



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO PARA
DETERMINAR LA CANTIDAD DE GRASA EN
ELEMENTOS ROTATIVOS PARA EL LABORATORIO DE
TRIBOLOGÍA DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar por el grado académico de:
INGENIERA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTORAS:

MÓNICA KARINA CHILQUINGA MORETA

DAISY PAOLA MOYOLEMA SAILEMA

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO PARA
DETERMINAR LA CANTIDAD DE GRASA EN
ELEMENTOS ROTATIVOS PARA EL LABORATORIO DE
TRIBOLOGÍA DE LA FACULTAD DE MECÁNICA.”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTORAS: MÓNICA KARINA CHILQUINGA MORETA

DAISY PAOLA MOYOLEMA SAILEMA

DIRECTOR: ING. FÉLIX ANTONIO GARCÍA MORA

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Mónica Karina Chiquinga Moreta & Daisy Paola Moyolema Sailema

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotras Mónica Karina Chiliquinga Moreta & Daisy Paola Moyolema Sailema, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autoras asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 08 de diciembre del 2023.

Mónica Karina Chiliquinga Moreta
180373854-9

Daisy Paola Moyolema Sailema
180488811-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE GRASA EN ELEMENTOS ROTATIVOS PARA EL LABORATORIO DE TRIBOLOGÍA DE LA FACULTAD DE MECÁNICA**”, realizado por las señoritas: **CHILQUINGA MORETA MÓNICA KARINA** y **MOYOLEMA SAILEMA DAISY PAOLA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

Ing. Marco Antonio Ordoñez Viñán
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

FIRMA



FECHA

2023-12-08

Ing. Félix Antonio García Mora
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2023-12-08

Ing. Fausto Ulpiano Caicedo Benavides
ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2023-12-08

DEDICATORIA

Agradezco a Dios, a la Madre Dolorosita del Colegio y a la Virgencita del Rosario por haberme otorgado la vida, la salud y una familia maravillosa, quienes han creído siempre en mí, dándome ejemplo de superación, humildad, respeto, sencillez y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo, a quienes tengo a mi alrededor y cada una de las oportunidades que se me presentan en el transcurso de mi vida. Dedico el presente trabajo de titulación especialmente a mis padres, hermanos, a mi enamorado Danilo y a mi ángel del cielo papito Tomás porque ellos siempre guiaron y sostuvieron mi mano en cada etapa alcanzada además han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida.

Mónica

En primer lugar, agradecer a Dios por la salud y vida que nos brinda día a día a las personas que de una forma u otra han influido en mi vida y en mi carrera ya sea con un consejo y motivación, con mucho afecto y cariño el presente proyecto va dedicado a mis padres y hermano a mis abuelitos, especialmente a ti Papá Alfonso que estas en cielo gracias por ser parte de mi historia y por su inquebrantable apoyo y amor incondicional a lo largo de mi vida y durante esta etapa académica.

Daisy

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a Dios por ser el portador de bendiciones en cada momento de mi vida y cada paso en el transcurso de ella, ya que es quien ha iluminado mi mente, ha fortalecido mi corazón, me ha regalado la salud y de esta manera me ha permitido culminar con la meta propuesta y realizar el sueño más anhelado. De manera muy especial el agradecimiento eterno a mis padres: José y Elvia, hermanos: Gersón y Julissa por su apoyo incondicional en todo momento y por toda aquella motivación dada durante mi trayectoria académica creyendo siempre en mis valores, mis aptitudes y capacidades. A mis amigos, compañeros y docentes que con su sabiduría me llenaron de conocimientos e inculcaron el deseo de superación de manera muy especial para el Ing. Félix García, Director, para el Ing. Fausto Caicedo, Asesor y para el Dr. Marco Haro por su tiempo y dedicación para guiarme en la elaboración de este trabajo de titulación.

Mónica

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios por su presencia constante en mi vida, y especialmente por guiarme y acompañarme, un agradecimiento especial a mis padres Klever y María a mi hermano Anderson por el apoyo durante estos años de estudio han sido mi mayor apoyo, para concentrarme en mis objetivos. Agradecer a mis tíos y primos por su amor y comprensión y apoyo incondicional por esas palabras de aliento, su confianza en mí ha sido mi mayor motivación para llevar a cabo este proyecto. También quiero agradecer a mis compañeros y amigos por su amistad, sus ánimos y su apoyo en todo momento y docentes que han compartido sus conocimientos y experiencias conmigo, de manera muy especial para el Ing. Félix García, Director, para el Ing. Fausto Caicedo Asesor y para el Dr. Marco Haro por su tiempo y dedicación para guiarme en la elaboración de este trabajo de titulación.

Daisy

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN.....	xviii
SUMMARY	xix
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.	Planteamiento del problema.....	2
1.2.	Justificación.....	2
1.3.	Objetivos.....	3
1.3.1.	<i>Objetivo general.....</i>	3
1.3.2.	<i>Objetivo específico</i>	3

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.	Evolución de la tribología en la industria.....	4
2.1.1.	<i>Principios de la tribología aplicados en la industria</i>	4
2.1.2.	<i>Ramas importantes de la tribología</i>	5
2.1.2.1	<i>Tribociencias</i>	5
2.1.2.2	<i>Tribotécnica.....</i>	5
2.1.2.3	<i>Tribotecnología</i>	5
2.1.2.4	<i>Tribomanutención.....</i>	6
2.2.	Tipos de metodología de diseño.....	6
2.3.	Metodología QFD	7
2.3.1.	<i>Metodología QFD se divide en 4 etapas.....</i>	7
2.3.2.	<i>Metodología del diseño</i>	7
2.3.3.	<i>Planificación del producto</i>	7
2.3.4.	<i>Diseño conceptual.....</i>	8
2.3.5.	<i>Diseño de materialización</i>	8

2.3.6.	<i>Diseño del detalle</i>	8
2.4.	Factores básicos para considerar en la selección de materiales	8
2.5.	Grasa lubricante	9
2.5.1.	<i>Factores sobre el uso de las grasas</i>	10
2.5.1.1	<i>Viscosidad</i>	10
2.5.1.2	<i>Estabilidad mecánica</i>	10
2.5.1.3	<i>Miscibilidad</i>	10
2.5.2.	<i>Lubricación de los rodamientos con grasa</i>	10
2.6.	Tipo de módulos lubricantes	10
2.7.	Rodamientos	11
2.7.1.	<i>Componentes de un rodamiento</i>	11
2.7.2.	<i>Tipos de rodamientos</i>	12
2.7.3.	<i>Mecanismos de fallos en rodamientos</i>	12
2.7.3.1	<i>Defectos por obturaciones</i>	12
2.7.3.2	<i>Defectos en la lubricación</i>	12
2.7.3.3	<i>Juego insuficiente</i>	13
2.7.3.4	<i>Elementos incorrectos o deformados</i>	13
2.7.3.5	<i>Interferencia entre elementos.</i>	14
2.7.3.6	<i>Defectos externos de rodamientos</i>	14
2.7.4.	<i>Fallos en rodamientos</i>	15
2.7.5.	<i>Consecuencia de los fallos en rodamientos</i>	16
2.7.6.	<i>Fatiga</i>	16
2.7.7.	<i>Desgaste</i>	16
2.7.8.	<i>Corrosión</i>	17
2.7.9.	<i>Deformación plástica</i>	17
2.7.10.	<i>Fracturas y agrietamientos</i>	18
2.7.11.	<i>Corrosión eléctrica</i>	18
2.7.12.	<i>Rodamientos con elementos rodantes deslizantes</i>	18
2.7.13.	<i>Lista de los principales fallos y sus consecuencias</i>	19
2.8.	Acero estructural A36	20
2.9.	Acero de transmisión 1018	20
2.10.	Motores eléctricos	20
2.10.1.	<i>Motores de corriente alterna</i>	21
2.10.2.	<i>Motor asíncrono o inducción</i>	21
2.10.2.1	<i>Componentes externos e internos del motor de inducción</i>	22
2.10.2.2	<i>Funcionamiento del motor asíncrono</i>	23

2.10.2.3	<i>Ventajas para la utilización del motor asíncrono</i>	23
2.10.2.4	<i>Métodos para la variación de velocidad de los motores asíncronos</i>	23
2.10.2.5	<i>Fallas en el motor asíncrono o de inducción</i>	23
2.10.2.6	<i>Fallas en rodamientos</i>	24
2.10.2.7	<i>Fallas en el estator</i>	24
2.10.2.8	<i>Fallas en el rotor</i>	25
2.10.2.9	<i>Vibraciones en el motor asíncrono o de inducción</i>	26
2.11.	Variador de frecuencia:	26
2.11.1.	<i>Funcionamiento</i>	26
2.12.	Soldadura	27
2.12.1.	<i>Procesos de soldadura</i>	27
2.12.2.	<i>Máquina de soldar MIG</i>	28

CAPÍTULO III

3.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE GRASA	29
3.1.	Localización	29
3.2.	Requerimientos para el diseño y construcción del módulo	30
3.3.	Norma ISO 9241-210 estudio ergonómico	31
3.4.	Estudio ergonómico	32
3.5.	Aplicación del método QFD en el diseño del módulo	33
3.5.1.	<i>Identificación de las necesidades</i>	33
3.5.2.	<i>Demostración de la función de calidad (QFD)</i>	33
3.5.3.	<i>Valoración de los requerimientos de los usuarios</i>	34
3.5.4.	<i>Análisis de competencia</i>	35
3.5.5.	<i>Proceso del método QFD</i>	37
3.6.	Cálculo para determinar el lubricante para el juego de engranajes	39
3.7.	Selección del lubricante para el juego de engranajes - aceite 80W90	40
3.8.	Cálculos para determinar el tipo de lubricante a utilizar	41
3.8.1.	<i>Selección de la grasa para los rodamientos UC201-08</i>	42
3.8.2.	<i>Cantidad de grasa para un rodamiento</i>	44
3.9.	Diseño del Módulo para determinar la cantidad de grasa	44
3.9.1.	<i>Diseño de la mesa para el módulo</i>	45
3.9.2.	<i>Diseño de la base estructural Acero ASTM A36</i>	45
3.9.3.	<i>Diseño de la probeta de Acero de transmisión 1018</i>	46

3.9.4.	<i>Diseño de la base de los rodamientos.....</i>	46
3.9.4.1	<i>Análisis estático de la estructura base para rodamientos con peso.....</i>	47
3.9.5.	<i>Diseño de las pesas</i>	47
3.9.6.	<i>Diseño del Engranaje recto</i>	47
3.9.6.1	<i>Cálculo del engranaje recto</i>	48
3.9.7.	<i>Tornillo sin fin</i>	51
3.9.7.1	<i>Cálculo del tornillo sin fin.....</i>	52
3.9.8.	<i>Cálculo de las velocidades en el tornillo sin fin y la corona.</i>	54
3.9.9.	<i>Diseño del portabrocas.</i>	57
3.9.10.	<i>Diseño de la base del portabrocas.</i>	58
3.9.11.	<i>Selección del acoplamiento motor-eje.....</i>	58
3.9.12.	<i>Diseño del acople motor-eje.</i>	61
3.9.13.	<i>Diseño de la base 1 del contrapunto.</i>	61
3.9.14.	<i>Diseño de la base 2 del contrapunto.</i>	62
3.9.15.	<i>Diseño del punto centro.....</i>	62
3.9.16.	<i>Diseño del empuje del contrapunto.....</i>	63
3.10.	Chumacera FAG UC201-08.....	64
3.11.	Motor trifásico LEADER.....	65
3.12.	Variador de frecuencia RELKOM.....	66
3.12.1.	<i>Características del variador de frecuencia</i>	67
3.12.2.	<i>Indicadores del teclado.....</i>	68
3.13.	Breaker 2 polos Camsaco.....	68
3.14.	Determinación de la velocidad del motor de acuerdo a la frecuencia de trabajo.	69
3.15.	Potenciómetro Industrial TAYEE 10K.	70
3.16.	Elaboración del Plan de Mantenimiento para el Módulo de Elementos Rotativos.....	70
3.16.1.	<i>Codificación técnica del Equipo.</i>	70
3.16.1.1	<i>Codificación a nivel de Planta.</i>	71
3.16.1.2	<i>Codificación a nivel de Área.</i>	71
3.16.1.3	<i>Codificación a nivel de Sistema.....</i>	71
3.16.1.4	<i>Codificación a nivel de Equipo.</i>	72

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	73
----	--	----

4.1.	Diagrama de los resultados obtenidos mediante la encuesta para el método QFD	73
4.2.	Comparación del diseño en el software vs Físico	77
4.3.	Error	77
4.4.	Resultados de la construcción del módulo	78
4.4.1.	<i>Proceso de mecanizado y construcción</i>	78
4.4.2.	<i>Base principal del módulo</i>	78
4.4.3.	<i>Estructura de los rodamientos</i>	79
4.4.4.	<i>Bosquejo de las pesas</i>	80
4.4.5.	<i>Mecanismo del engranaje recto</i>	80
4.4.6.	<i>Mecanismo del tornillo sin fin</i>	81
4.4.7.	<i>Mecanismo del portabrocas</i>	81
4.4.8.	<i>Mecanismo de la base del portabrocas</i>	82
4.4.9.	<i>Mecanismo del acople motor-eje</i>	82
4.4.10.	<i>Mecanismo de la base 1 del contrapunto</i>	83
4.4.11.	<i>Mecanismo de la base 2 del contrapunto</i>	83
4.4.12.	<i>Mecanismo del punto centro.</i>	84
4.4.13.	<i>Mecanismo del empuje del contrapunto.</i>	84
4.4.14.	<i>Implementación del Motor trifásico LEADER</i>	84
4.4.15.	<i>Implementación del Variador de frecuencia RELKOM</i>	85
4.4.16.	<i>Implementación del Breaker 2 polos Camsaco</i>	85
4.4.17.	<i>Implementación del potenciómetro</i>	86
4.4.18.	<i>Ensamblaje del módulo.</i>	86
4.5.	Análisis de costos	89
4.5.1.	<i>Costos directos</i>	89
4.5.2.	<i>Costos indirectos</i>	91
4.5.3.	<i>Costo total del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos</i>	91
4.6.	Manual del usuario del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos	91
4.7.	Guia de laboratorio de la práctica número 1 y practica numero 2 del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos	92
4.8.	Plan de mantenimiento preventivo y correctivo del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos	92

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES.....	94
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Principales fallos y sus consecuencias.....	19
Tabla 2-2: Composición química del Acero A36.	20
Tabla 2-3: Composición del Acero de transmisión 1018.....	20
Tabla 2-4: Fallos Habituales en el devanado del estator.....	25
Tabla 2-5: Principales señales estudiadas para prevenir fallas.....	25
Tabla 3-1: Estatura promedio en el Ecuador.....	32
Tabla 3-2: Resultados de los requerimientos de los usuarios.	34
Tabla 3-3: Método voz del usuario.	35
Tabla 3-4: Parámetros Técnicos.....	36
Tabla 3-5: Toma de velocidad en el motor.	40
Tabla 3-6: Toma de velocidad en la corona.....	40
Tabla 3-7: Datos para cálculo de grasa.	42
Tabla 3-8: Datos para el cálculo del engranaje.	48
Tabla 3-9: Datos del tornillo sin fin.....	52
Tabla 3-10: Datos para cálculo de velocidades.....	54
Tabla 3-11: Medidas principales y datos de rendimiento	64
Tabla 3-12: Placa de especificaciones del motor LEADER	65
Tabla 3-13: Características de la placa del variador (RELKOM).....	67
Tabla 3-14: Especificaciones del teclado del variador.....	68
Tabla 3-15: Especificaciones del breaker	69
Tabla 3-16: Codificación a nivel de planta.	71
Tabla 3-17: Codificación a nivel de área	71
Tabla 3-18: Codificación a nivel de sistema.....	71
Tabla 3-19: Codificación a nivel de equipo.....	72
Tabla 3-20: Codificación Técnica del Equipo.	72
Tabla 4-1: Comparación diseño vs Físico.....	77
Tabla 4-2: Elementos y ensamblaje del módulo	87
Tabla 4-3: Costos de Materia Prima	89
Tabla 4-4: Costos materiales Eléctricos.....	90
Tabla 4-5: Costos Totales.	90
Tabla 4-6: Costos indirectos	91
Tabla 4-7: Costo Totales del Módulo	91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Grasa	9
Ilustración 2-2: Componentes de los rodamientos	11
Ilustración 2-3: Daños superficiales por residuos	12
Ilustración 2-4: Lubricante excesivo	13
Ilustración 2-5: Ajuste excesivo del soporte	13
Ilustración 2-6: Aro exterior de rodamiento	14
Ilustración 2-7: Huella de desgaste en la superficie	14
Ilustración 2-8: Falla por fatiga por contacto con impurezas	14
Ilustración 2-9: Tipos de fallos en los rodamientos.....	15
Ilustración 2-10: Aro interior de rodamiento.....	16
Ilustración 2-11: Desgaste en la superficie.....	17
Ilustración 2-12: Anillo interior de un rodamiento.....	17
Ilustración 2-13: Fractura en el anillo	18
Ilustración 2-14: Corrosión en el anillo interior	18
Ilustración 2-15: Rodamiento chueco.....	19
Ilustración 2-16: Clasificación de los motores eléctricos.....	21
Ilustración 2-17: Motor asíncrono.....	22
Ilustración 2-18: Vista de partes de un motor	22
Ilustración 2-19: Fallas en motores por piezas	24
Ilustración 2-20: Variador de Frecuencia.....	26
Ilustración 2-21: Proceso de soldadura	28
Ilustración 2-22: Soldadora por arco eléctrico	28
Ilustración 3-1: Laboratorio de Tribología.....	29
Ilustración 3-2: Localización del laboratorio de tribología	30
Ilustración 3-3: Ubicación del módulo.....	30
Ilustración 3-4: Altura de mesa para trabajo de pie.....	33
Ilustración 3-5: Módulo de ejes cruzados.....	35
Ilustración 3-6: Casa de calidad	37
Ilustración 3-7: Símbolos del grado de incidencia	38
Ilustración 3-8: Cálculo del valor de importancia	39
Ilustración 3-9: Aceite 80W90	41
Ilustración 3-10: Grasa LGMT2/0.....	43
Ilustración 3-11: Elección de la grasa	43

Ilustración 3-12: Diseño del módulo para determinar la cantidad de grasa	44
Ilustración 3-13: Diseño de la mesa para colocar el módulo.....	45
Ilustración 3-14: Base estructural A36.....	45
Ilustración 3-15: Probeta de transmisión 1018.....	46
Ilustración 3-16: Base de los rodamientos	46
Ilustración 3-17: Pesas de la estructura	47
Ilustración 3-18: Engranaje recto	48
Ilustración 3-19: Tornillo sin fin	51
Ilustración 3-20: Diseño del portabrocas.....	58
Ilustración 3-21: Base del portabrocas	58
Ilustración 3-22: Factor de servicio para selección del acople.....	60
Ilustración 3-23: Acoples tipo L, AL, LC	60
Ilustración 3-24: Acople motor-eje	61
Ilustración 3-25: Base 1 del contrapunto.....	62
Ilustración 3-26: Base 2 del contrapunto.....	62
Ilustración 3-27: Punto centro	63
Ilustración 3-28: Empuje del contrapunto	63
Ilustración 3-29: Chumacera FAG UC201-08	64
Ilustración 3-30: Motor trifásico LEADER.....	65
Ilustración 3-31: Placa- Motor trifásico LEADER.....	66
Ilustración 3-32: Variador de frecuencia RELKOM.....	67
Ilustración 3-33-3: Breaker Camsco.....	69
Ilustración 3-34: Potenciómetro Industrial.....	70
Ilustración 4-1: Resultado pregunta 1	73
Ilustración 4-2: Resultado pregunta 2	74
Ilustración 4-3: Resultado pregunta 3	74
Ilustración 4-4: Resultado pregunta 4	74
Ilustración 4-5: Resultado pregunta 5	75
Ilustración 4-6: Resultado pregunta 6	75
Ilustración 4-7: Resultado pregunta 7	75
Ilustración 4-8: Resultado pregunta 8	76
Ilustración 4-9: Resultado pregunta 9	76
Ilustración 4-10: Resultado pregunta 10	76
Ilustración 4-11: Ensamblaje final del Módulo.....	78
Ilustración 4-12: Corte de las bases del módulo.....	79
Ilustración 4-13: Estructura de los rodamientos.....	79

Ilustración 4-14: Diseño pesas	80
Ilustración 4-15: Mecanismo del engranaje recto	80
Ilustración 4-16: Construcción del tornillo sin fin	81
Ilustración 4-17: Construcción del portabrocas.....	81
Ilustración 4-18: Construcción de la base del portabrocas	82
Ilustración 4-19: Acople del motor-eje	82
Ilustración 4-20: Base 1 del contrapunto.....	83
Ilustración 4-21: Base 2 del contrapunto.....	83
Ilustración 4-22: Punto centro	84
Ilustración 4-23: Empuje del contrapunto	84
Ilustración 4-24: Motor trifásico LEADER.....	85
Ilustración 4-25: Variador de frecuencia RELKOM.....	85
Ilustración 4-26: Breaker 2 polos	86
Ilustración 4-27: Potenciómetro	86

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: CASA DE CALIDAD DEL MÓDULO DE DETERMINACIÓN DE GRASA EN ELEMENTOS ROTATIVOS

ANEXO B: CATÁLOGO SKF SELECCIÓN DEL LUBRICANTE (GRASA)

ANEXO C: CATÁLOGO LOVEJOY SELECCIÓN ACOPLAMIENTO MOTOR-EJE

ANEXO D: CATÁLOGO FAG SELECCIÓN DE LA CHUMACERA

ANEXO E: MANUAL DE USUARIO DEL MÓDULO

ANEXO F: GUÍA DE LABORATORIO DE ENSAYO DE DESGASTE EN ENGRANAJES

ANEXO G: GUÍA DE LABORATORIO DE LUBRICACIÓN Y RE LUBRICACIÓN CON GRASA

ANEXO H: PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

ANEXO I: MTS-MANTENIMIENTO CORRECTIVO

ANEXO J: TIS-MANTENIMIENTO CORRECTIVO

ANEXO K: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ANEXO L: MTS-MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ANEXO M: TIS-MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ANEXO N: PLANOS DEL MÓDULO DE DETERMINACIÓN DE GRASA

RESUMEN

En la actualidad el Laboratorio de Tribología cuenta con un módulo de ensayo para aceites en el que no se pueden realizar pruebas para grasas, lo cual ha generado algunos problemas de tal manera se ve la necesidad de contar con otros equipos ya sean didácticos o de simulación de procesos industriales, y así tener facilidad para desarrollar varias pruebas. El objetivo de este trabajo era diseñar y construir un módulo para determinar la cantidad de grasa, se utilizó un juego de engranajes y un par de rodamientos UC201-08, donde se determina la cantidad de lubricante mediante tres parámetros: velocidad, carga y rugosidad del material. De acuerdo con la NORMA ISO 9241-210 que utiliza el método QFD, se desarrolló que el propósito principal de un estudio ergonómico era alcanzar un diseño eficaz del entorno laboral, garantizando su eficiencia, seguridad y fomentando el bienestar de los usuarios. Además, se empleó la norma ISO 15 para rodamientos de bolas de ranura profunda, la cual desarrolló los requisitos generales de diseño, dimensiones, tolerancias, materiales, pruebas y métodos de ensayo. La elección del lubricante dependió de la velocidad de rotación del rodamiento, la carga aplicada, la temperatura de funcionamiento y la frecuencia de mantenimiento. Los lubricantes incluyen aceites minerales y grasas de alta calidad. Para el Laboratorio de Tribología de la Facultad de Mecánica, se diseñó y construyó un módulo con fines educativos, este módulo se utilizará para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos, calculando en la calidad de cada uno de los componentes utilizados con confiabilidad y seguridad al realizar las prácticas indicadas en las guías de laboratorio. Además, se elaboró un plan de operación y mantenimiento del módulo con los cuales se logrará la mantenibilidad del activo físico.

