8	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - CABLE 220V

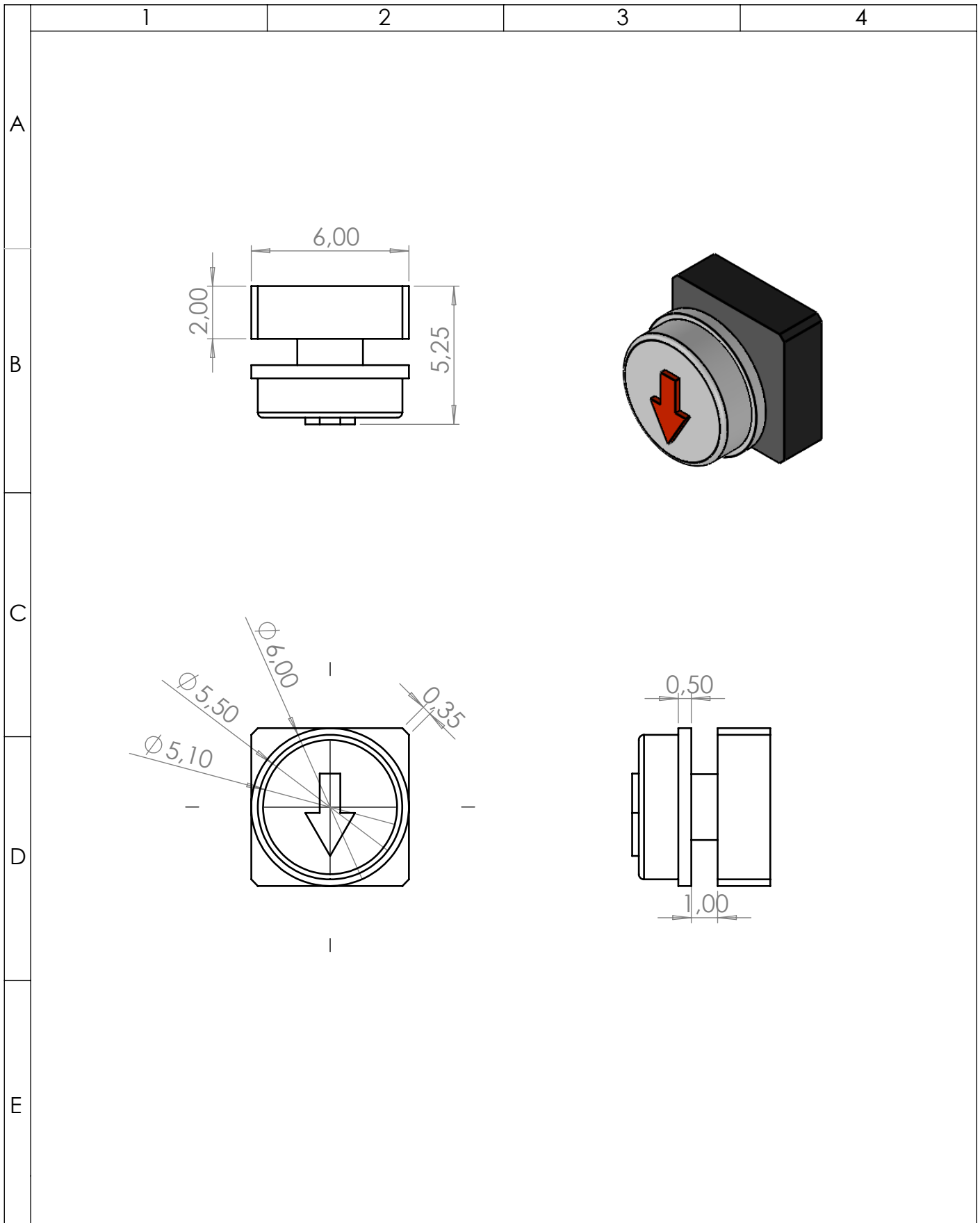
ELECTRÓNICOS





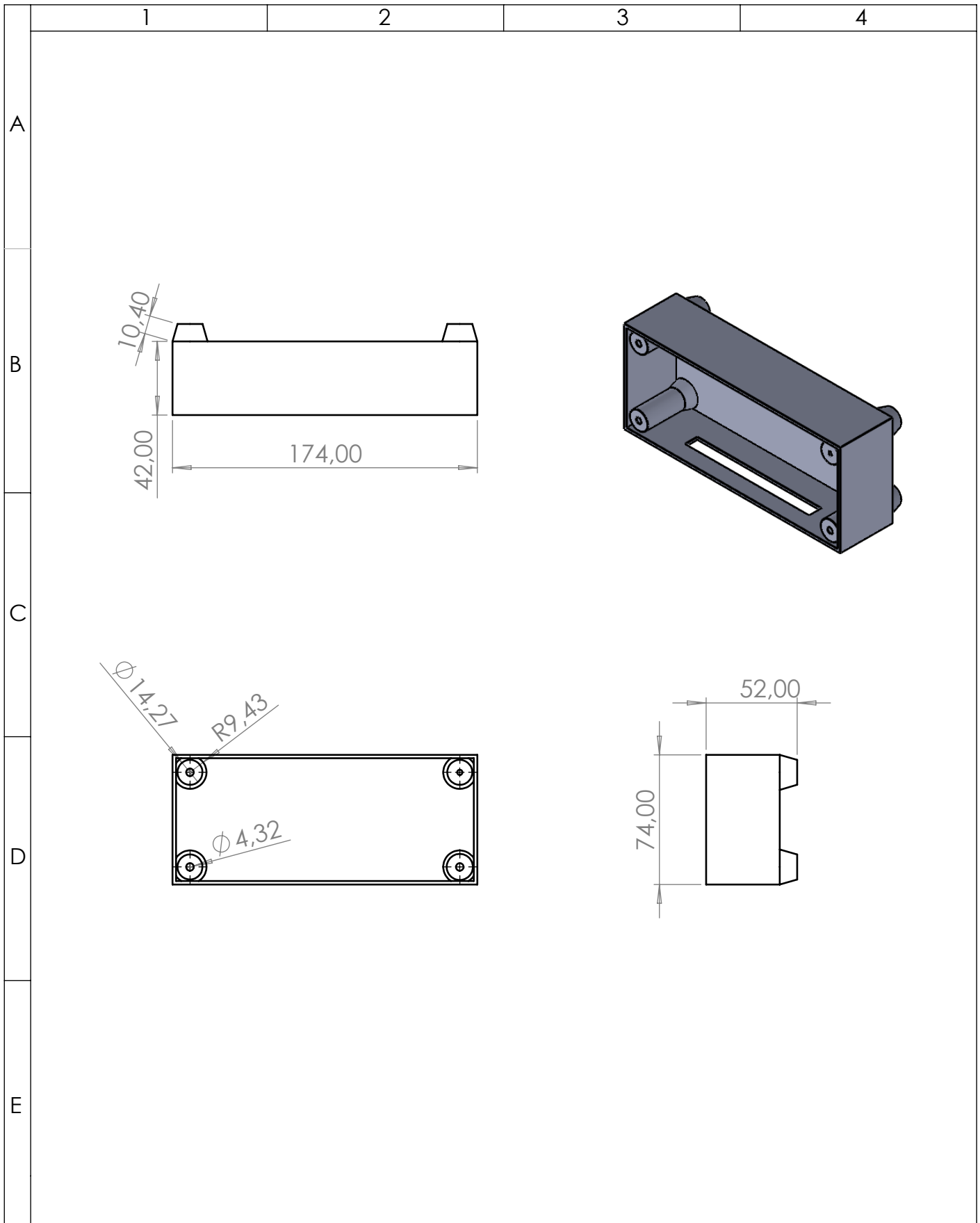
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:2		
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	1	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - LCD 16X4