Palabras clave: <TRIBOLOGÍA>, <GRASA>, <LUBRICANTE>, <ELEMENTOS ROTATIVOS >, <VELOCIDAD>, <RUGOSIDAD>.

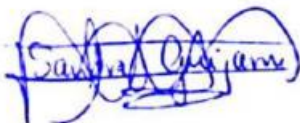
0017-DBRA-UPT-2024



SUMMARY

Currently, the Tribology Laboratory has a testing module for oils in which tests for fats cannot be carried out, which has generated some problems such that there is a need to have other equipment, whether educational or simulation of industrial processes and thus have the ease of developing various tests. The objective of this work was to design and build a module to determine the amount of grease; a set of gears and a pair of UC201-08 bearings were used, where the amount of lubricant is determined by three parameters: speed, load, and roughness of the material. Following the ISO 9241-210 STANDARD that uses the QFD method, it was developed that the primary purpose of an ergonomic study was to achieve an effective design of the work environment, guaranteeing its efficiency and safety and promoting the well-being of users. In addition, the ISO 15 standard for deep groove ball bearings was used, which developed the general design requirements, dimensions, tolerances, materials, tests, and test methods. The choice of lubricant depended on the bearing rotation speed, applied load, operating temperature, and maintenance frequency. Lubricants include high-quality mineral oils and greases. A module was designed and built for the Tribology Laboratory of the Mechanics Faculty for educational purposes. This module will determine the amount of grease in rotating elements, calculating the quality of each component used with reliability and safety. when carrying out the practices indicated in the laboratory guides. In addition, an operation and maintenance plan for the module was developed to achieve the physical asset's maintainability.

Keywords: <TRIBOLOGY> <GREASE> <LUBRICANT> <ROTATING ELEMENTS> <SPEED> <RUGSITY>.



Lic. Sandra Leticia Guijarro Paguay

C.I.: 0603366113

INTRODUCCIÓN

El acero ASTM A36 es un tipo de acero al carbono suave que es ampliamente utilizado en la industria de la construcción y en diversas aplicaciones estructurales. Dentro de sus propiedades mecánicas se encuentra la resistencia, ductilidad, tenacidad, soldabilidad, uno de los usos que se puede realizar con este acero es, construcción, plataformas y equipos, fabricación en general. El acero A36 no es un acero aleado, tiene límites de temperatura adecuados para su uso, a temperaturas muy bajas o muy altas, pueden surgir problemas de fragilidad o pérdida de resistencia.

La determinación de grasas en elementos rotativos se ha convertido en una herramienta necesaria para el mantenimiento predictivo, ya que permite la detección temprana de problemas en los componentes rotativos, que funcionan con lubricantes a base de grasas, esto se lleva a cabo mediante la medición de diferentes parámetros, como la cantidad y calidad de la grasa presente, la presencia de contaminantes y la identificación de cualquier signo de desgaste o falla en los componentes, lo que permite realizar las reparaciones necesarias antes de que prevengan una falla catastrófica. Esto ayuda a aumentar la vida útil, reducir los costos de mantenimiento y mejorar la confiabilidad y eficiencia de la maquinaria.

El lubricante SAE 80W90 es conocido por su capacidad para mantener una película protectora entre las piezas móviles de una transmisión, lo que reduce la fricción y el desgaste, y ayuda a mantener el sistema funcionando de manera eficiente. Además, el aceite 80W90 es resistente a las altas temperaturas y proporciona una excelente protección contra la oxidación y la corrosión, lo que prolonga la vida útil de los componentes de la transmisión.

La grasa LGMT2 de SKF es una solución de lubricación confiable y de alto rendimiento que ofrece protección duradera y eficiente para equipos y maquinaria en diversos sectores industriales. Su formulación avanzada y su capacidad para funcionar en condiciones variables la convierten en una elección popular para mantener la integridad y el rendimiento de los componentes mecánicos a lo largo del tiempo.

En el presente trabajo se realiza el diseño y construcción del módulo para determinar la cantidad de grasa y las pruebas de desgaste de los elementos rotativos con lubricación y sin lubricación, se ejecuta en la máquina ensamblada bajo la norma AISI-SAE 1018, la misma que permite variar en amplias velocidades utilizando un variador de frecuencia.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En el Laboratorio de Tribología de la Facultad de Mecánica existe un módulo para ensayos de fricción y determinación de la cantidad de aceite para diferentes elementos mecánicos. Pero se requiere también determinar la cantidad necesaria de grasa en elementos rotativos, para obtener una correcta lubricación.

1.2. Justificación

Desde el punto de vista técnico, disponer del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos en el Laboratorio de Tribología permitirá determinar las características ideales que debe tener la grasa dependiendo del tipo de elemento que se lubrica, sus dimensiones, carga aplicada, temperatura de operación, velocidad de rotación, rugosidad de la superficie de contacto, cantidad de grasa y otras que influyen directamente en la vida útil del elemento mecánico que se analice.

Siguiendo las pautas de la NORMA ISO 9241-210, que utiliza el enfoque del QFD, el objetivo principal de un análisis ergonómico es lograr un diseño efectivo del ambiente de trabajo. Esto asegura la eficacia, seguridad y mejora del bienestar de quienes lo utilizan. Asimismo, se emplea la NORMA ISO 15 para cojinetes de bolas de surco profundo. Esta norma establece los criterios generales para el diseño, medidas, tolerancias, materiales, pruebas y métodos de evaluación.

La selección del lubricante se determina según la velocidad de giro del cojinete, la carga ejercida sobre él, la temperatura en la que opera y la frecuencia con la que se realiza el mantenimiento. Su desarrollo se basa en la calidad de los componentes seleccionados, lo que garantiza confiabilidad y seguridad durante la ejecución de las prácticas mencionadas en las guías de laboratorio.

En lo académico mejorará el proceso de enseñanza y aprendizaje facilitando la práctica de determinación de cantidad de grasas aplicados a diferentes elementos rotativo

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar y construir un módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos para el Laboratorio de Tribología de la Facultad de Mecánica.

1.3.2. Objetivo específico

Determinar los requerimientos para la construcción del módulo de los elementos rotativos.

Diseñar y construir el módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos.

Elaborar las guías de prácticas y realizar las pruebas de funcionamiento aplicadas a un juego de engranaje y un par de rodamientos UC201-08.

Desarrollar el plan de operación y mantenimiento del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Evolución de la tribología en la industria

La tribología es el estudio de la fricción, el desgaste y la lubricación de superficies en movimiento relativo. En la actualidad, la tribología es una disciplina muy importante en la ingeniería y la tecnología, ya que está presente en una gran variedad de procesos y aplicaciones, desde motores de combustión interna hasta dispositivos electrónicos (Miranda Moreno, 2021, p.26).

En cuanto al estado actual del arte en tribología, hay varios avances y tendencias interesantes. Algunos de los temas más destacados son:

- Superficies auto reparadoras: Se está trabajando en el desarrollo de materiales que pueden reparar sus propias superficies cuando sufren daños o desgaste. Estos materiales podrían tener aplicaciones en la fabricación de piezas de maquinaria de larga duración.
- Lubricantes avanzados: Los lubricantes son esenciales para reducir la fricción y el desgaste en las superficies en movimiento. En la actualidad, se están desarrollando lubricantes con propiedades mejoradas, como menor viscosidad mayor estabilidad.

El uso de la tribología en la industria aeroespacial, automotriz y de fabricación, ha llevado mejoras significativas en el rendimiento y la eficiencia de los sistemas mecánicos. Con nuevas técnicas de investigación, y su aplicación en áreas como la energía, la medicina y la electrónica. Además, se están realizando esfuerzos para reducir el desgaste y la fricción, lo que puede ayudar a reducir el consumo de energía de gases de efecto invernadero.

2.1.1. Principios de la tribología aplicados en la industria

Los principios de la tribología son aplicados en numerosas industrias, incluyendo la automotriz, aeroespacial, energética, manufacturera, entre otras. Aquí te presento algunos de los principios de la tribología aplicada en la industria (Castillo Herrera y Toapanta Cunalata, 2019, p.12):

- **Fricción:** La fricción es la resistencia que experimentan dos superficies en contacto cuando se mueven una sobre la otra. En la industria, se busca minimizar la fricción para reducir el desgaste y aumentar la eficiencia. Por ejemplo, en la fabricación de motores,

se utilizan materiales que reducen la fricción, como recubrimientos cerámicos y lubricantes.

- **Desgaste:** El desgaste es la pérdida de material en una superficie debido al contacto con otra. En la industria, el desgaste es una preocupación importante, ya que puede reducir la vida útil de los componentes.

2.1.2. Ramas importantes de la tribología

2.1.2.1 Tribociencias

La rama de la tribología que se ocupa de investigar los procesos que ocurren en las superficies en contacto y en movimiento relativo se conoce como tribología fundamental. Desde una perspectiva científica, la tribología estudia los diversos procesos físicos, químicos, mecánicos, biológicos, térmicos, entre otros, que se producen en las superficies en contacto y fricción (Castillo Herrera y Toapanta Cunalata, 2019, p.13).

2.1.2.2 Tribotécnica

Es una rama que se enfoca en el control técnico y económico de la fricción, la lubricación y el desgaste en la planificación, construcción y operación de sistemas mecánicos. En términos técnicos, la tribología aborda problemas relacionados con materiales, diseño, construcción, lubricación, operación, mantenimiento, entre otros aspectos, de los sistemas tribológicos. En resumen, esta rama se ocupa de desarrollar medios y técnicas para el control y la optimización de los sistemas tribológicos en términos de eficiencia, durabilidad y costos.

2.1.2.3 Tribotecnología

En la fabricación de piezas de máquinas se divide en dos áreas relacionadas. Una de ellas se enfoca en los procesos para la elaboración de materiales y componentes de máquinas, considerando los aspectos positivos de la fricción y el desgaste. Estos procedimientos incluyen técnicas como el maquinado, la soldadura por fricción, el estampado, entre otros. La segunda área se centra en el desarrollo de métodos y tecnologías para recubrir la superficie de los cuerpos con el fin de aumentar la vida útil de las máquinas, manteniendo un coeficiente de fricción determinado. En resumen, la tribología en la fabricación de piezas de máquinas aborda tanto la elaboración de materiales como el desarrollo de recubrimientos para mejorar la eficiencia y durabilidad de los sistemas mecánicos.

2.1.2.4 Tribomanutención

“El mantenimiento y explotación de máquinas se enfoca en abordar los problemas asociados con el diagnóstico, mantenimiento y operación de los sistemas mecánicos. Esta rama de la tribología incluye” (Castillo Herrera y Toapanta Cunalata, 2019, p.14):

- **Tribodiagnóstico:** En el diagnóstico y mantenimiento de máquinas se ocupa de desarrollar métodos y herramientas para evaluar el estado de las máquinas y prevenir la aparición repentina de fallas. Además, busca establecer los períodos de mantenimiento y reparación de manera organizada y con menor costo, con el objetivo de maximizar la eficiencia y durabilidad de los sistemas mecánicos.
- **Triboorganización:** En la lubricación se enfoca en la organización de los procesos de lubricación en la industria, así como en el cambio y la recuperación de lubricantes. Esta rama de la tribología busca optimizar el uso de los lubricantes y reducir el impacto ambiental asociado con su uso, mediante la implementación de prácticas y técnicas efectivas de manejo de lubricantes en los sistemas mecánicos.

2.2. Tipos de metodología de diseño

La metodología implica un intento de expresar el proceso de diseño considerando: supervisar y tener control del proceso en cada fase, fomentar continuamente la intuición creativa y adaptarse a las demandas actuales del trabajo en equipo (Aguirre Herrera y Hidalgo Viteri. Javier Eduardo 2022).

A continuación, se detallan algunas de ellos:

- **Método QFD:** El objetivo principal es orientar el diseño de productos y servicios hacia la satisfacción de las necesidades de los clientes.
- **Método DFX:** Diseño para la excelencia (Design for Excellence) conjunto de técnicas que comparten el objetivo de tener en cuenta, desde las etapas iniciales del proceso de diseño, los factores del entorno del proyecto de producción.
- **Análisis comparativo:** El análisis de la competencia se utiliza para adquirir conocimiento sobre los elementos y requisitos que se esperan que el diseño incluya y cumpla.
- **Ingeniería inversa:** Recolectar datos de un producto disponible al público para identificar sus componentes y entender cómo fue fabricado y qué lo hace funcionar.

2.3. Metodología QFD

La estrategia QFD se describe como la implementación del proceso de mejora de la calidad, conocida como (Quality Function Deployment) en inglés. Esta técnica de diseño busca establecer una definición precisa del producto y reducir los tiempos de desarrollo. El propósito de QFD es convertir las necesidades del cliente en especificaciones técnicas. Para lograr esto se recopilan datos mediante encuestas, entrevistas y formularios, lo que permite identificar a los clientes potenciales. Luego, mediante el análisis estadístico de una muestra de datos, se determinan los requisitos que el cliente busca en un producto determinado (Aguirre Herrera y Hidalgo Viteri. Javier Eduardo, 2022, p.7).

2.3.1. Metodología QFD se divide en 4 etapas

- **La planificación del producto:** implica transformar las necesidades expresadas por los consumidores en características técnicas concretas que deben poseer ciertos productos.
- **Despliegue de componentes:** Se encarga de trasladar las especificaciones del producto a las características específicas que deben tener los mismos componentes.
- **Planificación del proceso:** Son detalles de los componentes que consiste en convertir las características particulares de dichos componentes en requisitos y especificaciones para llevar a cabo el proceso de fabricación.
- **Planificación de la producción:** Las demandas del proceso de fabricación consiste en convertir las necesidades relacionadas con la producción en un plan detallado para llevar a cabo la misma.

2.3.2. Metodología del diseño

“Se puede llevar a cabo la creación de un producto o equipo mecánico mediante el proceso de diseño, el cual se compone de cuatro fases que se detallan a continuación” (Aguirre Herrera y Hidalgo Viteri. Javier Eduardo, 2022, p.8).

2.3.3. Planificación del producto

El propósito de la planificación del producto es convertir las necesidades y solicitudes de los clientes en requisitos técnicos específicos para un producto en particular. Este proceso se lleva a

cabo mediante el uso de la Casa de la Calidad, lo que permite identificar las características fundamentales que el producto deberá tener en base a los clientes potenciales. Como resultado, se obtiene una descripción detallada de las especificaciones del producto.

2.3.4. Diseño conceptual

Después de establecer las especificaciones técnicas del producto, es necesario llevar a cabo el análisis conceptual, el cual se basa en la estructura funcional del equipo. El equipo de ingenieros encargados del proyecto toma la decisión de definir el diseño conceptual a partir del análisis funcional, en el cual se pueden elegir entre la estructura funcional del equipo o una estructura modular. En ambos casos, se proponen diversas soluciones para el equipo completo o para cada módulo, y posteriormente se evalúan y seleccionan las mejores opciones de diseño.

2.3.5. Diseño de materialización

El propósito de esta fase del proceso de diseño es crear los planos del conjunto de la opción elegida y determinar los métodos de fabricación más apropiados. La realización de pruebas es una etapa crucial en el proceso de diseño y materialización de productos, lo que implica que las empresas inviertan recursos significativos en términos de personal, materiales y equipos.

2.3.6. Diseño del detalle

“La fase final del proceso de diseño implica la entrega de los planos detallados de cada componente del equipo final, junto con la documentación necesaria para su fabricación” (Aguirre Herrera y Hidalgo Viteri. Javier Eduardo, 2022, p.9).

2.4. Factores básicos para considerar en la selección de materiales

Existen diversos factores que deben ser considerados al elegir un componente adecuado para su uso en una aplicación determinada estos incluyen:

- **Factores físicos:** Tamaño, forma, peso del módulo, y espacio disponible para el componente.
- **Factores mecánicos:** Capacidad del material para soportar diferentes tipos de esfuerzos.
- **Procesamiento:** Capacidad de dar forma al material.

- **Duración de los componentes:** Tiempo durante el cual los materiales desempeñan las funciones a las que han sido destinados, y el ambiente al que van a estar expuestos.

2.5. Grasa lubricante

En el mundo, no hay ninguna máquina, por más simple que sea, que no necesite lubricación, ya que esto ayuda a mejorar tanto el rendimiento como la durabilidad de los equipos y maquinarias. Se conoce como grasa lubricante a una sustancia semifluida que contiene un agente espesante, una base de aceite y generalmente, varios aditivos. La composición y proporción de los componentes de la grasa según las aplicaciones específicas para las cuales se adaptarán (Samaniego Pérez, 2019, p.4).



Ilustración 2-1: Grasa
Fuente: Variedades de Colombia, 2020.

“La composición de la grasa lubricante incluye un aceite base en un rango de 75-96%, el cual puede ser de” (Samaniego Pérez 2019, p. 5) :

- Origen mineral
- Sintético o vegetal.

Asimismo, se encuentra presente un espesante en un porcentaje del 3-25%, pudiendo ser:

- Jabones metálicos
- Simples o complejos

Espesantes con base no jabonosa o inorgánicos. Por último, se incorporan aditivos en un rango de 0-10%.

2.5.1. Factores sobre el uso de las grasas

2.5.1.1 Viscosidad

“viscosidad es una propiedad fundamental de los líquidos y puede ser fácilmente percibida. Se trata de una medida del rozamiento que se produce entre las distintas capas del líquido cuando se pone en movimiento” (Samaniego Pérez, 2019, p.20).

2.5.1.2 Estabilidad mecánica

Algunas grasas, especialmente las de tipo antiguo, tienden a ablandarse durante la operación mecánica, lo que puede provocar pérdidas. En instalaciones donde hay vibración, la operación es particularmente exigente debido a que la grasa vibra continuamente en los elementos lubricados.

2.5.1.3 Miscibilidad

Es muy importante tener precaución al volver a engrasar los elementos lubricados y no usar grasas distintas a las originales. Hay ciertos tipos de grasas a menudo que no son compatibles, y si dos de ellas se mezclan, la consistencia de la mezcla resulta ser más blanda, lo que puede causar la pérdida de grasa y fallas en la película lubricante (Samaniego Pérez, 2019, p.21).

2.5.2. Lubricación de los rodamientos con grasa

- El jabón metálico, que actúa como espesante, sirve como un depósito para el aceite lubricante.
- El jabón forma una estructura de malla o enrejado de fibras jabonosas, donde las cavidades de la malla se llenan de aceite de manera similar a los poros de una esponja llena de agua.

2.6. Tipo de módulos lubricantes

Hay diversas máquinas tribológicas con variadas formas, cuyo objetivo es emular y reproducir el desgaste de máquinas o equipos que realizan un trabajo particular, y es importante reconocer los parámetros de operación. Durante las pruebas, se deben tener en cuenta los procedimientos normalizados que especifican cómo preparar las muestras, los métodos de medición y los datos obtenidos (Cuenca Mocha y Flores Toapanta, 2018, p.29).