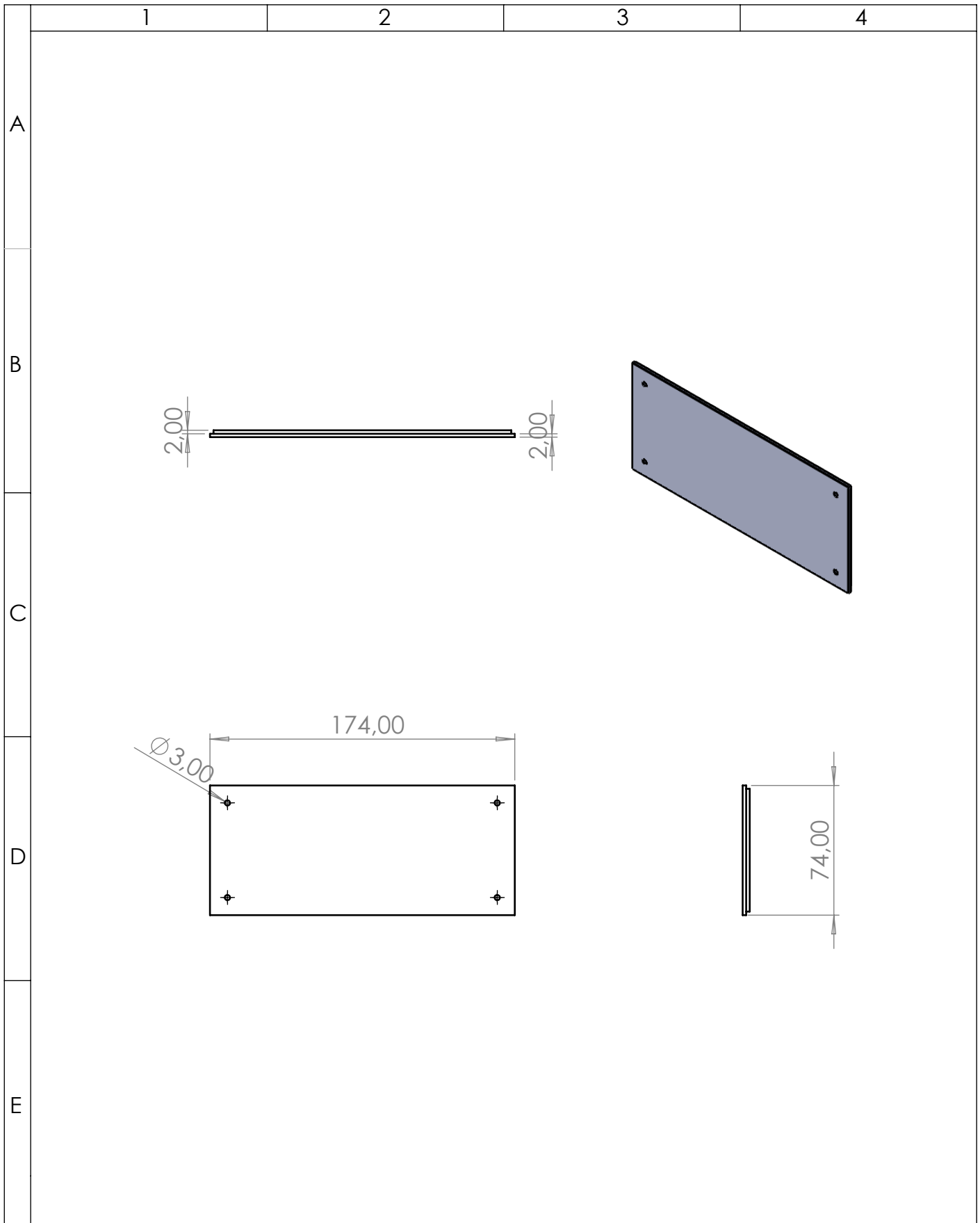
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:2		
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 2	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - ARDUINO MEGA