Los tribómetros son dispositivos que posibilitan la evaluación de la capacidad de un material para resistir el desgaste cuando se produce fricción entre sí mismo o con otra sustancia en un medio específico y en presencia de movimiento relativo. La fabricación de estos dispositivos se realiza según el tipo de desgaste que se va a investigar, que incluyen:

- Módulo de cilindros cruzados
- Módulo perno sobre disco
- Módulo eje zapata
- Módulo de arena y disco plástico

2.7. Rodamientos

Los rodamientos se utilizan para soportar y guiar elementos mecánicos giratorios en máquinas, como árboles, ejes o ruedas, con una fricción mínima. Al hacerlo, permiten velocidades de rotación más altas y reducen el ruido, la generación de calor, el consumo de energía y el desgaste. Esencialmente, un rodamiento es un componente mecánico que disminuye la fricción entre un eje y las piezas que se conectan a él, lo que proporciona apoyo y facilita el movimiento (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.25) .

2.7.1. Componentes de un rodamiento

Un rodamiento es un componente normalizado que se compone de un anillo interior y un anillo exterior, entre los cuales se encuentran los elementos rodantes, que se mueven dentro de una jaula. También incluyen sellos de protección en ambos lados para mantener el lubricante dentro del rodamiento. La Ilustración 2-2 indica las partes principales que conforman un rodamiento.

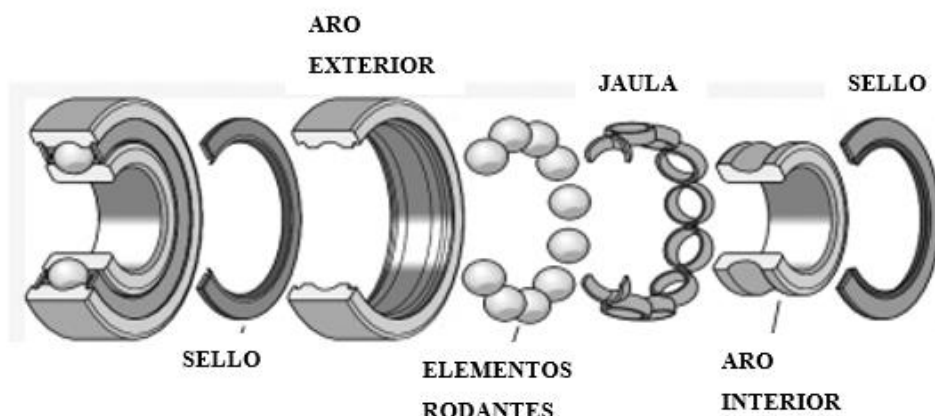


Ilustración 2-2:Componentes de los rodamientos

Fuente: Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022.

2.7.2. Tipos de rodamientos

Se pueden clasificar los rodamientos de varias formas, como por ejemplo según el tipo de elemento rodante (bolas o rodillos) y la dirección de la carga que soportan. En cuanto al elemento rodante, las bolas y los rodillos se distinguen por la forma en que entran en contacto con los caminos de rodadura: las bolas establecen contacto puntual mientras que los rodillos establecen contacto lineal.

2.7.3. Mecanismos de fallos en rodamientos

Existen varios mecanismos que pueden ocasionar un mal funcionamiento y cada uno de ellos puede manifestarse a través de diversos síntomas. Por lo tanto, es esencial tener un buen conocimiento de los mecanismos de fallo para identificar los problemas que causan el mal funcionamiento (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.26).

2.7.3.1 Defectos por obturaciones

Este tipo de fallo abarca todas las posibles causas de mal funcionamiento relacionadas con la obstrucción, es decir, la entrada de cuerpos extraños como pequeñas partículas metálicas y humedad, tal como se indica en la Ilustración 2-3. Es importante distinguir entre las obstrucciones internas propias del rodamiento y las obstrucciones externas al rodamiento, causadas por lo mencionado anteriormente (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.38).

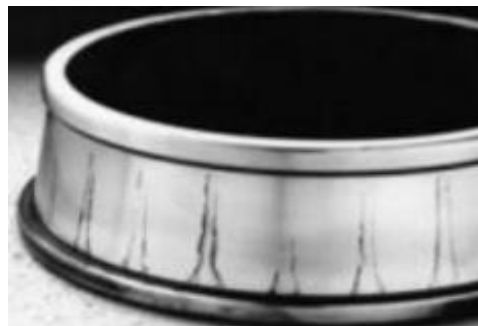


Ilustración 2-3: Daños superficiales por residuos
Fuente: Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022.

2.7.3.2 Defectos en la lubricación

Este tipo de fallo se refiere a todos los defectos en el funcionamiento, que se pueden observar en la Ilustración 2-4, causados por una deficiente lubricación del rodamiento.

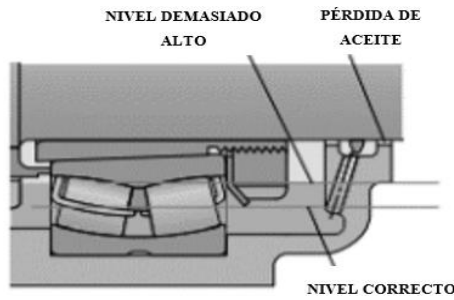


Ilustración 2-4: Lubricante excesivo
Fuente: Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022.

2.7.3.3 Juego insuficiente

Existen diversas causas que pueden provocar un juego insuficiente dentro del rodamiento, lo que reducirá significativamente su vida útil, tal como se muestra en la Ilustración 2-5. Por ejemplo, si el ajuste es demasiado apretado, puede generar un juego insuficiente, lo que resultará en una alta temperatura de trabajo en el rodamiento (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.39).

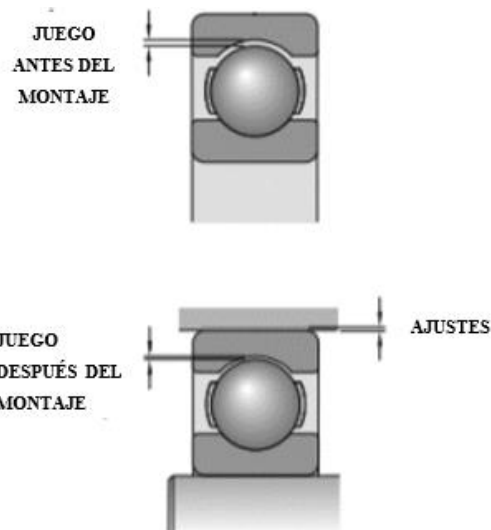


Ilustración 2-5: Ajuste excesivo del soporte
Fuente: Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022.

2.7.3.4 Elementos incorrectos o deformados

Si los elementos del rodamiento o los componentes externos que están en contacto directo con él están deformados, el funcionamiento del rodamiento no será óptimo, tal como se puede apreciar en la Ilustración 2-6, donde se muestra una deformación en el aro exterior del rodamiento (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.40).

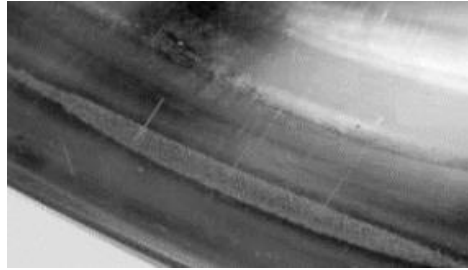


Ilustración 2-6:Aro exterior de rodamiento
Fuente: Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022.

2.7.3.5 *Interferencia entre elementos.*

Este tipo de situación se refiere a cuando dos elementos en movimiento relativo entran en contacto directo sin estar preparados para ello, lo que resulta en fricción y desgaste, tal como se muestra en la Ilustración 2-7, donde se observa una huella de desgaste en la superficie del elemento rodante (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.41).

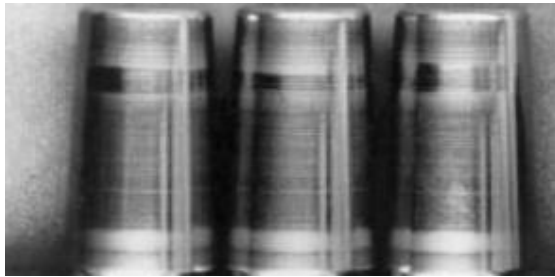


Ilustración 2-7:Huella de desgaste en la superficie
Fuente: Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022.

2.7.3.6 *Defectos externos de rodamientos*

Existen algunos defectos en la máquina que son ajenos al rodamiento, como por ejemplo el desequilibrio o la desalineación, como se evidencia en la Ilustración 2-8, y que pueden ocasionar un mal funcionamiento del rodamiento.



Ilustración 2-8:Falla por fatiga por contacto con impurezas
Fuente:Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022.

2.7.4. Fallos en rodamientos

Los rodamientos son componentes cruciales en las máquinas rotativas, ya que soportan cargas considerables, y su falla puede resultar en pérdidas de producción, daños en las piezas relacionadas y costos de reparación. El correcto funcionamiento de la maquinaria rotativa depende en gran medida del estado del rodamiento, y aproximadamente el 45% de las fallas en el equipo se deben a problemas con los rodamientos (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.26).

Los rodamientos con defectos pueden causar vibraciones en las máquinas rotativas, con componentes en cuatro frecuencias distintas:

- Frecuencia fundamental de jaula (FTF).
- Frecuencia de paso por el aro exterior (BPFO).
- Frecuencia de paso por el aro interior (BPFI).
- Frecuencia de giro de bola/de rodillo (BSF).

Cada una de las frecuencias que se generan debido a los defectos de los rodamientos en las máquinas rotativas tiene un espectro característico que puede utilizarse para identificarlos y realizar un mantenimiento basado en la condición. Los fallos que pueden ocurrir en los rodamientos incluyen fallos en la pista interna, externa, elementos rodantes, jaula o cualquier combinación de ellos.

Para diferenciar cada fallo se presenta un cuadro sinóptico en la Ilustración 2-9. Es importante tener en cuenta que los fallos en los rodamientos pueden generar vibraciones y otros problemas en la maquinaria rotativa, por lo que su mantenimiento es crucial para evitar pérdidas de producción y costosas reparaciones.

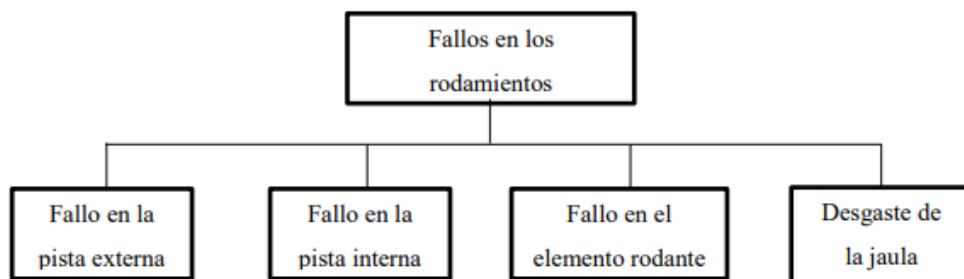


Ilustración 2-9:Tipos de fallos en los rodamientos

Fuente: Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022.

2.7.5. Consecuencia de los fallos en rodamientos

La presencia de fallas como raspaduras, picaduras, descamación, fatiga o falla debido a desalineación, inclinación del eje, superficie áspera, ondulaciones e inclusiones, entre otros, puede provocar un fallo catastrófico del sistema, reducir la confiabilidad y la disponibilidad de la planta (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.30).

El rendimiento del rodamiento está estrechamente relacionado con las condiciones de montaje, lubricación, estanqueidad, ambiente y operación.

Por lo tanto, es importante detectar tempranamente las fallas en los rodamientos para evitar las consecuencias y las interrupciones en la producción. Esto también permitirá cumplir con los requisitos actuales de calidad, ya que las máquinas rotativas son responsables, en gran medida, del correcto funcionamiento del sistema productivo.

2.7.6. Fatiga

La fatiga es un tipo de daño que se produce en el rodamiento después de un gran número de ciclos de carga elevada a lo largo de un período prolongado de tiempo. Este daño comienza como una pequeña grieta, como se muestra en la Ilustración 2-10, y se extiende gradualmente hasta que se produce un desprendimiento de material en la superficie del elemento debido a esfuerzos pequeños en espacios defectuosos (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.31).

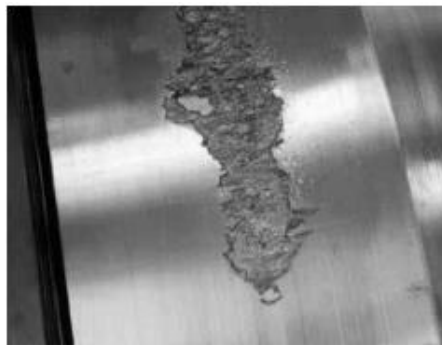


Ilustración 2-10: Aro interior de rodamiento
Fuente: Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022.

2.7.7. Desgaste

El desgaste es una forma de daño que ocurre cuando dos superficies se mueven constantemente una contra la otra. Se puede identificar por la aparición de la imagen mostrada en la Ilustración

2-11. Además, las partículas provenientes del desgaste de la jaula pueden contaminar la grasa y hacer que adquiera un tono verdoso (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.32).

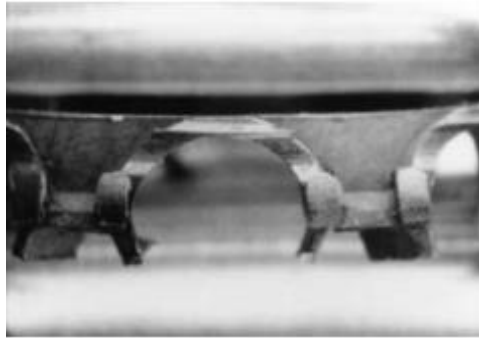


Ilustración 2-11:Desgaste en la superficie
Fuente: Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022.

2.7.8. *Corrosión*

La corrosión es un problema que ocurre cuando sustancias líquidas dañinas para el acero del rodamiento, como ácidos o agua, entran en contacto con él. Este tipo de fallo se produce debido a defectos en la lubricación y en los sellos del rodamiento, tal como se muestra en la Ilustración 2-12, donde se aprecia la corrosión en el anillo interior de un rodamiento de rodillos esféricos en un nivel aceptable.



Ilustración 2-12:Anillo interior de un rodamiento
Fuente: Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022.

2.7.9. *Deformación plástica*

La deformación plástica es un tipo de deformación en la que el rodamiento no puede recuperar su forma original después de separar la fuerza que le causó la deformación. Este tipo de deformación puede ocurrir debido a sobrecargas o a la presencia de residuos que causan deformaciones (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.33).

2.7.10. Fracturas y agrietamientos.

Este tipo de falla se produce cuando el número de veces que el rodamiento se flexiona excede el número de veces que el acero del rodamiento puede soportar. Este daño comienza en forma de pequeñas grietas y evoluciona hasta fracturar completamente el aro del rodamiento o la jaula, como se muestra en la Ilustración 2-13. Además de las causas mencionadas anteriormente, esta falla puede ser causada por una sobrecarga en el rodamiento.

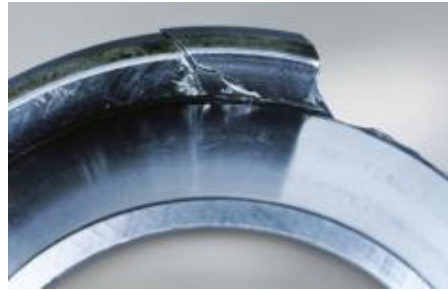


Ilustración 2-13:Fractura en el anillo
Fuente: Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022.

2.7.11. Corrosión eléctrica

“Si la corriente eléctrica fluye a través de un rodamiento, se genera un arco eléctrico que puede producir pliegues y estrías en la delgada capa de aceite presente en los puntos de contacto del rodamiento. Estos efectos pueden ser visibles a simple vista” (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.34).



Ilustración 2-14:Corrosión en el anillo interior
Fuente: Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022.

2.7.12. Rodamientos con elementos rodantes deslizantes

Si uno de los elementos rodantes del rodamiento está deformado, esto puede provocar que se generen tonos de rodamiento fuertes y niveles elevados de 1x y 2x en el espectro de vibración. Normalmente, esto se detecta en la dirección axial, pero también puede ocurrir en la dirección radial, como se muestra en la Ilustración 2-15 (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.44).

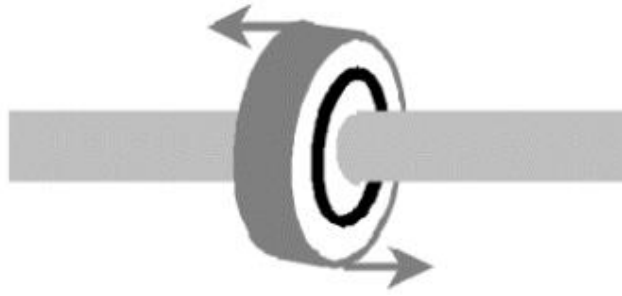


Ilustración 2-15: Rodamiento chueco
Fuente: Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022.

2.7.13. Lista de los principales fallos y sus consecuencias

Tabla 2-1: Principales fallos y sus consecuencias.

Parte del rodamiento	Fallo	Causa que lo provoca	Consecuencia
Pista interna	Fatiga a consecuencia de rodadura sobre cuerpos extraños	Presencia de Impurezas. Limaduras de hierro. Raspaduras de rectificado.	Picaduras en V. Incrustaciones.
	Contaminación abrasiva	Arena. Metal fino producto del pulido. Metal o carburos finos de engranajes en pistas.	Abolladuras. Rayado circunferencial (ranurado). Micro cráteres.
Elemento rodante	Sobrecarga	Punzones. Golpes directos.	Ralladura. Descascarillado.
	Lubricación inadecuada	Falta de lubricante. Degradación de lubricante.	Decoloración. Ralladuras. Descascarillado.
	Desalineación	Maquinado fuera de forma de asientos.	Deformación. Desgaste prematuro.
Jaula	Corrosión	Humedad o agua. Sellos desgastados.	Manchado. Descascarillado.
	Quemaduras por corriente eléctrica	Voltaje excesivo Arco eléctrico	Picaduras Estrías

Fuente: (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022)

Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

2.8. Acero estructural A36

Se fabrica siguiendo las especificaciones del estándar ASTM A36. Este detector de hierro (con un contenido mínimo del 98%) contiene un máximo de 0,29% de carbono y pequeñas cantidades de minerales como manganeso y silicio, los cuales mejoran su resistencia a la tracción y su capacidad de soldadura. Entre las ventajas del acero A36 se encuentra su resistencia tanto a la tracción como a la compresión, además de su bajo costo. El acero A36 es ampliamente reconocido como el material estructural más utilizado en la construcción de estructuras a nivel mundial. Es conocido por su facilidad de soldabilidad, lo que lo hace ideal para la construcción de puentes, edificios y estructuras que requieren uniones atornilladas o soldadas. (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.45).

Tabla 2-2: Composición química del Acero A36.

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)			
C	0.29 Máx	P	0.04 Max
Mn	0.8 – 1.2	S	0.05 Max
Si	0.15 – 0.40		

Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

2.9. Acero de transmisión 1018

Las propiedades mecánicas del acero 1018 se determinan mediante el proceso de fabricación al que se somete. Es un tipo de acero de bajo contenido de carbono con un alto porcentaje de manganeso y buena ductilidad. Presenta baja resistencia mecánica pero una alta tenacidad, lo que lo hace adecuado para la fabricación de piezas de maquinaria que requiere una dureza uniforme en el material.

El acero 1018 se emplea en operaciones de deformación plástica, como remachado y extrusión. También se utiliza en componentes de maquinaria debido a su facilidad de conformado y soldadura. Ejemplos comunes de piezas fabricadas con este tipo de acero son pines, cuñas, remaches, rodillos, piñones, pesadores, tornillos y aplicaciones de lámina. (Laura Telenchana y Vergara Guananga, 2022, p.48).

Tabla 2-3: Composición del Acero de transmisión 1018.

COMPOSICIÓN QUÍMICA				
%	%	%	%	%
0 – 0,20	0 – 0,25	0 – 0,70	0, 0,04	0 – 0-5
PROPIEDADES MECÁNICAS				
Resistencia mecánica (N/mm ²)		Punto de fluencia (N/mm ²)		Elongación % Min.
410 - 520		235		20

Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023 Motores eléctricos

Los motores eléctricos son dispositivos que transforman la energía eléctrica en energía mecánica para su uso en distintas aplicaciones. La mayoría de los motores utilizados en la industria son los de corriente alterna, aunque también se pueden emplear los motores de corriente continua. Existe una clasificación específica de los motores eléctricos según su diseño y características, y se identifican aquellos que son más utilizados en la industria (Allauca Allauca y Paguay Ashqui, 2019, p.36).

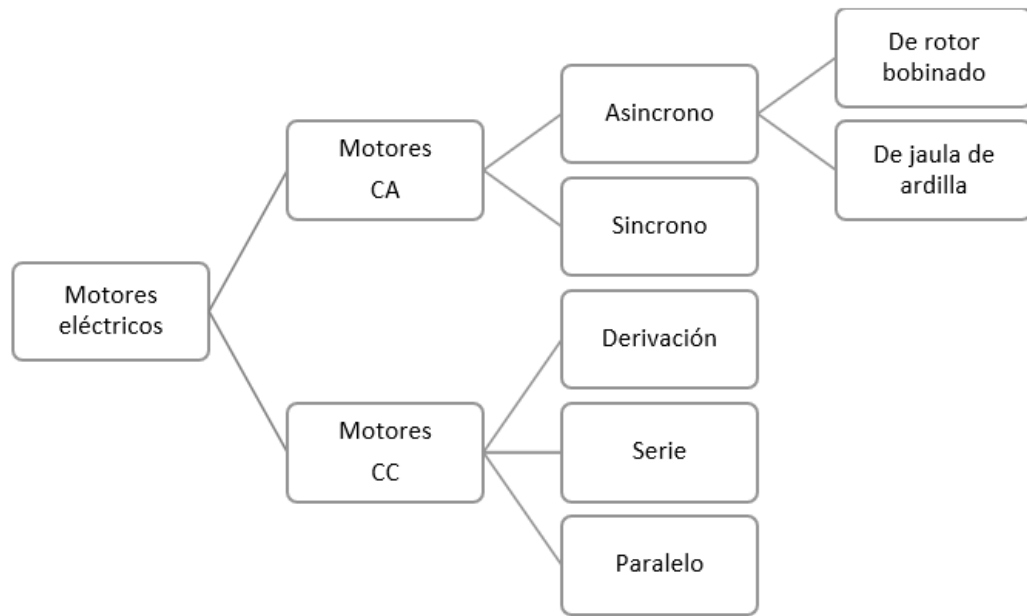


Ilustración 2-16: Clasificación de los motores eléctricos
Fuente: Allauca Allauca y Paguay Ashqui, 2019.

2.9.1. Motores de corriente alterna

Los motores de corriente alterna son dispositivos que operan con la alimentación de una línea de corriente alterna, siendo comúnmente suministrados por una alimentación trifásica en aplicaciones industriales. Estos motores pueden clasificarse en dos tipos: motores asíncronos y motores síncronos (Allauca Allauca y Paguay Ashqui, 2019, p.37).

2.9.2. Motor asíncrono o inducción

Los motores de corriente alterna son muy comunes en la industria y funcionan mediante la alimentación de una línea de corriente alterna, que suele ser trifásica. Son conocidos por ser fáciles de construir, tener un buen rendimiento y ser más económicos que otros tipos de motores. Los motores asíncronos son una variante de los motores de corriente alterna y son ideales para operar a velocidad constante. Los motores de inducción, que son un tipo de motor asíncrono, no requieren escobillas ni colectores. La armadura de estos motores está compuesta por placas de

metal magnetizado y funcionan gracias al campo magnético generado por la corriente alterna que hace girar las placas de metal (Allauca Allauca y Paguay Ashqui, 2019, p.37).



Ilustración 2-17:Motor asíncrono

Fuente: Allauca Allauca y Paguay Ashqui, 2019.

Se debe tener en cuenta la forma de construcción del rotor, los motores asincrónicos se clasifican en:

- Motor asíncrono de rotor bobinado.
- Motor asíncrono tipo jaula de ardilla.

2.9.2.1 Componentes externos e internos del motor de inducción

El motor de inducción se compone de un estator, rotor y dos tapas que contienen los cojinetes que sostienen el eje del rotor. La Ilustración 2-18 muestra los componentes principales de este tipo de motor, en el que se encuentran circuitos magnéticos, circuitos eléctricos y soportes mecánicos, que son esenciales en cualquier máquina eléctrica rotativa.

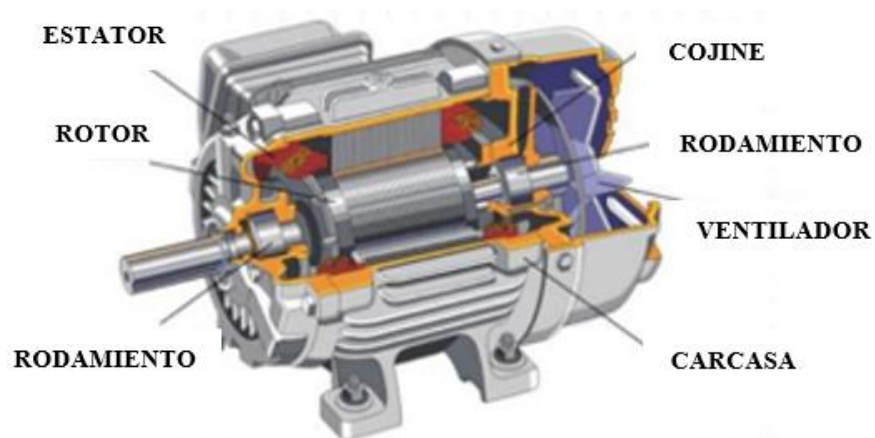


Ilustración 2-18:Vista de partes de un motor

Fuente: Allauca Allauca y Paguay Ashqui, 2019.

2.9.2.2 Funcionamiento del motor asíncrono

El motor de inducción funciona gracias a las propiedades electromagnéticas de la corriente eléctrica, permitiendo crear un campo magnético giratorio que produce movimiento rotativo. El motor jaula de ardilla se inicia con el voltaje nominal en los terminales del estator, generando un par de arranque que aumenta su velocidad. Con el incremento de la velocidad desde el reposo, el deslizamiento disminuye hasta alcanzar el par máximo (Allauca Allauca y Paguay Ashqui, 2019, p.38).

2.9.2.3 Ventajas para la utilización del motor asíncrono

A continuación, se enumeran las razones por las cuales el motor asíncrono es uno de los más empleados en la industria.

- Bajo peso.
- Volumen reducido.
- Bajo costo de adquisición.
- Costos de mantenimiento bajos.

2.9.2.4 Métodos para la variación de velocidad de los motores asíncronos

Existen tres formas o técnicas para modificar o controlar la velocidad de los motores asíncronos:

- Variación del número de polos
- Variación de la tensión de alimentación.
- Variación de la frecuencia de alimentación.

2.9.2.5 Fallas en el motor asíncrono o de inducción

De acuerdo con las investigaciones realizadas en la cuarta Conferencia Internacional sobre Electrónica de Potencia y sus Aplicaciones (ICPEA) llevada a cabo en Turquía en septiembre de 2019, se encontró que los motores de inducción tienen una tasa de fallos significativa. El 38% de los fallos están relacionados con el estator, el 10% con el rotor, el 40% con los rodamientos y el 12% restante corresponde a otros componentes. Aunque los motores de inducción son máquinas robustas y de construcción sencilla, están sujetos a una variedad de fallas, como se puede observar en la Ilustración 2-19 (Allauca Allauca y Paguay Ashqui, 2019, p.39).

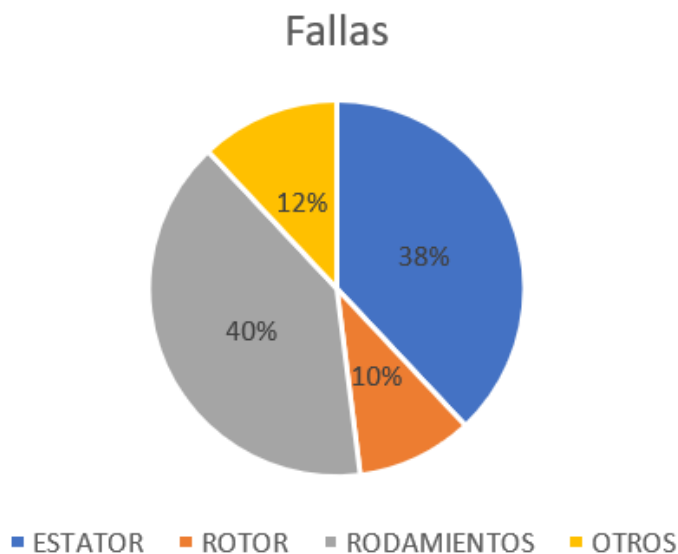


Ilustración 2-19: Fallas en motores por piezas
Fuente: Allauca Allauca y Paguay Ashqui, 2019.

2.9.2.6 Fallas en rodamientos

Las fallas más comunes en los motores son las relacionadas con los rodamientos, las cuales se pueden detectar mediante vibraciones de alta frecuencia, que pueden disminuir a medida que el daño empeora.

Es importante destacar que, debido a la fricción, los rodamientos son propensos a sufrir desgaste en un motor de inducción, por lo que es fundamental reemplazarlos una vez que se detecta la falla para evitar su empeoramiento. Las causas comunes de las fallas en los rodamientos incluyen carga excesiva, desequilibrio de carga, defectos en la instalación, excentricidad del rotor y falta de lubricación.

2.9.2.7 Fallas en el estator

Las fallas en el estator son comunes y suelen originarse en el aislamiento eléctrico del bobinado trifásico, debido a múltiples factores como factores eléctricos, mecánicos, térmicos, medioambientales, entre otros. Es importante destacar que uno de los fallos más habituales en el estator es el cortocircuito en las espiras, ya que el bobinado está sometido a altas temperaturas y vibraciones constantes. Para detectar esta falla es necesario monitorear la máquina y prevenir que la falla se agrave. En la Tabla 2-4 se muestran los tipos de fallos más frecuentes y las posibles consecuencias en el devanado del estator.

Tabla 2-4: Fallos Habituales en el devanado del estator.

Tipo de fallo	Consecuencia
Cortocircuito entre espiras.	El motor puede seguir en servicio por un tiempo límite.
Cortocircuito entre bobinas de la misma fase.	El motor puede seguir en servicio por un tiempo límite.
Cortocircuito entre fases.	Fallo del motor. El sistema de protección se activa y desconecta el motor.
Derivación de fase a masa.	Fallo del motor. El sistema de protección se activa y desconecta el motor.
Circuito abierto en una fase.	El motor puede seguir en funcionamiento dependiendo de la carga y del circuito de protección.

Fuente: Fernández, 2018.

Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

2.9.2.8 Fallas en el rotor

Los problemas en el rotor suelen estar relacionados con las altas temperaturas y cargas que se producen en el extremo de las barras conectadas al anillo del cortocircuito. La falla más frecuente en el rotor es el agrietamiento, el calentamiento y la rotura de barras, especialmente en motores grandes que arrancan con carga con frecuencia. Para prevenir estas fallas, es posible analizar varias señales del motor, como se describe en la Tabla 2-5.

Tabla 2-5: Principales señales estudiadas para prevenir fallas.

Señales mencionadas	Descripción
Corriente de estator	La medición de corriente permite conocer el espectro en frecuencia de esta, utilizado para detectar distintas fallas como: barras rotas, cortocircuitos entre espiras del estator y excentricidad
Vibraciones	La medición de vibraciones se utiliza para localizar fallas de origen mecánico como desbalances mecánicos y problemas con los rodamientos.
Flujo magnético axial	Al medir el flujo magnético axial (con una bobina circular conectada en el extremo del motor) se obtiene una señal que está compuesta por varias componentes de frecuencia que se encienden también en las corrientes estáticas, para determinar la velocidad.

Fuente: (Allauca Allauca y Paguay Ashqui, 2019)

Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

2.9.2.9 Vibraciones en el motor asíncrono o de inducción

Durante muchos años, los operadores de máquinas y motores han utilizado métodos subjetivos, como la verificación auditiva y el análisis de vibraciones, para determinar si el comportamiento de sus equipos es normal o no. Por lo tanto, las vibraciones se han utilizado tradicionalmente como un indicador del estado técnico de los motores de inducción, y siguen siendo el fenómeno más representativo de estos estados técnicos hasta el día de hoy (Allauca Allauca y Paguay Ashqui 2019, p. 39).

2.10. Variador de frecuencia:

“Los convertidores o variadores de frecuencia son dispositivos que se colocan entre la fuente de energía eléctrica y los motores eléctricos, cuya función es controlar la velocidad de rotación de los motores de corriente alterna (AC)” Además, los variadores o convertidores de frecuencia no solo sirven para mejorar la eficiencia energética de los aparatos conectados a la red, sino que colaborará a la reducción de costes de mantenimiento y de emisiones contaminantes. (Marketing SP, 2020).

2.10.1. Funcionamiento

Los motores conectados a la red eléctrica tienen una velocidad y un par específicos. Si estos no cumplen con los requisitos de un sistema en particular, se puede utilizar un variador de frecuencia para ajustarlos a las necesidades específicas. El objetivo final es controlar la velocidad del motor. Los variadores "convierten" la corriente alterna de la red eléctrica en corriente continua a través de un rectificador, los condensadores se cargan con la corriente continua transformada por el rectificador y suavizan la forma de onda de la corriente eléctrica resultante. La etapa del inversor convierte la corriente continua nuevamente en corriente alterna.



Ilustración 2-20: Variador de Frecuencia
Fuente: Nivihe, 2020.

2.11. Soldadura

Una unión de dos materiales separados se logra a través de una soldadura, en la que se calientan a una temperatura alta para ablandar o derretirlos, permitiendo que se combinen y se formen en una sola pieza.

La aplicación de presión no es necesaria, aunque puede ser utilizada para unir los materiales. En algunos casos, se agrega material adicional para formar una unión completa en la soldadura (Acuña Saltos, 2022, p.30).

2.11.1. Procesos de soldadura

Una manera de conseguir la conexión íntima de dos o más superficies metálicas para la producción de una soldadura es aplicar presión recíproca a las mismas. Si la presión es suficientemente fuerte, será capaz de romper las capas de óxido y humedad para permitir la deformación de las superficies, logrando así el contacto necesario.

Este proceso puede o no ser asistido por energía térmica, pero la temperatura del proceso debe mantenerse por debajo del punto de fusión de los materiales involucrados.

Otra opción para lograr la soldadura es emplear energía térmica para fundir los metales que se deseen unir, existen múltiples posibilidades de aplicación para estos procesos de soldadura, que dependen del material a soldar, su espesor, los requisitos de la soldadura y el tipo de construcción. Para obtener una soldadura adecuada, es necesario seleccionar el proceso de soldadura más favorable, adecuado y económico, basándose en un conocimiento profundo. (Acuña Saltos 2022, p. 31).

Los procesos de soldadura más populares incluyen la soldadura con oxiacetileno (OAW), la soldadura por arco metálico protegido (SMAW), también conocida como soldadura con electrodo. (Acuña Saltos 2022, p. 31).

La soldadura por arco bajo gas protector con electrodo de tungsteno (GTAW), la soldadura por arco bajo gas protector metálico (GMAW), la soldadura por arco con núcleo de fundente (FCAW), la soldadura por arco sumergido (SAW), y la soldadura por arco eléctrico entre un electrodo consumible de hilo sólido (MIG). (Acuña Saltos 2022, p. 31).



Ilustración 2-21:Proceso de soldadura
Fuente:Flores, 2020.

2.11.2. Máquina de soldar MIG

La soldadura MIG (Metal Inert Gas) es un método de soldadura por arco que emplea un electrodo consumible y se lleva a cabo en presencia de un gas protector inerte que no interactúa durante el proceso de soldadura. Al igual que la soldadura TIG, la soldadura MIG utiliza gases no reactivos, como argón, una mezcla de argón y oxígeno, y en menor medida helio.(Acuña Saltos, 2022, p.32).



Ilustración 2-22:Soldadora por arco eléctrico
Fuente:Acuña Saltos, 2022.

Además, el proceso MIG se utiliza en la soldadura de materiales no ferrosos, especialmente aceros de bajo y medio contenido de carbono, así como otros metales no ferrosos. Este método es apropiado para unir materiales como aluminio, cobre, magnesio y titanio.(Acuña Saltos, 2022, p.33).

El electrodo 6013 es un electrodo de soldadura de rutilo ampliamente utilizado, conocido por su facilidad de uso, arco estable y depósito de soldadura limpio. Es apropiado para una variedad de aplicaciones de soldadura en acero al carbono y algunos aceros de baja captura, lo que lo convierte en una opción popular tanto para soldados principiantes como experimentados.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE GRASA

En este capítulo se describen las características generales y parámetros necesarios para el diseño y construcción del módulo de determinación de la cantidad de grasa. Se considera el lugar donde se ubicará el módulo, teniendo en cuenta el espacio disponible para su diseño.

Se lleva a cabo un estudio ergonómico para dimensionar adecuadamente el módulo, de modo que sea accesible para quienes realicen las prácticas relacionadas. Se consideran y detallan los elementos apropiados para fabricarlo.

Además, se desarrolla un plan de mantenimiento con el fin de mantenerlo en óptimas condiciones durante su período de funcionamiento.



Ilustración 3-1:Laboratorio de Tribología
Realizado por: Chilinginga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.1. Localización

El módulo se ubicará en el Laboratorio de Tribología de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo el cual facilitará a los estudiantes que realicen nuevas prácticas para la determinación de grasas en elementos rotativos.

Con coordenadas:

- -1.6566709
- -78.6756183,93



Ilustración 3-2: Localización del laboratorio de tribología
Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.2. Requerimientos para el diseño y construcción del módulo.

En el Laboratorio de Tribología de la Facultad de Mecánica se requiere de la construcción de un módulo para la determinación de la cantidad de grasa para realizar pruebas aplicando a elementos rotativos.



Ilustración 3-3: Ubicación del módulo
Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

En la Ilustración 3-3 se muestra la ubicación del módulo para determinar la cantidad de grasa, destacando su posición delimitada y la señalización correspondiente. A continuación, se describen los diferentes requisitos que el equipo debe cumplir para su funcionamiento completo:

- Equipo diseñado con dimensiones apropiadas para que sea fácil de operar.
- Contar con un espacio de trabajo.

- Cada espacio de trabajo delimita un área adecuada para el desarrollo de las practicas.
- Estructura versátil y compacta capaz de resistir 9 kg.
- Facilidad de montar y desmontar
- Mantenimiento del módulo sencillo de realizar.
- Se proporcionan tomas de corriente eléctrica de 220V para conectar los equipos utilizados.

A continuación, se enumerarán algunos elementos que se requieren para el diseño y construcción del módulo.

- Acero A36.
- Acero de transmisión 1018.
- Base para el módulo (mesa).
- Rodamientos SKF-6305 para el contrapunto y para el mandril.
- Rodamientos con chumaceras FAG UC201-08.
- Base para el contrapunto y para el mandril
- Tornillo sin fin con la corona
- Motor trifásico de 1HP.
- Variador de frecuencia.
- Breaker.
- 3 pesas de 1Kg cada una.
- Potenciómetro.
- Lubricantes
- Pernos.
- Cable para las conexiones.

3.3. Norma ISO 9241-210 estudio ergonómico

La NORMA ISO 9241-210 titulada "Ergonomía de la interacción hombre-sistema, se centra en la usabilidad de los sistemas interactivos y busca mejorar la eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario.

Esta norma proporciona directrices para llevar a cabo la evaluación ergonómica de los sistemas de interacción hombre-máquina y establece un proceso sistemático para identificar y abordar problemas ergonómicos en los entornos de trabajo.

3.4. Estudio ergonómico

De acuerdo con la NORMA ISO 9241-210 que utiliza el método QFD para el diseño se puede mencionar que el propósito principal de un Estudio ergonómico es lograr un diseño efectivo del sistema de trabajo, de manera que sea eficiente, seguro y promueva la salud de las personas. (Ecuadorec 2023).

La altura de una persona está determinada por factores genéticos, el entorno social, la etnia y la alimentación. En Ecuador, debido a la presencia de diversas etnias y culturas, se observa una variación en las estaturas tanto en hombres como en mujeres.

Tabla 3-1: Estatura promedio en el Ecuador.

ESTATURA PROMEDIO EN EL ECUADOR (cm)		
ETNÍA	HOMBRES	MUJERES
Promedio	1,64- 1,67	1,52-1,54
Indígenas	1,50	1,40
Afros y Blancos	1,80	1,40-1,64
Mestizos	1,55-1,64	1,49-1,54
Montuvios	1,65-1,74	más de 1,70
PROMEDIO TOTAL	164	

Fuente: Ecuadorec 2023.

Realizado por: Chilibinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Cuando se realiza cualquier tarea de pie, es aconsejable tener a la mano un elemento de apoyo como puede ser una mesa o un mueble para evitar adoptar posturas incómodas del usuario durante el desarrollo de las actividades.

Establecer la altura de la mesa es un aspecto crucial que debe requerir durante su construcción, ya que dicha altura puede variar en función del tipo de trabajo que se llevará a cabo sobre ella.

La altura de trabajo es variable y se mantiene en un rango de 65 a 120 cm. Sin embargo, cuando se llevan a cabo tareas pesadas en la mesa, se recomienda ajustar la altura entre 65 y 95 cm. Esto se hace con el objetivo de prevenir problemas de salud derivados de levantar objetos pesados y adoptar posturas incorrectas.

Cuando se realicen tareas ligeras en la mesa, se recomienda ajustar la altura entre 85 y 110 cm.

Por último, para realizar trabajos de precisión, se sugiere ajustar la altura de la mesa entre 95 y 120 cm. Esto se debe a que este tipo de tareas requiere una mayor proximidad al rango.

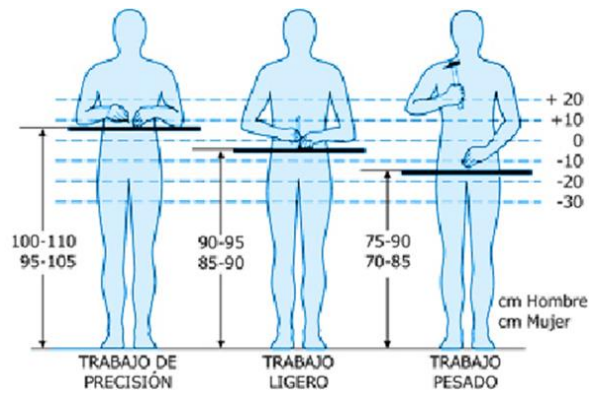


Ilustración 3-4: Altura de mesa para trabajo de pie
Fuente: ULPGC 2022.

Las tareas para llevar a cabo en el módulo para determinar la cantidad de grasa se han designado como trabajo ligero, por lo cual la medida de la altura del módulo desde el suelo hasta el módulo de trabajo es de 90 cm. Esta medida que se ha considerado teniendo en cuenta la estatura promedio de los ecuatorianos y los rangos de altura establecidos para cada parámetro de trabajo, y sobre todo pensando en el bienestar de los usuarios que en este caso serán los estudiantes.

3.5. Aplicación del método QFD en el diseño del módulo.

La metodología QFD (Quality Function Deployment) o llamado también (despliegue de la función de calidad) se centra en comprender las necesidades y deseos de los clientes, así como en identificar cómo satisfacer esas demandas de manera efectiva.