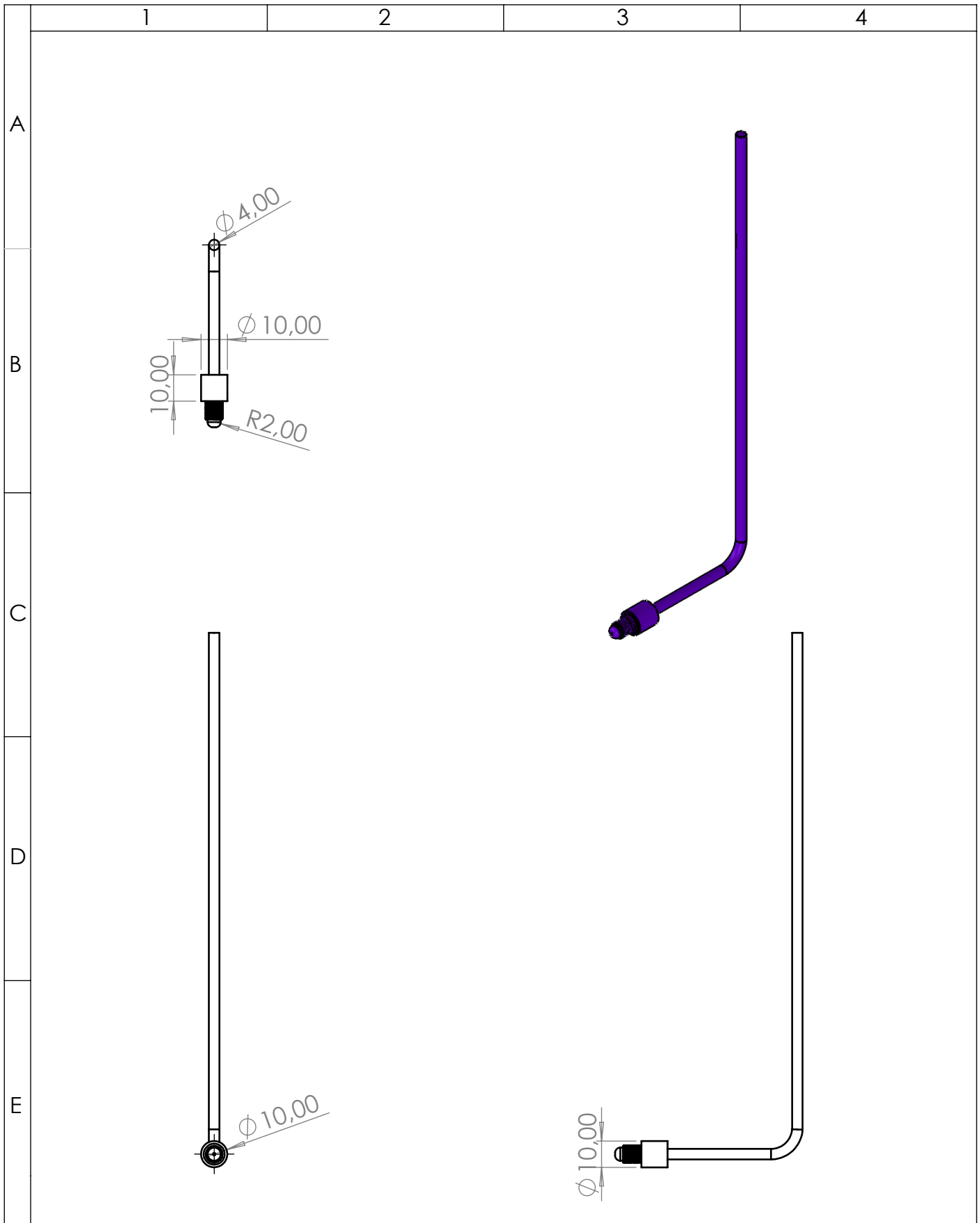
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	5:1		
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 3	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - PULSADOR