3.5.1. Identificación de las necesidades

En el laboratorio de tribología de la Facultad de Mecánica se necesita un módulo que permita llevar a cabo diversas prácticas para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos, este equipo tiene como objetivo facilitar el desarrollo de estas prácticas, proporcionando comodidad y facilidad durante su operación.

3.5.2. Demostración de la función de calidad (QFD)

El factor en cuestión es de suma importancia y debe tenerse en cuenta al adquirir las necesidades y demandas del usuario. El método de gestión de calidad juega un papel crucial al facilitar este proceso, ya que permite obtener de manera efectiva los requisitos necesarios para una actuación, aplicación, uso, diseño y construcción consciente. Esto se logra a través de la realización de encuestas que brindan acceso a dichos requerimientos ya los costos asociados.

3.5.3. Valoración de los requerimientos de los usuarios

Para implementar el método de despliegue de la función de calidad (QFD), se lleva a cabo una encuesta dirigida a los estudiantes de la carrera de Mantenimiento Industrial, con el propósito de identificar los parámetros y requisitos de los usuarios. El cuestionario comprende 10 preguntas en las que se evalúa su relevancia, lo cual contribuye a establecer los aspectos principales y las características necesarias que debe tener el módulo.

La Tabla 3-2, muestra los datos recopilados a través de una encuesta realizada a una muestra de 42 personas que reciben la materia de tribología. Se utiliza un mostrador por la conveniencia, debido a la facilidad de acceso y disponibilidad de los usuarios, para el desarrollo del método QFD. En esta tabla se definen los diferentes requisitos de los estudiantes, los cuales son evaluados en un rango de importancia que va desde excelente hasta malo. El parámetro "excelente" tiene el valor más alto, mientras que el de "malo" tiene el valor más bajo.

En la Tabla 3-2, se observa la cantidad de personas que votan a favor de cada nivel de importancia. Estos valores contribuyen a determinar el promedio de importancia para cada uno de los requisitos del cliente.

Tabla 3-2: Resultados de los requerimientos de los usuarios.

N°	Valoración	4	3	2	1	PROMEDIO DE IMPORTANCIA	PROMEDIO APROXIMADO
		EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO		
Pregunta 1	Estabilidad	25	17	0	0	3,60	4
Pregunta 2	Eficiencia de Operatividad	21	21	0	0	3,50	4
Pregunta 3	Accesorios y repuestos	23	15	3	1	3,43	3
Pregunta 4	Determinación de dimensiones	22	19	1	0	3,50	4
Pregunta 5	Facilidad de operar	25	15	2	0	3,55	4
Pregunta 6	Gastos de componentes y materiales	20	17	5	0	3,36	3
Pregunta 7	Gastos en el proceso del módulo.	19	19	4	0	3,36	3
Pregunta 8	Materiales de durabilidad	26	15	1	0	3,60	4
Pregunta 9	Diseño de seguridad y protección	31	11	0	0	3,74	4
Pregunta 10	Apariencia	27	12	3	0	3,57	4

Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

En la Tabla 3-3, se proporcionan los requerimientos de los usuarios, los cuales son evaluados en función de su prioridad, asignándoles un número del 1 al 4. Se considera que los requisitos con el número 4 tienen la máxima prioridad, mientras que aquellos con el número 1 tienen la prioridad más baja.

Tabla 3-3: Método voz del usuario.

GENERALES	ESPECIFICOS	PRIORIDAD
Rendimiento	Estabilidad	4
	Eficiencia de Operatividad	4
	Accesorios y repuestos	3
Usabilidad	Determinación de dimensiones	4
	Facilidad de operar	4
Costos	Gastos de componentes y materiales	3
	Gastos en el proceso del módulo.	3
	Materiales de durabilidad	4
Diseño	Diseño de seguridad y protección	4
	Apariencia	4

Realizado por: Chilibingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.5.4. Análisis de competencia

- Competencia 1 (Módulo de ejes cruzados):



Ilustración 3-5: Módulo de ejes cruzados

Fuente: Cuenca Mocha y Flores Toapanta 2014.

Tabla 3-4: Parámetros Técnicos.

Parámetros Técnicos	
Material	Acero y Metal
Medidas	60 cm de largo y 20 cm de ancho.
Grosor	0,7 y 2 mm
Unión	Soldado
Precio	2528,36 USD

Realizado por: Chilibingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

En la Ilustración 3-6, que se presenta a continuación proporciona una descripción exhaustiva del proceso del método QFD. En este cuadro, se detallan los requisitos planteados y evaluados por los usuarios. Estos requisitos se valoran utilizando un sistema de pesos o importancia, que varía de 0 a 4, siendo 4 el valor de mayor importancia. Estos valores de importancia se obtienen a través de una encuesta realizada a los usuarios involucrados en el desarrollo de prácticas en el módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos.

Para determinar los valores exactos de importancia, se tiene en cuenta el número de personas que votan a favor o en contra de cada parámetro planteado en la encuesta. Por ejemplo, si en una encuesta participaron 42 personas, y 25 de ellas votaron que la estabilidad es excelente, mientras que 17 personas votaron que es buena, la suma total de votos sería 42, que representa el total de los votos emitidos.

Una vez que se verifica esto, se asignan valores a cada uno de los factores. En este caso, el factor "excelente" se asigna un valor de 4, el factor "bueno" se asigna un valor de 3, y así sucesivamente.

Se realiza el cálculo de la siguiente manera: los 25 votos para el parámetro "excelente" se multiplican por el valor de 4, lo cual da un total de 100. A su vez, los 17 votos para el parámetro "bueno" se multiplican por el valor de 3, obteniendo un total de 51. Luego, se suman estos valores, es decir, 100 más 51, resultando en un total de 151.

Una vez obtenido este valor, se divide entre el número total de encuestados, en este caso, 42. El resultado de esta división es 3,5952. Al redondear este número, obtenemos 4. Este dato representa el valor de importancia del parámetro que se está analizando, en este ejemplo, la estabilidad. Este mismo proceso se repite para todas y cada una de las características descritas en la encuesta, con el objetivo de obtener todos los valores de importancia.

3.5.5. Proceso del método QFD

37

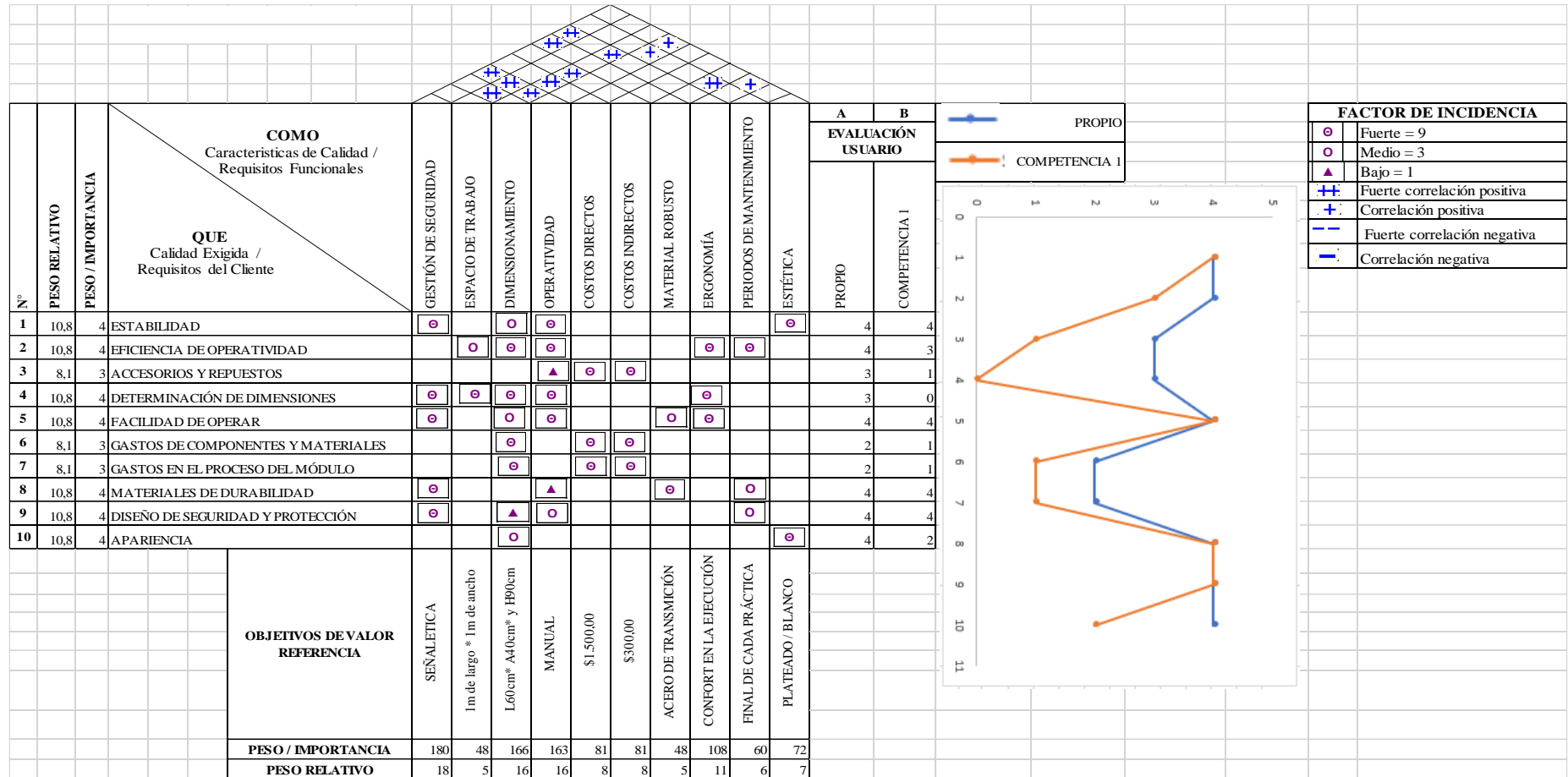


Ilustración 3-6: Casa de calidad

Realizado por: Chilinginga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

En las columnas superiores de la Tabla, se encuentran las características de calidad, los requisitos funcionales o los aspectos "cómo". Estos factores ayudan a evaluar las demandas y necesidades del usuario. Estos parámetros son proporcionados por el ingeniero, por lo tanto, estas características también se conocen como la "voz del ingeniero". En la parte superior de estas columnas, hay rombos que se llenan con símbolos que representan los factores de incidencia. Estos símbolos indican la relación que existe entre cada una de las características planteadas por el ingeniero.

En la sección central de la "casa de la calidad", se encuentra un área dedicada a evaluar las exigencias y los requisitos funcionales. Estas características se valoran utilizando símbolos, donde cada uno de ellos representa el grado de incidencia. Por ejemplo, un círculo con una línea central indica una incidencia fuerte y tiene asignado el número 9. Un círculo sin la línea central representa una incidencia media o moderada y tiene asignado el valor de 3. Por último, un triángulo indica una incidencia baja y se le asigna el valor de 1.

◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	4	4
◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	4	3
◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	3	1
◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	3	0
◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	4	4
◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	2	1
◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	2	1
◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	4	4
◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	4	4
◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	4	2

Ilustración 3-7: Símbolos del grado de incidencia

Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

En las columnas inferiores se presentan los valores de referencia que sirven como guía para los requisitos funcionales. Además, también se muestra la importancia de cada requisito, la cual se calcula de la siguiente manera: una vez que se han asignado los factores de incidencia, se multiplica el valor de incidencia por el valor de importancia de la exigencia del cliente, obtenido anteriormente.

Este proceso se repite para cada una de las características, y al final se realiza una suma para obtener el valor final de importancia.

1	10,8	4	ESTABILIDAD	○		○	○					○	4	4
2	10,8	4	EFICIENCIA DE OPERATIVIDAD		○	○	○				○	○	4	3
3	8,1	3	ACCESORIOS Y REPUESTOS				▲	○	○				3	1
4	10,8	4	DETERMINACIÓN DE DIMENSIONES	○	○	○	○				○		3	0
5	10,8	4	FACILIDAD DE OPERAR	○		○	○			○	○		4	4
6	8,1	3	GASTOS DE COMPONENTES Y MATERIALES			○		○	○				2	1
7	8,1	3	GASTOS EN EL PROCESO DEL MÓDULO			○		○	○				2	1
8	10,8	4	MATERIALES DE DURABILIDAD	○			▲			○		○	4	4
9	10,8	4	DISEÑO DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN	○		▲	○					○	4	4
10	10,8	4	APARIENCIA			○						○	4	2
OBJETIVOS DE VALOR REFERENCIA				SEÑALÉTICA										
				1m de largo * 1m de ancho										
PESO / IMPORTANCIA				L60cm* A40cm* y H90cm										
				MANUAL										
PESO / IMPORTANCIA				\$1.500,00										
				\$300,00										
PESO / IMPORTANCIA				ACERO DE TRANSMISIÓN										
				CONFORT EN LA EJECUCIÓN										
PESO / IMPORTANCIA				FINAL DE CADA PRÁCTICA										
				PLATEADO / BLANCO										
PESO / IMPORTANCIA				=(D16*9)+(D17*0)+(D18*0)+(D19*9)+(D20*9)+(D21*0)+(D22*0)+(D23*9)+(D24*9)+(D25*0)										

Ilustración 3-8: Cálculo del valor de importancia

Realizado por: Chilinguina Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Además de la importancia, también se encuentra el peso relativo, el cual se obtiene al realizar una regla de tres con el valor de importancia analizado multiplicado por 100 y dividido entre la suma total de todos los valores de importancia. De esta manera, se calcula el peso relativo, el cual nos ayuda a determinar en qué características de los requisitos funcionales debemos enfocarnos más en su desarrollo y mejora.

Finalmente, en el lateral derecho de la Tabla se describe la competencia, y mediante una gráfica se puede apreciar el nivel de incidencia e impacto que cada una de ellas tiene en nuestro proyecto, en relación con las características planteadas en los requisitos del cliente.

A través de esta sección, es posible evaluar la comparabilidad de nuestro modelo con respecto a la competencia y determinar en qué aspectos nuestro módulo es superior y en buenas hay deficiencias que deben ser mejoradas. Esta información nos permite identificar las fortalezas y debilidades de nuestro producto en relación con la competencia, y así tomar decisiones para resaltar en los factores en los que somos superiores y abordar las áreas en las que necesitamos mejorar.

3.6. Cálculo para determinar el lubricante para el juego de engranajes.

- Relación de transmisión.

$$i = \frac{W2}{W1} = \frac{Z1}{Z2} = \frac{D1}{D2} = \frac{M1}{M2}$$

- Número de dientes:

$$i = \frac{Z1}{Z2} = \frac{1}{18}$$

- Velocidad:

$$i = \frac{W2}{W1} = \frac{101rpm}{1790rpm} \approx \frac{100}{1800} = \frac{1}{18}$$

Tabla 3-5: Toma de velocidad en el motor.

VELOCIDAD-MOTOR-CON CARGA	
Hz	rpm
15	443
30	897
45	1350
60	1790

Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Tabla 3-6: Toma de velocidad en la corona.

VELOCIDAD-CORONA	
Hz	rpm
15	16
30	51
45	76
60	101

Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.7. Selección del lubricante para el juego de engranajes - aceite 80W90

PARAMETROS:

- W1: 1790 rpm
- T °C: 22°C
- Material: Acero de transmisión 1018
- Carga total: 9 Kg

Es un tipo de aceite lubricante utilizado principalmente en transmisiones, sus propiedades y viscosidad están diseñadas para proporcionar una lubricación adecuada en diferentes ambientes de temperatura y protección en condiciones de alta presión y carga.

- El número 80: Indica la viscosidad del aceite a bajas temperaturas. Cuanto menor sea el número, más fluido será el aceite a bajas temperaturas, significa que el aceite mantiene su viscosidad adecuada en condiciones de frío.

- La W: Significa invierno (winter en inglés) y se utiliza para indicar las características de fluidez del aceite a bajas temperaturas.
- El número 90: Representa la viscosidad del aceite a altas temperaturas. Cuanto mayor sea el número, más peso será el aceite a altas temperaturas. indica que el aceite mantiene su viscosidad adecuada incluso bajo altas temperaturas.



Ilustración 3-9: Aceite 80W90

Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Se utilizará el aceite 80W90 porque ayudará a reducir la fricción entre las partes móviles de una transmisión o diferencial, evitando el desgaste excesivo y prolongando la vida útil de los componentes.

3.8. Cálculos para determinar el tipo de lubricante a utilizar

Para garantizar un funcionamiento confiable de los rodamientos, es esencial aplicarles una lubricación adecuada. La presencia de lubricante resulta fundamental para minimizar la fricción, prevenir el desgaste y proteger las superficies de los rodamientos contra la corrosión. Además, en algunos casos, puede ser necesario para brindar una refrigeración adecuada.

A continuación, se realizarán los respectivos cálculos para determinar el tipo de grasa a utilizar en los rodamientos.

Datos:

Tabla 3-7: Datos para cálculo de grasa.

SÍMBOLO	DESIGNACIÓN	VALOR
TL	Tipo de lubricante	?
n	Velocidad de trabajo	1790 rpm
dm	Diámetro medio del rodamiento (mm)	?
D	Diámetro exterior del rodamiento (mm)	47
d	Diámetro interior del rodamiento (mm)	12,7

Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Desarrollo:

$$TL = n|dm|$$

Si $TL < 500000 =$ Grasa

Si $TL > 500000 =$ Aceite

- Diámetro medio del rodamiento (dm)(mm)

$$dm = \frac{D + d}{2}$$

$$dm = \frac{47 + 12,7}{2}$$

$$dm = 29,85\text{mm}$$

- Tipo de lubricante

$$TL = n|dm|$$

$$TL = 1790|29,85|$$

$$TL = 53431,5$$

$$TL = \text{Grasa}$$

3.8.1. Selección de la grasa para los rodamientos UC201-08.

La selección de grasas SKF para rodamientos proporciona la opción adecuada para la mayoría de las situaciones de aplicación. Estas grasas se han desarrollado conforme a los conocimientos más recientes sobre lubricación de rodamientos y su calidad se supervisa de forma continua.

La consistencia, es una medida de la rigidez de la grasa, se clasifica según la norma ISO 2137 del Instituto Nacional de Grasas Lubricantes (NLGI, por sus siglas en inglés). Generalmente, para los rodamientos se utilizan grasas con espesante de jabón metálico y una consistencia clasificada como 1, 2 o 3 (de blanda a rígida) en la escala NLGI. El grado de consistencia más utilizado es el 2, el cual se utiliza en las aplicaciones de baja temperatura, o para un mejor bombeo.



Ilustración 3-10:Grasa LGMT2/0
Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Se selecciono la grasa LGMT2 que es un tipo de grasa de gran calidad con un moderado espesante de poliurea que contiene un impermeabilizante y aceite de base mineral, se pueden ablandar o endurecer dependiendo del grado de cizallamiento de la aplicación.

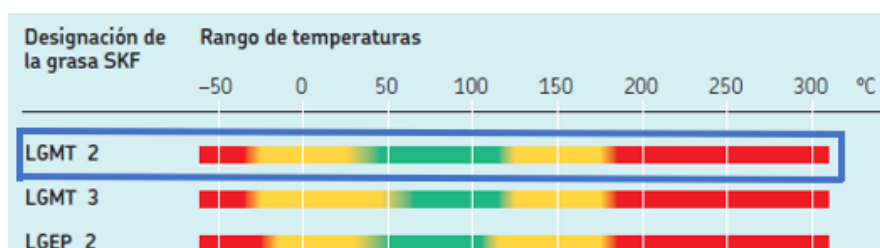


Ilustración 3-11:Elección de la grasa
Fuente: SKF, 2019.

La elección de este tipo de grasa se tomó en base a la velocidad, temperatura y carga media, que se puede aplicar en el rodamiento, en donde la temperatura va desde los 50 hasta 100°C en un trabajo de rango nominal y la relación de carga es igual C/P-8, además la velocidad (n*dm) va hasta 3000 rpm.

3.8.2. Cantidad de grasa para un rodamiento.

Para determinar la cantidad de grasa que se debe introducir en un rodamiento utilizamos la siguiente ecuación.

$$Gq = 0,005 * D * A$$

En donde:

- **Gq**= gramos de grasa.
- **D**= diámetro exterior del rodamiento. (mm).
- **A**= ancho del rodamiento. (mm).

$$Gq = 0,005 * D * A$$

$$Gq = 0,005 * 47 * 31$$

$$Gq = 7,29 \text{ g}$$

3.9. Diseño del Módulo para determinar la cantidad de grasa.

En esta etapa se elabora un bosquejo general en donde representa la estructura del módulo a construir, con medidas en mm. Luego se procede a detallar cada componente y efectuar los cálculos necesarios, en caso de que se requiera realizarlos, para determinar el mecanismo más adecuado para la construcción de la máquina.

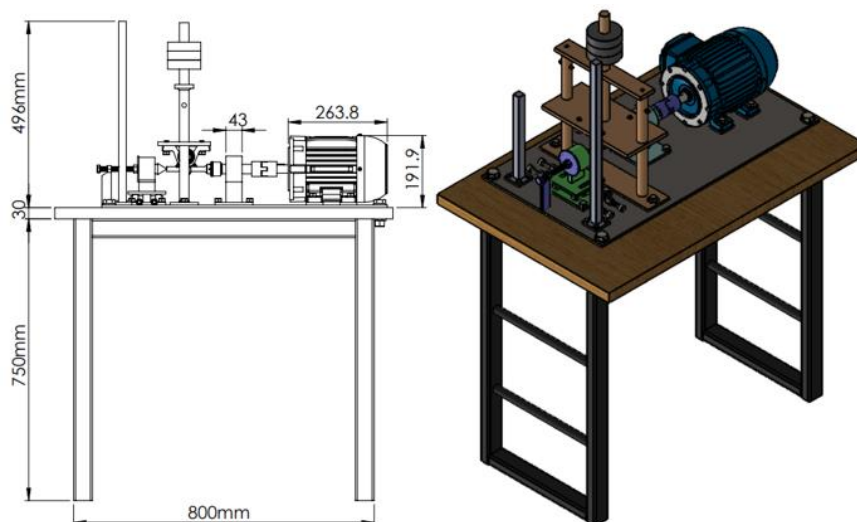


Ilustración 3-12: Diseño del módulo para determinar la cantidad de grasa
Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.9.1. Diseño de la mesa para el módulo.