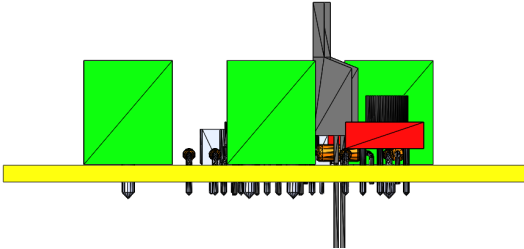
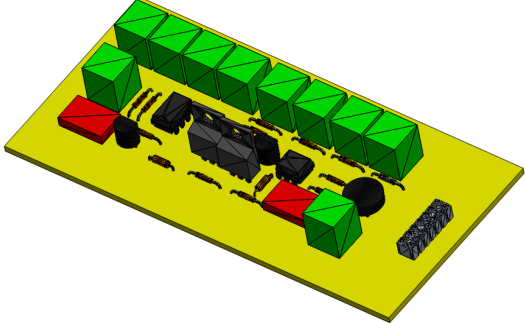
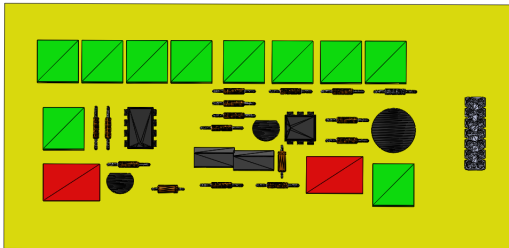
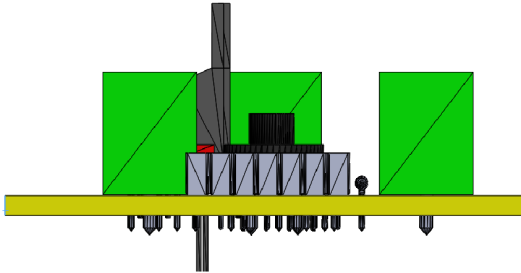
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI				
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:3			
Rev.		MSc. Luis Navarrete				
Apro.		MSc. Luis Navarrete				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:	
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 4	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - CAJA PLACA	





		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
Dib.		Landeta J. - Nuñez J.	1:3		
Rev.		MSc. Luis Navarrete			
Apro.		MSc. Luis Navarrete			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	N° 5	DISEÑO MECÁNICO	VISTAS - TAPA CAJA PLACA