De acuerdo con el estudio ergonómico realizado se estableció el diseño de la mesa con las medidas adecuadas como son altura de 780 mm, ancho de 600 mm y largo de 900 mm, es un aspecto crucial que debe requerir durante su construcción, ya que es de mucha importancia por el trabajo que se llevará a cabo sobre ella.

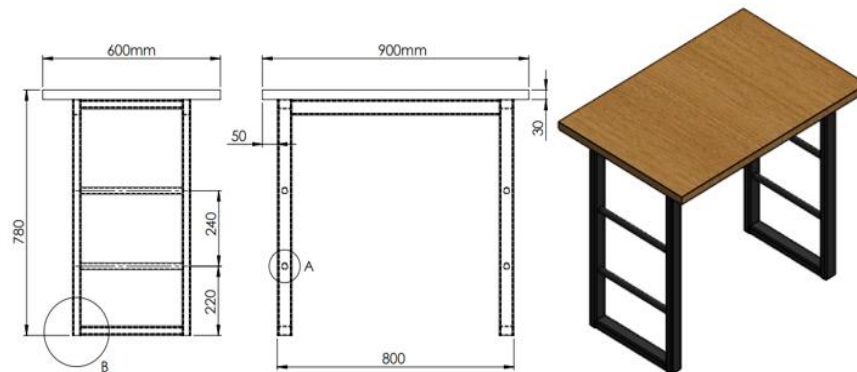


Ilustración 3-13: Diseño de la mesa para colocar el módulo
Realizado por: Chiliqinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.9.2. Diseño de la base estructural Acero ASTM A36

La base estructural del módulo es responsable de sostener todo el peso del mecanismo, lo que significa que esta estructura no está sometida a fuerzas de tracción, torsión o flexión, sino únicamente a compresión.

Por lo tanto, se ha decidido utilizar un perfil rectangular de acero ASTM A36 de 740x420x7 mm como opción para la base estructural del módulo. Se observa la representación de la base estructural del módulo en la Ilustración 3-14.

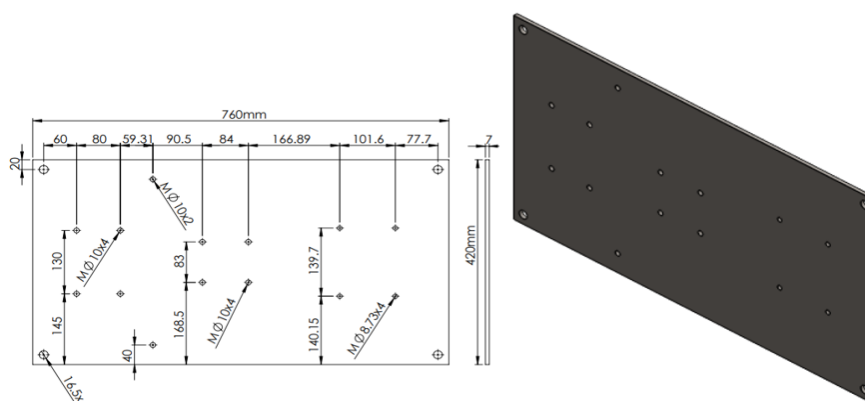


Ilustración 3-14: Base estructural A36
Realizado por: Chiliqinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.9.3. *Diseño de la probeta de Acero de transmisión 1018.*

Para la fabricación de las probetas, se comienza tomando como guía la norma ASTM G83-96. Se procede a diseñar las probetas que se emplearán en el módulo y deben tener las siguientes medidas.

- 12.7mm de diámetro
- 103mm de largo

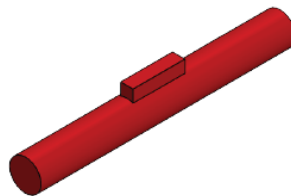
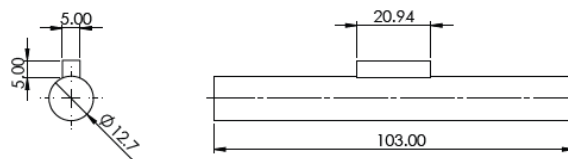


Ilustración 3-15: Probeta de transmisión 1018
Realizado por Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.9.4. *Diseño de la base de los rodamientos.*

El diseño de la base de los rodamientos es un proceso que implica considerar la ubicación, resistencia, materiales y características adicionales para asegurar un soporte sólido y confiable para los rodamientos en el sistema mecánico en el que se utilizan.

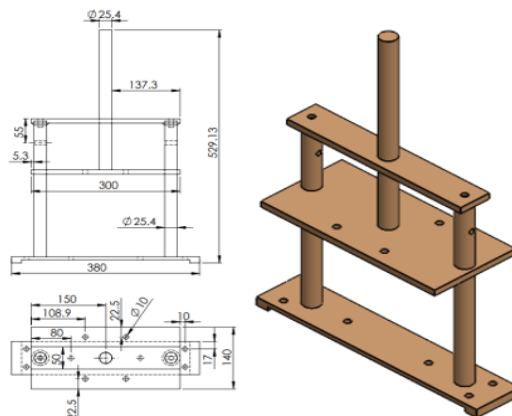


Ilustración 3-16: Base de los rodamientos
Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.9.4.1 Análisis estático de la estructura base para rodamientos con peso.

Para realizar el análisis estructural nos basamos en la Norma ANSI/AISC 360 10 la cual proporciona directrices detalladas sobre aspectos fundamentales del diseño estructural garantizando la seguridad, la economía y la funcionalidad de las estructuras de acero, promoviendo el cumplimiento de los requisitos de rendimiento y las mejores prácticas en la industria de la construcción.

3.9.5. Diseño de las pesas

El diseño de las pesas implica la determinación del peso necesario, la selección de materiales adecuados, la definición de su forma y tamaño, y la consideración de aspectos prácticos como la manipulación y sujeción. Un diseño cuidadoso de las pesas asegura su funcionalidad y efectividad en el contexto específico en el que se utilizan.

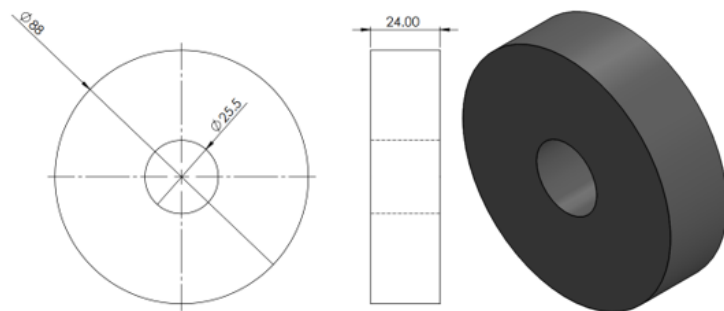


Ilustración 3-17: Pesas de la estructura
Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.9.6. Diseño del Engranaje recto

Es un tipo de engranaje en el cual los dientes están dispuestos en línea recta a lo largo de la superficie de estos. Los dientes de los engranajes rectos tienen forma trapezoidal y se enganchan entre sí para transmitir la potencia y el movimiento de un eje a otro. Se utiliza para transmitir potencia y movimiento en aplicaciones mecánicas, son ampliamente utilizados debido a su capacidad para manejar altas cargas y transmitir grandes cantidades de potencia.

Los engranajes rectos pueden estar hechos de varios materiales, dependiendo de la aplicación y los requisitos específicos. Algunos de los materiales comunes utilizados para fabricar engranajes rectos son:

- Acero al carbono: Es uno de los materiales más utilizados debido a su resistencia, durabilidad, son adecuados para aplicaciones industriales y de alta carga.

Se utiliza porque garantizan una transmisión de potencia suave y eficiente entre ejes paralelos, los dientes rectos aseguran una mayor área de contacto entre ellos, lo que resulta en una mejor distribución de la carga y una menor tendencia al deslizamiento, contando con una velocidad constante.

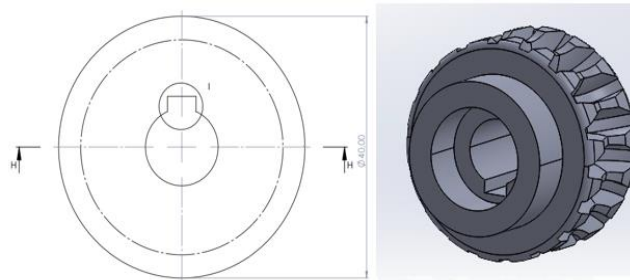


Ilustración 3-18:Engranaje recto

Realizado por: Chilibingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.9.6.1 Cálculo del engranaje recto

Estos cálculos son importantes para asegurar que los engranajes rectos estén diseñados correctamente, evitando problemas como el desgaste prematuro, el ruido excesivo, el deslizamiento o la pérdida de eficiencia en la transmisión. También se utilizan para seleccionar los materiales adecuados, determinar la resistencia y durabilidad del engranaje, y garantizar una correcta sincronización entre los ejes acoplados.

Además, permite evaluar la geometría de los dientes, como su perfil y la forma en que se engranan entre sí, lo cual es crucial para garantizar una transmisión precisa y suave del movimiento y la potencia.

Datos:

Tabla 3-8: Datos para el cálculo del engranaje.

SÍMBOLO	DESIGNACIÓN	VALOR
M	Módulo	2
Z	Número de dientes(piñón)	18
N	Número de filetes (SIN-FIN)	2
B	Ángulo del flanco del filete	14,5

Θ	Ángulo de presión	20
β (rad)	Ángulo del flanco del filete (en radianes)	0,2531
Θ (rad)	Ángulo de presión (en radianes)	0,3491
Π	Pi	3,141592654

Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

- Paso (P):

$$P = \pi * M$$

$$P = 3,141592654 * 2$$

$$P = 6,2832$$

- Diámetro exterior (DE):

$$DE = (Z + 2) * M$$

$$DE = (18 + 2) * 2$$

$$DE = 40mm$$

- Diámetro primitivo (DP):

$$DP = Z * M$$

$$DP = 18 * 2$$

$$DP = 36mm$$

- Diámetro mayor (sin- fin simple y doble) (D1):

$$D1 = DE + (0,4775 * P)$$

$$D1 = 40 + (0,4775 * 6,2832)$$

$$D1 = 43mm$$

- Diámetro mayor (sin-fin triple y cuádruple) (D1):

$$D1 = DE + (0,3183 * P)$$

$$D1 = 40 + (0,3183 * 6,2832)$$

$$D1 = 42mm$$

- Altura total del diente y el filete (h):

$$h = 2,167 * M$$

$$h = 2,167 * 2$$

$$h = 4,33mm$$

- Diámetro interior (Di):

$$Di = DE - (2 * h)$$

$$Di = 40 - (2 * 4,33)$$

$$Di = 31,33mm$$

- Ancho de la rueda (sin-fin simple y doble) (A):

$$A = (2,38 * P) + 6mm$$

$$A = (2,38 * 6,2832) + 6mm$$

$$A = 20,95mm$$

- Ancho de la rueda (sin-fin triple y cuádruple) (A):

$$A = (2,15 * P) + 5mm$$

$$A = (2,15 * P) + 5mm$$

$$A = (2,15 * 6,2832) + 5mm$$

$$A = 18,51mm$$

- Concavidad periférica (R):

$$R = (0,5 * dp) - M$$

$$R = (0,5 * 24) - 2$$

$$R = 10,00mm$$

- Radio de la cabeza (r):

$$r = 0,25 * P$$

$$r = 0,25 * 6,2832$$

$$r = 1,57mm.$$

- Distancia entre centros (E):

$$E = (DP + dp) / 2$$

$$E = (36 + 24) / 2$$

$$E = 30mm$$

3.9.7. Tornillo sin fin

Es un mecanismo que convierte el movimiento rotatorio en movimiento lineal y viceversa, utilizando una rosca helicoidal y una rueda dentada llamada rueda helicoidal. Es muy utilizado en diversas aplicaciones industriales, como maquinaria, sistemas de transmisión y dispositivos de elevación, debido a su capacidad para proporcionar una alta relación de reducción de velocidad y multiplicar la fuerza aplicada.

Tiene la propiedad de que el movimiento puede transmitirse en una sola dirección, lo que lo hace adecuado para aplicaciones donde se desea evitar el retroceso o el movimiento contrario. Sin embargo, debido a la fricción generada por el contacto entre el tornillo y el engranaje.

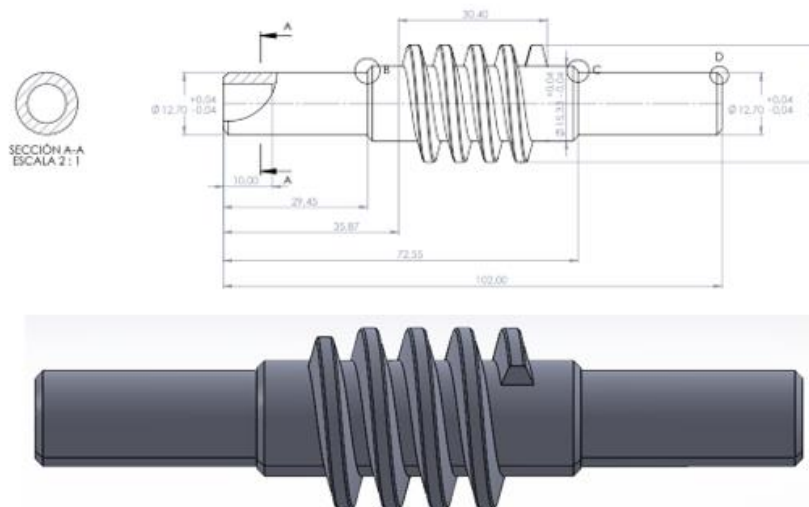


Ilustración 3-19: Tornillo sin fin

Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Se utiliza para disminuir la velocidad de giro de un eje y así obtener un movimiento más lento, pero con mayor fuerza de salida, esto se logra debido a la relación de engrane entre la rosca del tornillo sin fin y los dientes del engranaje recto, que crea un efecto de multiplicación de fuerza, obteniendo un control preciso de movimiento, lo cual hacen que sea una elección adecuada en muchas aplicaciones industriales y mecánicas.

3.9.7.1 Cálculo del tornillo sin fin.

Datos:

Tabla 3-9: Datos del tornillo sin fin

SÍMBOLO	DESIGNACIÓN	VALOR
M	Módulo	2
Z	Número de dientes(piñón)	18
N	Número de filetes (SIN-FIN)	2
P	Paso	6,2832
H	Altura total del diente y el filete	4,33
β (rad)	Ángulo del flanco del filete (en radianes)	0,2531
Θ (rad)	Ángulo de presión (en radianes)	0,3491
Π	Pi	3,141592654

Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

- Diámetro primitivo (dp):

$$dp = 12 * M$$

$$dp = 12 * 2$$

$$dp = 24mm$$

- Diámetro exterior (de):

$$de = dp + (2 * M)$$

$$de = 24 + (2 * 2)$$

$$de = 28mm$$

- Ángulo de inclinación del filete y la hélice (N=número de filetes del SIN-FIN) - α (grados):

$$\alpha = \text{grados}(\tan(P * N) / (\pi * dp))$$

$$\alpha = \text{grados}(\tan(6,2832 * 2) / (3,1416 * 24))$$

$$\alpha = 9,64^\circ$$

- Diámetro interior (di):

$$di = de - (2 * h)$$

$$di = 28 - (2 * 4,33)$$

$$di = 19,33mm$$

- Altura del pie del filete (I):

$$I = 1,167 * M$$

$$I = 1,167 * 2$$

$$I = 2,33mm$$

- Ancho del fondo del filete (punta del buril):

$$T = \left(\left(P * \frac{\cot(\beta \text{ rad})}{4} \right) - I \right) * 2 * (\tan(\beta \text{ rad}))$$

$$T = \left(\left(6,28 * \frac{\cot(0,2531)}{4} \right) - 2,33 \right) * 2 * (\tan(0,2531))$$

$$T = 1,93mm$$

- Espesor del filete (e; c):

$$e = c = 0,5 * P$$

$$e = c = 0,5 * 6,28$$

$$e = c = 3,142mm$$

- Longitud roscada (LR):

$$LR = P \left(4,5 - \left(\frac{Z}{50} \right) \right)$$

$$LR = 6,2832 \left(4,5 - \left(\frac{18}{50} \right) \right)$$

$$LR = 26mm$$

- Extremos sin rosca (F):

$$F = P$$

$$F = 6,2832$$

- Radio de la cabeza del filete (Rf):

$$Rf = 0,05 * P$$

$$Rf = 0,05 * 6,2832$$

$$Rf = 0,31mm$$

3.9.8. Cálculo de las velocidades en el tornillo sin fin y la corona.

Para los cálculos de las velocidades necesitamos datos que ya obtuvimos anteriormente y lo realizaremos de acuerdo con la Norma AGM.

Datos:

Tabla 3-10: Datos para cálculo de velocidades.

SÍMBOLO	DESIGNACIÓN	VALOR
P_{outW}	Potencia de entrada	1Hp
η_G	Velocidad de salida	1705rpm
R_T	Relación de transmisión	9:1
N_w	Número de entradas tornillo sin fin	2

Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

- Relación de transmisión con la velocidad de entrada.

$$RT = \frac{\eta_w}{\eta_G}$$

$$\eta_w = RT * \eta_G$$

$$\eta_w = 9 * 1705$$

$$\eta_w = 15345 \text{ rpm}$$

$$\eta_w = 1606,92 \text{ rad/s}$$

- Velocidad de entrada (η_G).

$$\eta_G = 1705 \text{ rpm}$$

$$\eta_G = 178,55 \text{ rad/s}$$

- Número de entradas Corona (N_G).

$$N_G = RT * N_w$$

$$N_G = 9 * 2$$

$$N_G = 18$$

- Paso Tangencial (**Pt**)

$$Pt = 1$$

- Paso de la Corona (**Pd**)

$$Pd = \frac{NG(PT)}{\pi}$$

$$Pd = \frac{18(1)}{\pi}$$

$$Pd = 5,73 \approx 6$$

$$Pd \approx 6$$

$$Pn = \frac{\pi}{Pd}$$

$$Pn = \frac{\pi}{6}$$

$$Pn = 0,52359 \text{ in}$$

$$Pn = Px = 0,52359 \text{ in}$$

$$a = 0,3183 * Px$$

$$a = 0,3183 * 0,52359$$

$$a = 0,1666$$

$$b = 0,3683 * Px$$

$$b = 0,3683 * 0,52359$$

$$b = 0,1928$$

$$ht = 0,6866 * Px$$

$$ht = 0,6866 * 0,52359$$

$$ht = 0,3594$$

- Geometría de la Corona

$$DG = \frac{NG}{Pd}$$

$$DG = \frac{18}{6}$$

$$DG = 3 \text{ in}$$

$$DtG = DG + 2a$$

$$DtG = 3 + 2(0,1666)$$

$$DtG = 3,3332 \text{ in}$$

$$\mathbf{DrG = DG - 2b}$$

$$\text{DrG} = 3 - 2(0,1928)$$

$$\text{DrG} = 2,6144 \text{ in}$$

- Geometría tornillo sin fin

$$\mathbf{Dw = \frac{C^{0,875}}{2,2}}$$

$$\mathbf{C = b - a}$$

$$C = 0,1928 - 0,1666$$

$$C = 0,0262$$

$$\text{Dw} = \frac{0,0262^{0,875}}{2,2}$$

$$\text{Dw} = 0,018$$

$$C = \frac{0,018 + 3}{2}$$

$$C = 1,5$$

$$\text{Dw} = \frac{1,5^{0,875}}{2,2}$$

$$\text{Dw} = 0,6481$$

$$C = \frac{0,6481 + 3}{2}$$

$$C = 1,82$$

$$\text{Dw} = \frac{1,82^{0,875}}{2,2}$$

$$\text{Dw} = 0,7676$$

$$\mathbf{DGw = Dw + 2a}$$

$$\text{DGw} = 0,7676 + 2(0,1666)$$

$$\text{DGw} = 1,101 \text{ in}$$

$$\mathbf{Drw = Dw - 2b}$$

$$\text{Drw} = 0,7676 - 2(0,1928)$$

$$\text{Drw} = 0,382 \text{ in}$$

$$\mathbf{L = Nw * Px}$$

$$L = 2 * 0,52359$$

$$L = 1,0472 \text{ in}$$

$$\lambda = \arctan \frac{L}{\pi * Dw}$$

$$\lambda = \arctan \frac{1,0472}{\pi * 0,7676}$$

$$\lambda = 23,47^\circ$$

$$\Psi = 90^\circ - \lambda$$

$$\Psi = 90^\circ - 23,47^\circ$$

$$\Psi = 66,53^\circ$$

- Velocidad sin fin (**V_{tw}**)

$$V_{tw} = \frac{\pi * Dw * \eta_w}{RT}$$

$$V_{tw} = \frac{\pi * 0,7676 * 15345}{9}$$

$$V_{tw} = 4111,58 \text{ ft/min}$$

- Velocidad Corona (**V_{tG}**)

$$V_{tG} = \frac{\pi * DG * \eta_G}{RT}$$

$$V_{tG} = \frac{\pi * 3 * 1705}{9}$$

$$V_{tG} = 1785,47 \text{ ft/min}$$

- Velocidad de deslizamiento (**V_s**)

$$V_s = \frac{V_{tG}}{\text{Sen} \lambda}$$

$$V_s = \frac{1785,47}{\text{Sen}(23,47^\circ)}$$

$$V_s = 4483,08 \text{ ft/min}$$

3.9.9. *Diseño del portabrocas.*

El diseño del portabrocas implica elegir los materiales apropiados, determinar el rango de sujeción y considerar características adicionales para garantizar una sujeción segura y confiable.

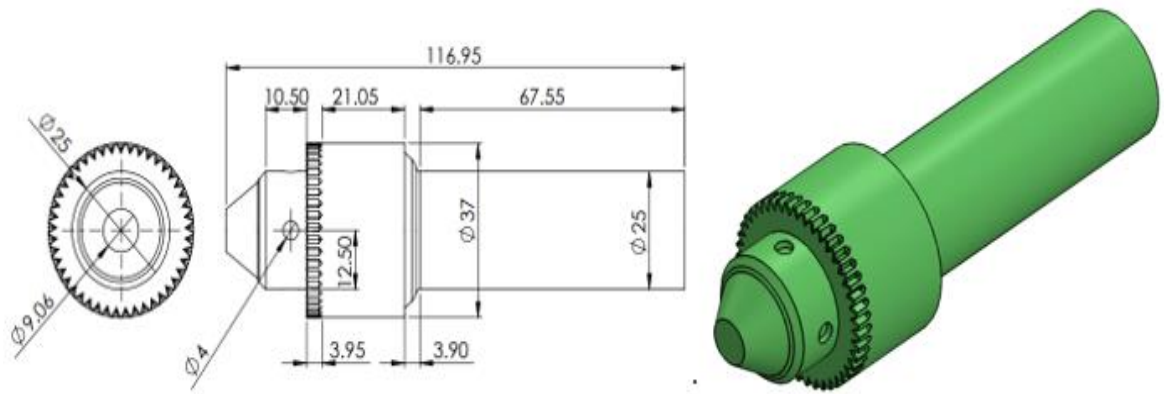


Ilustración 3-20: Diseño del portabrocas
 Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.9.10. Diseño de la base del portabrocas.

El diseño de la base del portabrocas implica determinar su ubicación y alineación óptimas en la herramienta, considerando características adicionales para facilitar la instalación y garantizar la estabilidad, y asegurar el diseño ergonómico para la comodidad y seguridad del usuario.

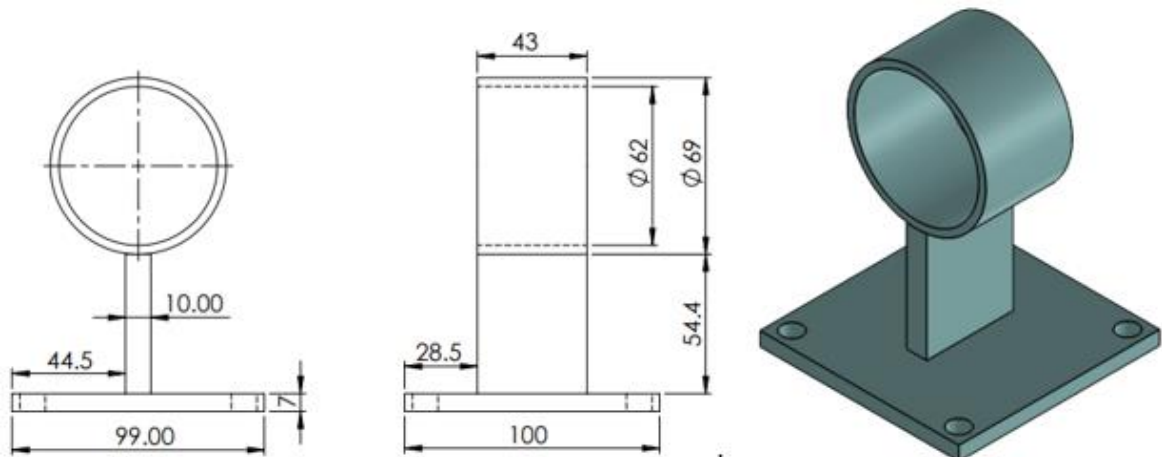


Ilustración 3-21: Base del portabrocas
 Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.9.11. Selección del acoplamiento motor-eje.

Al elegir el tamaño adecuado del acople, es necesario considerar el par máximo generado por el equipo. Por lo tanto, se determinará el valor máximo de par de la aplicación, $T_{N\text{máx}}$, que se obtiene al multiplicar el valor del par nominal, T_N , por el factor de servicio, F_s .

Uno de los requisitos que debe cumplirse para verificar que el acople seleccionado es el adecuado es:

$$T_{kN} \geq T_{N\text{máx}}$$

En donde:

- **T_{kN}**: Torque nominal del acoplamiento.
- **T_{Nmáx}**: Torque máximo de la aplicación.

Mediante la aplicación de la siguiente ecuación, para el par nominal se obtendrán los valores necesarios para realizar una selección adecuada del acoplamiento.

$$TN = \frac{PN * 9550}{nN}$$

$$T_{Nmáx} = T_N * F_s$$

En donde:

- **T_{kN}**: Torque nominal del acoplamiento (Nm)
- **T_{Nmáx}**: Torque máximo de aplicación (Nm)
- **T_N**: Torque nominal de aplicación (Nm)
- **P_N**: Potencia nominal de la aplicación (kW)
- **nN**: Velocidad nominal de la aplicación (rpm)
- **F_s**: Factor de servicio

La correcta selección del acoplamiento entre el motor y el eje implica elegir el factor de servicio adecuado para la aplicación específica.

Se puede observar en la Ilustración 3-22 que, al emplear un motor eléctrico para impulsar el módulo y considerando que el eje es el accionamiento principal, se utilizó un factor de servicio $F_s=1,50$.

Application Service Factors

Chart 1

	Service Factors					Service Factors					Service Factors																	
	Electric Motor w/ Standard Torque	Electric Motor w/ High Torque	Steam Turbine & Gas Engine w/ or more HP	Reciprocating Engines		Electric Motor w/ Standard Torque	Electric Motor w/ High Torque	Steam Turbine & Gas Engine w/ or more HP	Reciprocating Engines		Electric Motor w/ Standard Torque	Electric Motor w/ High Torque	Steam Turbine & Gas Engine w/ or more HP	Reciprocating Engines														
Agitators.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Feeders	Belt, Screw.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Beater Pulper	Jardans, Drisses.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3									
Band Resaw (lumber).....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Reciprocating.....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	Filter, Press-roll.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Calenders, Dryers, Washers,	Thickener.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8				
Barge Haul Puller.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Blowers	Generators	Not Welding.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Conveying Machines	Conveyors.....	1.20	1.45	1.20	1.9	1.5								
Beaters.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Centrifugal.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Welding.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Printing Presses.....	1.50	1.75	1.50	1.7	1.3					
Car Dumpers.....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	Lobe, Vane.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Hoist.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Pug Mill.....	1.75	2.00	1.75	2.0	1.6					
Car Pullers.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Bottling Machinery.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Hammermills.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Pumps	Centrifugal.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3				
Card Machine.....	1.75	2.00	1.75	2.5	2.0	Brew Kettles (distilling).....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Kilns.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Gear, Rotary, Vane.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6					
Chiller (oil).....	1.50	2.00	1.25	2.0	2.0	Can Filling Machinery.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Laundry Washers—	Reversing.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Reciprocating	1-Cyl. Single or	Double Acting.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3		
Compressors	Centrifugal.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Lumber Machinery	Barkers, Edger Feeder,	Live Roll.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Planer, Slab Conveyor.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	2-Cyl. Single Acting.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3		
Screw, Lobe.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Reciprocating.....	See Note	Machine Tools	Punch Press—gear Driven,	Plate Planer.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Tapping Machinery,	Bending Roll.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	2-Cyl. Double Acting.....	1.75	2.00	1.75	2.5	2.0
Conveyors, Uniformly Fed	Assembly, Belt, Screw.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Bucket, Sawdust.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Live Roll, Shaker,	Reciprocating.....	3.00	3.25	3.00	3.7	3.3	3 or more Cyl.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8			
Conveyors, Not Uniformly Fed	Reciprocating.....	3.00	3.25	3.00	3.7	3.3	Metal Forming Machines						Rubber Machinery	Mixers.....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	Rubber Calender.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3			
													Screens	Air washing, Water.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Rotary—stone or gravel,								
														Dewatering.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8									

Ilustración 3-22: Factor de servicio para selección del acople
Fuente: GROVE, 1920.

A continuación, procederemos a determinar el valor del torque máximo de la aplicación (TNmáx):

$$TN = \frac{PN * 9550}{nN}$$

$$TN = \frac{0,746Kw * 9550}{1705 \text{ rpm}}$$

$$TN = 4,17 \text{ Nm}$$

$$TNmáx = TN * Fs$$

$$TNmáx = 4,17Nm * 1,50$$

$$TNmáx = 6,25Nm$$

El acoplamiento Lovejoy L090, con un torque nominal (TkN) de 42,31 Nm, fue seleccionado utilizando el catálogo, tal como se muestra en la Ilustración 3-23.

Size	Elastomeric Member	Number of Jaws	Basic HP Ratings @ Varying RPM				Torque Rating	
			100	1200	1800	3600	in-lbs	Nm
L, AL & LC Type								
L035	SOX (NBR)	2	0.006	0.07	0.10	0.22	3.5	0.40
L050/AL050	SOX (NBR)	2	0.042	0.50	0.75	1.51	26.3	2.97
L050/AL050	Hytrel®	2	0.080	0.96	1.43	2.88	50.0	5.65
L070/AL070	SOX (NBR)	2	0.070	0.84	1.23	2.52	43.2	4.88
L070/AL070	Hytrel	2	0.180	2.16	3.26	6.48	114.0	12.88
L075/AL075	SOX (NBR)	3	0.140	1.68	2.57	5.04	90.0	10.17
L075/AL075	Hytrel	3	0.360	4.32	6.48	12.96	227.0	25.65
L090/AL090/LC090	SOX (NBR)	3	0.230	2.76	4.11	8.28	144.0	16.27
L090/AL090	Hytrel	3	0.640	7.68	11.50	23.04	401.0	42.31
L095/AL095/LC095	SOX (NBR)	3	0.310	3.72	5.50	11.16	194.0	21.92

Ilustración 3-23: Acoples tipo L, AL, LC
Fuente: GROVE, 1920.

Después de hacer la comparación, se ha verificado que el acoplamiento seleccionado es el adecuado y cumplirá su función sin ningún problema.

$$T_{kN} \geq T_{N\text{m}\acute{a}\text{x}}$$

$$42,31 \geq 6,25\text{Nm}$$

3.9.12. Diseño del acople motor-eje.

Los acoplamientos elastoméricos tienen la capacidad de transmitir potencia en un rango que va desde 1 hasta 200 kW. La velocidad de rotación, medida en rpm, es determinada por la máquina motriz y debe ser inferior a la velocidad máxima permitida por el acoplamiento.

Por lo general, los acoplamientos pueden soportar velocidades de hasta 10.000 rpm, lo cual es un valor superior a las velocidades típicas de los motores eléctricos.

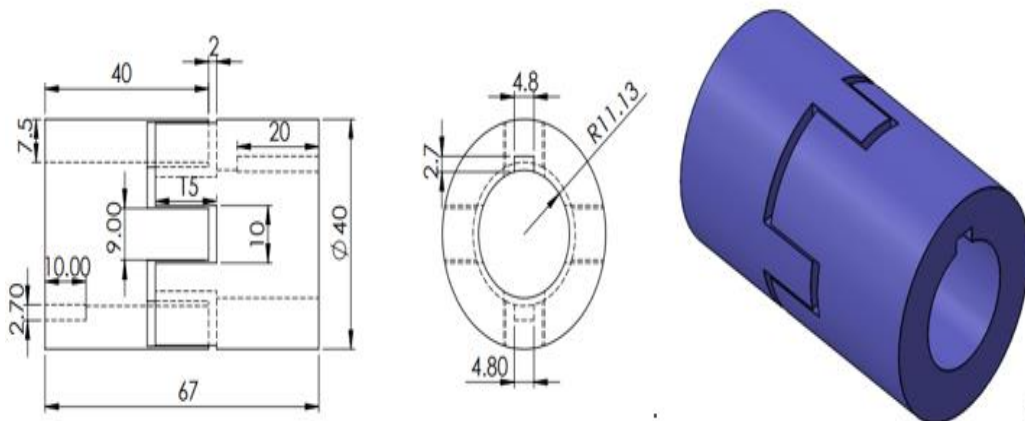


Ilustración 3-24: Acople motor-eje

Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.9.13. Diseño de la base 1 del contrapunto.

El contrapunto es un componente esencial que proporciona soporte y estabilidad a las piezas en movimiento durante operaciones de mecanizado y fabricación. Su función principal es mantener la precisión y la calidad de las operaciones al evitar desplazamientos y deformaciones no deseadas en las piezas.

El diseño de la base 1 del contrapunto implica determinar su ubicación y alineación óptimas en la máquina herramienta, seleccionar materiales adecuados, considerar características adicionales para facilitar la instalación y garantizar la estabilidad.

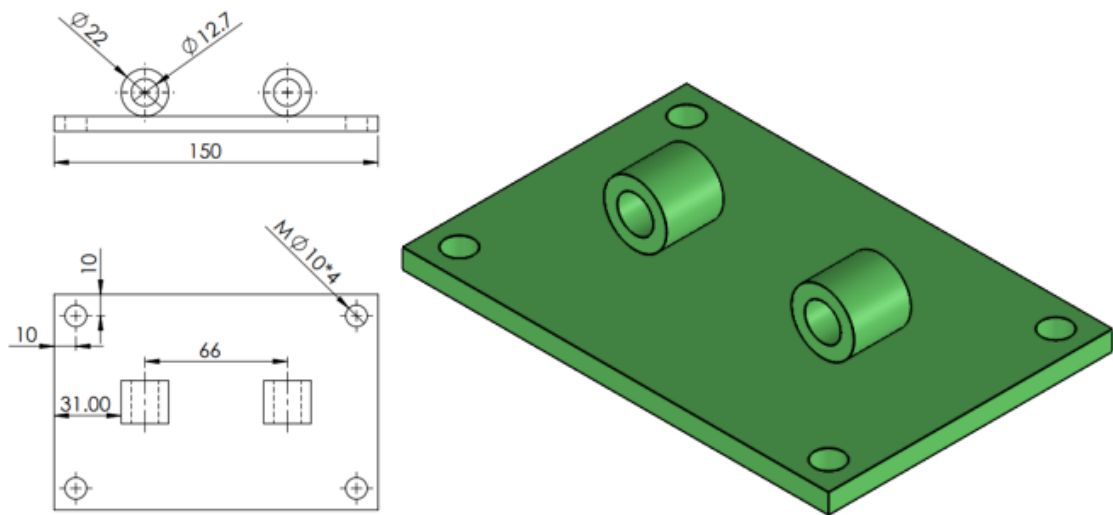


Ilustración 3-25: Base 1 del contrapunto
 Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.9.14. Diseño de la base 2 del contrapunto.

El diseño de la base 2 del contrapunto implica determinar su ubicación y alineación óptimas en la máquina herramienta, seleccionar materiales adecuados, considerar características adicionales para facilitar la sujeción y garantizar la estabilidad.

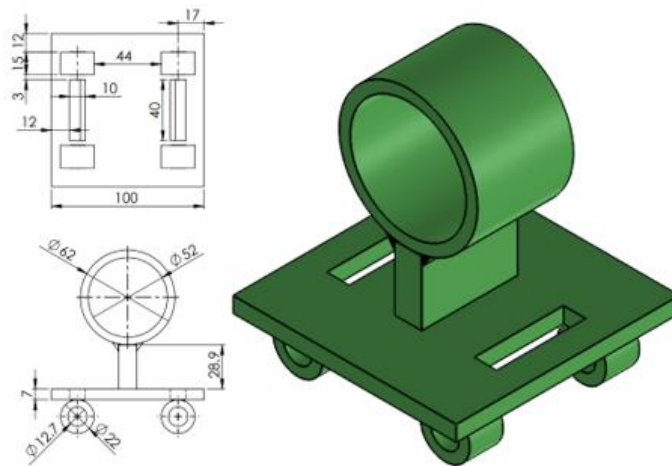


Ilustración 3-26: Base 2 del contrapunto
 Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.9.15. Diseño del punto centro.

El diseño del punto centro implica la selección de materiales adecuados, la elección de la forma y el tamaño de la punta, la incorporación de mecanismos de lubricación y enfriamiento, y la consideración de la precisión y la alineación.

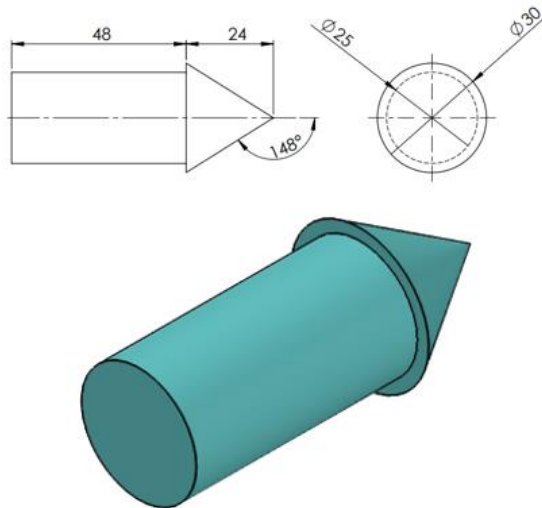


Ilustración 3-27:Punto centro

Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.9.16. Diseño del empuje del contrapunto.

El diseño del empuje del contrapunto implica la selección de materiales adecuados, la elección de la forma y el tamaño de la punta, la incorporación de sistemas de sujeción y ajuste, y la consideración de la precisión y la alineación.

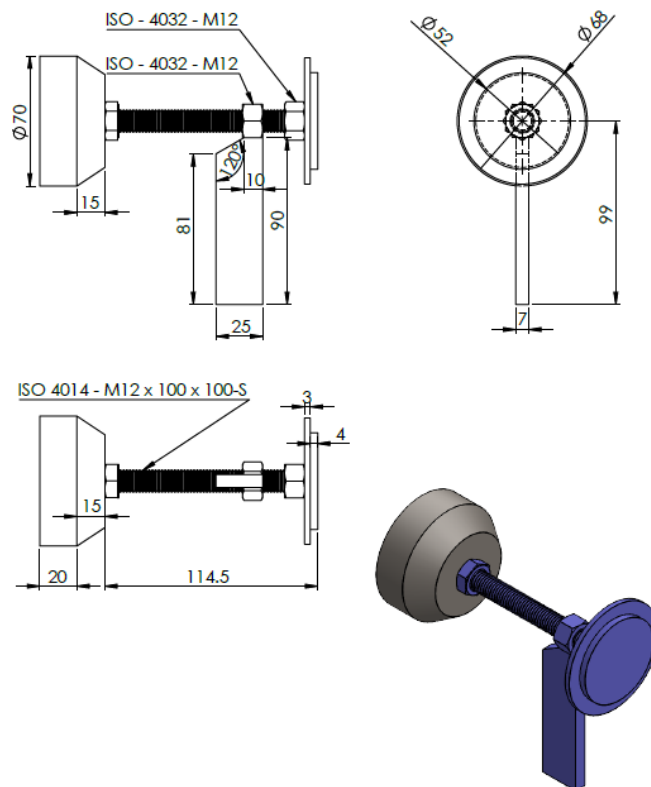


Ilustración 3-28:Empuje del contrapunto

Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.10. Chumacera FAG UC201-08

Las chumaceras, que se usó en la construcción del módulo son las insertables FAG UC201-08, que se componen de anillo exterior esférico y tiene una fijación mediante tornillos prisioneros en ambos lados, son componentes mecánicos utilizados para soportar y guiar un eje rotativo dentro de una máquina o equipo. Su función principal es reducir la fricción y permitir un movimiento suave y eficiente entre las piezas en movimiento, los rodamientos de bolas son adecuados para cargas ligeras a moderadas y alta velocidad.

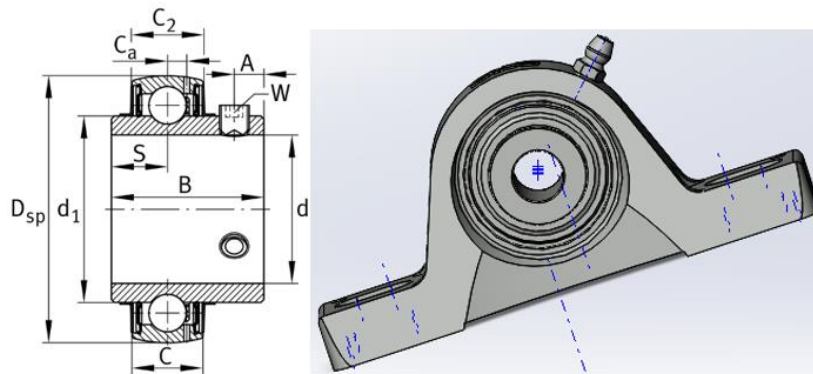


Ilustración 3-29: Chumacera FAG UC201-08
Realizado por Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Especificaciones de la Chumacera FAG UC201-08

Tabla 3-11: Medidas principales y datos de rendimiento

d	12.7mm	Diámetro del agujero
D _{SP}	47 mm	Diámetro exterior
B	31 mm	Anchura
C _r	13.600 N	Capacidad de carga dinámica, radial
C _{0r}	6.600 N	Capacidad de carga estática, radial
C _{ur}	345 N	Límite de carga por fatiga, radial
≈m	0,2 kg	Peso
C	17 mm	Ancho del anillo exterior
C ₂	16,8 mm	Anchura total de obturación
S	12,7 mm	Distancia pista de rodadura
d ₁	27,56 mm	Diámetro del borde del anillo interior
C _a	4,2 mm	Distancia al agujero de engrase

A	5 mm	Distancia rosca
f ₀	13,1	Factor de cálculo

Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.11. Motor trifásico LEADER

En la construcción del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos se seleccionó un motor trifásico de 1HP de tipo Jaula de Ardilla el cual cumple con las características requeridas para la realización de las prácticas en el equipo.