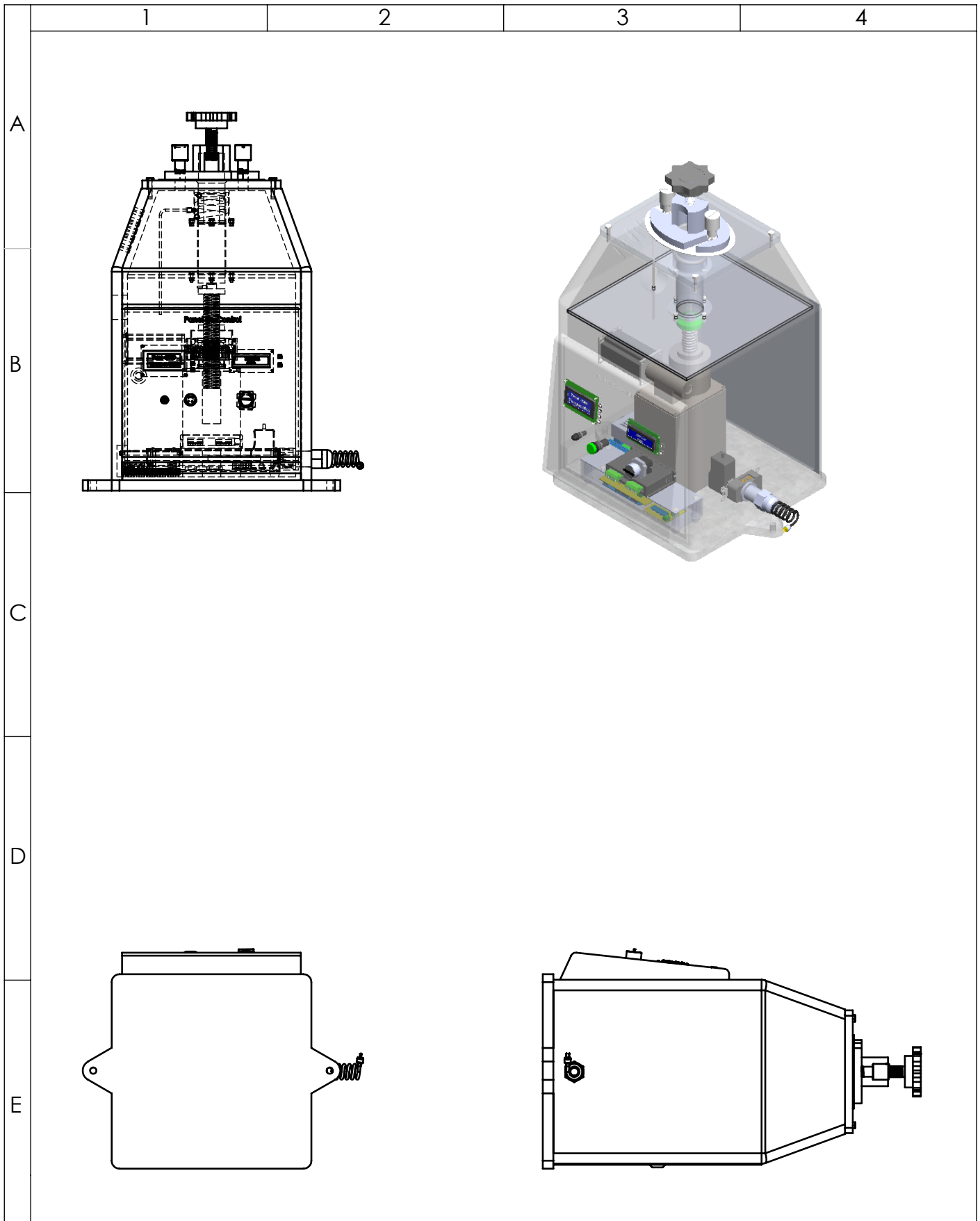
		<h1>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</h1>			
Fecha:	Nombre:	Escala: 1:2	<h2>INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h2>		
Dib.	Landeta J. - Nuñez J.				
Rev.	MSc. Luis Navarrete				
Apro.	MSc. Luis Navarrete	Número Lámina: N° 6	Asignatura: DISEÑO MECÁNICO	Denominación: VISTAS - TERMOCUPLA	
Materiales: DURALUMINIO		Tolerancias: A 1mm			

	1	2	3	4
A				
B				
C				
D				
E				

		<h1>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</h1>			
Fecha:	Nombre:	Escala:	<h2>INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h2>		
Dib.	Landeta J. - Nuñez J.	1.1			
Rev.	MSc. Luis Navarrete				
Apro.	MSc. Luis Navarrete				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm	Nº 1	DISEÑO MECÁNICO	Vistas Chasis

MÁQUINA

ENCAPSULADORA



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
Fecha:	Nombre:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	1:10		
Dib.	Landeta J. - Nuñez J.				
Rev.	MSc. Luis Navarrete				
Apro.	MSc. Luis Navarrete				
Materiales:		Tolerancias:	Número Lámina:	Asignatura:	Denominación:
DURALUMINIO		A 1mm		DISEÑO MECÁNICO	VISTAS-MÁQUINA-ENCAPSULADORA