Para la selección de un motor se debe tener en cuenta los siguiente:

- Placa de datos
- Diseño
- Tamaño no armazón
- Temperatura
- Clase de aislamiento

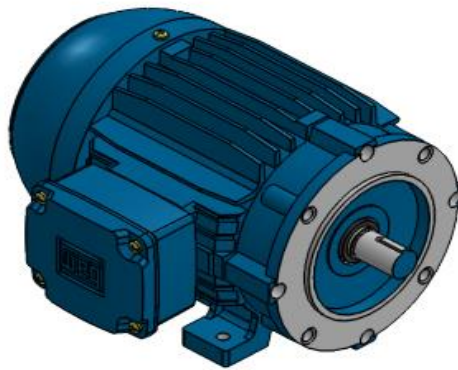


Ilustración 3-30: Motor trifásico LEADER

Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Especificaciones de la placa del motor LEADER que se utiliza para el módulo:

Tabla 3-12: Placa de especificaciones del motor LEADER

Especificaciones de las características del motor LEADER			
Marca	LEADER	Tipo carcasa	80M
Modelo	Cerrado	Medida eje (mm)	19
Corriente sin carga(A)	2.0/1.0	Fijación	pies
Potencia HP	1	RPM	1705

Potencia KW	0.75	Polos	4
Tención	220/440VAC	Temperatura °C	130
Diámetro del eje del extremo de transmisión(mm)	19j6	Largo(mm)	360
Longitud del eje del extremo de accionamiento(mm)	40	Peso	18kg
Clase de aislamiento	F	Tipo del material del eje	Acero 45
Torque de arranque	229%	Material de la caja de terminales	Aluminio/ chapa de hierro
Dirección de rotación	Ambos	Frecuencia	60 Hz
Clase de eficiencia	IE2	Factor de potencia	0.76

Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023



Ilustración 3-31:Placa- Motor trifásico LEADER

Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.12. Variador de frecuencia RELKOM

Para garantizar un funcionamiento óptimo y acorde a los requisitos necesarios, se implementó un variador de frecuencia en el módulo. Esta adición permite ajustar la velocidad según los parámetros específicos requeridos para las pruebas.

La principal intención consiste en regular la velocidad del motor. Los variadores transforman la corriente alterna proveniente de la red eléctrica en corriente continua mediante un rectificador. Los capacitores se llenan con esta corriente continua modificada por el rectificador, lo cual suaviza la forma de onda de la corriente eléctrica generada. La fase del inversor luego convierte nuevamente esta corriente continua en corriente alterna.

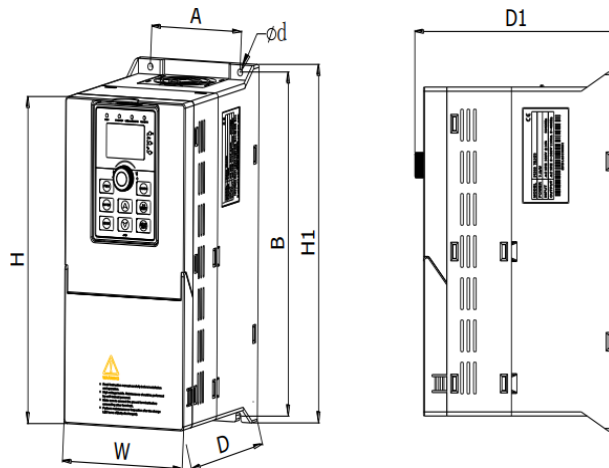


Ilustración 3-32: Variador de frecuencia RELKOM
 Realizado por: Chilinginga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Tabla 3-13: Características de la placa del variador (RELKOM).

Especificaciones de las características de la placa del variador (RELKOM)	
Modelo	PI500A- 2R2G3
Potencia	2.2 kW
Fuente de entrada	AC3PH – 380V(-15%)-440V(+10%)50/60Hz
Fuente de salida	AC 3HP 0V – Vin 5.1 A/ 0-400Hz

Realizado por: Chilinginga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

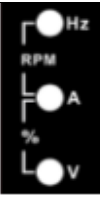
3.12.1. Características del variador de frecuencia

A continuación, se detalla las principales características del variador:

- Alto rendimiento
- Canal de ventilación aislado para evitar ingreso de polvo
- Lamina de aislamiento en el panel electrónico
- Capacidad de sobre corriente alta
- Capacidad de control de sobre carga para evitar paro del motor
- 6 entradas digitales
- 1 entrada análoga
- Multi velocidades
- Método de control vectorial W/O PG y V/F
- Control PID incorporado
- Puerto RS 485
- Alto estándar EMC con filtro C3 incorporado
- Normas IEC 61800 y RoHS

3.12.2. Indicadores del teclado.

Tabla 3-14: Especificaciones del teclado del variador

Bandera indicadora		Nombre										
Lampara de estado	Función	<ul style="list-style-type: none"> Luz indicadora de funcionamiento. ON: El inversor está funcionando. OF: El inversor se detiene. 										
	Local remoto	<ul style="list-style-type: none"> Luz indicadora de comando: Es el indicador para la operación del teclado, la operación del terminal y la operación remoto (control de comunicación). Encendido: Estado del funcionamiento del control del terminal. Apagado: Estado de funcionamiento del control del teclado. Intermitente: Estado de funcionamiento del control remoto. 										
	Adelante/retroceso	<ul style="list-style-type: none"> Luz de marcha adelante/ atrás. ON: En estado de reenvío. OF: En estado inverso. 										
	Sintonizar/TC	<ul style="list-style-type: none"> Autoaprendizaje del motor/ control de par/ indicador de fallo. Parpadeo lento: En el estado de ajuste del motor. Parpadeo rápido: En el estado de falla. 										
Indicador de combinación de unidades	Hz - V - A	 <table border="1" data-bbox="962 1142 1406 1339"> <tbody> <tr> <td>Hz</td> <td>Frequency unit</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>Current unit</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>Voltage unit</td> </tr> <tr> <td>RPM</td> <td>Speed unit</td> </tr> <tr> <td>%</td> <td>percentage</td> </tr> </tbody> </table>	Hz	Frequency unit	A	Current unit	V	Voltage unit	RPM	Speed unit	%	percentage
Hz	Frequency unit											
A	Current unit											
V	Voltage unit											
RPM	Speed unit											
%	percentage											

Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.13. Breaker 2 polos Camsaco.

Para que el módulo se encuentre protegido de sobre carga y sobre corriente se instaló un breaker de 2 polos, que es un dispositivo eléctrico de protección que se utiliza para interrumpir el flujo de corriente en un circuito eléctrico en caso de sobrecarga o cortocircuito el cual protegerá a todo el sistema.

Este tipo de disyuntor consta de dos interruptores independientes que pueden interrumpir simultáneamente ambas fases de un circuito eléctrico, lo que lo hace adecuado para sistemas eléctricos de corriente alterna bifásica. Su diseño permite una desconexión completa de la energía eléctrica en caso de una falla, brindando seguridad y protección tanto para los equipos eléctricos como para las personas.

Tabla 3-15: Especificaciones del breaker

Especificaciones del breaker		
<ul style="list-style-type: none"> • N.º de modelo: Camsco. • Tensión nominal U_e 240V / 415V. • Frecuencia: 50/60Hz • Número de polos: 1P, 2P, 3P,4P. • Corriente nominal: 30A, 63A, 80A, 100A • Características de disparo: C, D. 	<p>Ilustración 3-33-3: Breaker Camsco. Realizado por: Chilibingua, M; Moyolema, D.</p>	
Capacidad de rotura (KA)	Camsco	
Corriente nominal	Voltaje	Capacidad de rotura (KA)
50A, 100A	PH/N(1P):230/240V	10KA
	PH/PH(2P,3P,4P)400/415V	10KA

Realizado por: Chilibingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.14. Determinación de la velocidad del motor de acuerdo a la frecuencia de trabajo.

La ecuación que calcula la velocidad en revoluciones por minuto (rpm) del motor es expresada como:

$$N = \frac{(f * 60)}{p}$$

- N= representa las revoluciones por minuto del motor.
- f= denota la frecuencia de la red eléctrica en Hertz (ciclos por segundo).
- p= es el número de pares de polos del motor.

A continuación, se realizará unos ejemplos para saber a qué velocidad trabaja el motor con frecuencias distintas.

- Un motor de 2 polos conectado a una línea de 35 Hz, cuál sería la velocidad que gira el motor:

$$N = \frac{(35Hz * 60)}{2}$$

$$N = 1050 \text{ rpm}$$

3.15. Potenciómetro Industrial TAYEE 10K.

En la elaboración del módulo para determinar la cantidad de grasa se utilizó el potenciómetro industrial de 10K que opera en base al principio de variación de resistencia eléctrica, consiste en una resistencia variable que se desplaza mecánicamente en respuesta al movimiento del elemento que se desea controlar, en esta ocasión se controla la velocidad del motor que va relacionada con la frecuencia.



Ilustración 3-34:Potenciómetro Industrial
Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.16. Elaboración del Plan de Mantenimiento para el Módulo de Elementos Rotativos.

El plan de mantenimiento del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos se lleva a cabo tomando en cuenta los aspectos fundamentales.

En este proceso se especifica la codificación de los equipos, la metodología de mantenimiento que se empleará y una norma de referencia que proporciona todos los criterios a considerar para lograr un plan de mantenimiento efectivo. Cumplir con este plan contribuye a prolongar la vida útil del activo físico.

3.16.1. Codificación técnica del Equipo.

La codificación técnica se aplica siguiendo la norma ISO 14224:2016, la cual ofrece una estructura organizada, planificación y control de las actividades relacionadas con los activos en cuestión.

En el caso específico del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos, se utiliza un sistema de codificación de 6 niveles jerárquicos, que abarcan desde el nivel taxonómico de la empresa hasta la unidad de equipo. Sin embargo, para la codificación del módulo mencionado, se utilizan únicamente 4 niveles, que se describe a continuación:

3.16.1.1 Codificación a nivel de Planta.

Este nivel se refiere a la institución educativa en la cual se está llevando a cabo el Proyecto de Integración Curricular. Se utiliza un sistema de codificación compuesto por 6 caracteres alfabéticos para identificar la institución.

Tabla 3-16: Codificación a nivel de planta.

Planta	Código
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	ESPOCH

Realizado por: Chilibingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.16.1.2 Codificación a nivel de Área.

El siguiente nivel jerárquico mencionado corresponde al área donde se encuentra ubicado el módulo, en este caso se ha seleccionado la Facultad de Mecánica. Para identificar este nivel, se emplearán 2 caracteres alfabéticos según el sistema de codificación establecido.

Tabla 3-17: Codificación a nivel de área

Área	Código
Facultad de Mecánica	ESPOCH_FM

Realizado por: Chilibingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.16.1.3 Codificación a nivel de Sistema.

Este nivel se refiere al laboratorio donde los estudiantes pueden encontrar el módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos.

Para identificar este nivel en la taxonomía, se utilizan 2 caracteres alfabéticos y 1 numérico según el sistema de codificación establecido.

Tabla 3-18: Codificación a nivel de sistema

Sistema	Código
Laboratorio de Tribología	ESPOCH_FM_LT1

Realizado por: Chilibingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

3.16.1.4 Codificación a nivel de Equipo.

En este nivel final se hace referencia al sistema o equipo específico al que se hace alusión, así como al número de equipos idénticos pertenecientes al módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos.

Para este nivel, se utilizan 3 caracteres alfabéticos para identificar el equipo y 2 caracteres numéricos para indicar la cantidad de equipos similares.

Tabla 3-19: Codificación a nivel de equipo.

Sistema	Equipo	Código
Laboratorio de Tribología	Módulo para Determinar la Cantidad de Grasa en Elementos Rotativos.	ESPOCH_FM_LT1_MDR01

Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Tal como se muestra en la Tabla 3-19, se lleva a cabo la codificación correspondiente al módulo, la cual incluye información detallada.

Este enfoque permite una gestión más efectiva de los datos y también facilita la creación de inventarios para los equipos, lo que resulta en una excelente organización en general.

Tabla 3-20: Codificación Técnica del Equipo.

	EJEMPLO DE CODIFICACIÓN TÉCNICA DE EQUIPO	Versión: 001
		Fecha de elaboración: 2023-06-14
		Fecha de revisión: 2023-06-21
		Fecha de aprobación: 2023-07-04
Elabora: Chiquinga Mónica Moyolema Daisy	Revisa: Ing. Fausto Caicedo	Aprueba: Ing. Félix García
Área: Laboratorio de Tribología de la Facultad de Mecánica.		
Equipo: Módulo de Desgaste en Elementos Rotativos.		Código Técnico: ESPOCH_FMLT1_MDR01
Niveles	Código	Descripción
1. Planta	ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
2. Área	FM	Facultad de Mecánica
3. Sistema	LT1	Laboratorio de Tribología.
4. Equipo	MDR01	Módulo de Desgaste en Elementos Rotativos

Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados detallados obtenidos al estudiar los requisitos de construcción, lo cual permitió la implementación exitosa de la metodología QFD. Esta metodología nos brinda la capacidad de seleccionar la mejor opción de diseño antes de llevar a cabo la construcción. El Laboratorio de Tribología de la Facultad de Mecánica ha sido equipado con un módulo didáctico. Este módulo ha sido instalado específicamente para las prácticas, que consiste en determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos, tanto en rodamientos como en el tornillo sin fin con el engranaje. Como resultado de esta instalación, se ha obtenido una guía de laboratorio y un plan de mantenimiento.

4.1. Diagrama de los resultados obtenidos mediante la encuesta para el método QFD

Los diagramas de Pastel que se presentan a continuación son el producto de las respuestas planteadas para determinar el método QFD. En cada uno de estos diagramas se muestra un porcentaje, el cual ayuda a identificar los elementos más apropiados para cada pregunta, de acuerdo con la interpretación del usuario. Esto permite obtener el valor de importancia de cada pregunta al final del proceso.

Es importante destacar que los valores obtenidos a través de esta encuesta son de gran relevancia en el desarrollo del método de la función de la calidad QFD. Estos valores permiten obtener resultados que se ajustan a las opiniones y exigencias de los usuarios.



Ilustración 4-1: Resultado pregunta 1
Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Eficiencia de Operatividad : Refiere a la disposición de un entorno didáctico que facilita el desarrollo de las prácticas.

42 respuestas

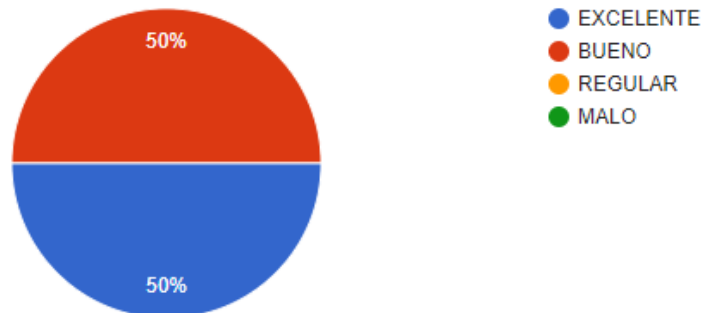


Ilustración 4-2:Resultado pregunta 2
Realizado por: Chilibingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Accesorios y repuestos: Kit de engranaje y tornillo sin fin.

42 respuestas

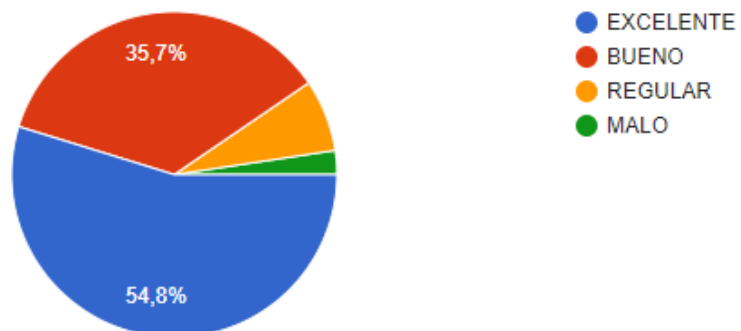


Ilustración 4-3:Resultado pregunta 3
Realizado por: Chilibingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Determinación de dimensiones: Establecer las dimensiones adecuadas de algo, ya sea un objeto, una estructura o un sistema.

42 respuestas

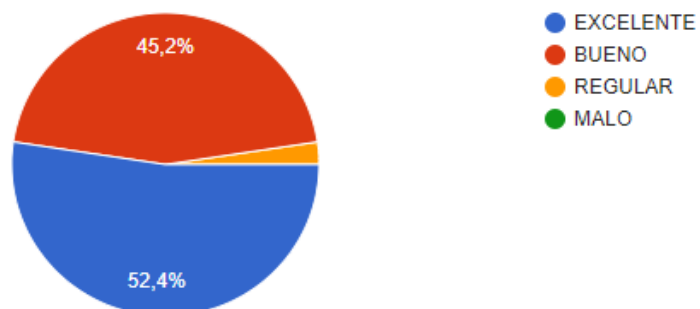


Ilustración 4-4:Resultado pregunta 4
Realizado por: Chilibingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Facilidad de operar: Módulo diseñado con atributos intuitivos y de comprensión sencilla para facilitar su uso y operación.

42 respuestas

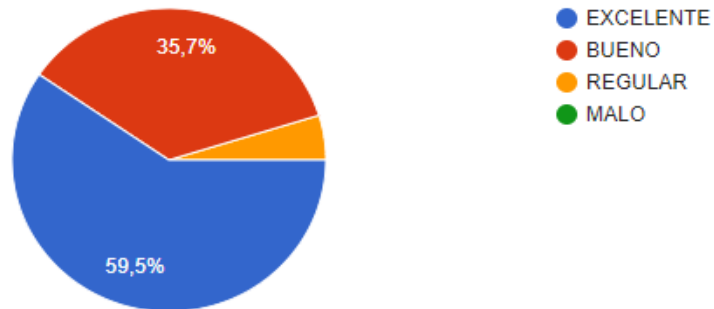


Ilustración 4-5: Resultado pregunta 5
Realizado por Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Gastos de compra de componentes y materiales necesarios para la construcción.

42 respuestas

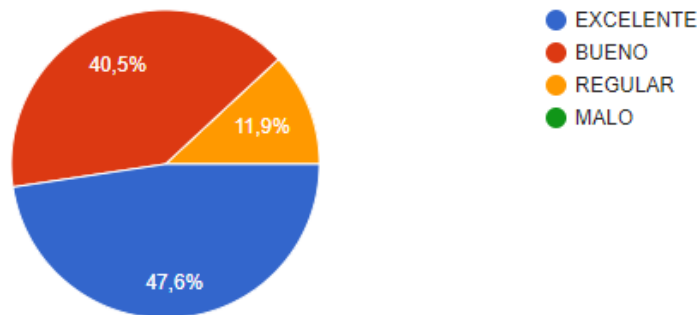


Ilustración 4-6: Resultado pregunta 6
Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Gastos involucrados en el proceso del módulo.

42 respuestas

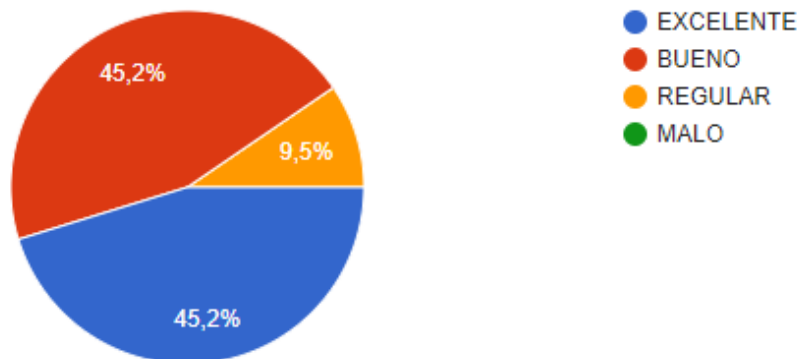


Ilustración 4-7: Resultado pregunta 7
Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Materiales de gran durabilidad o robustez.

42 respuestas

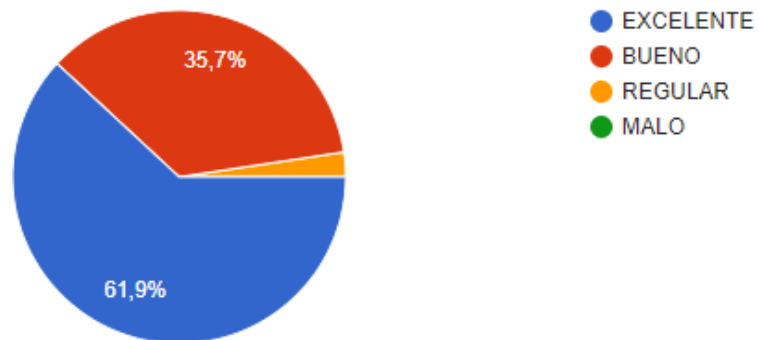


Ilustración 4-8: Resultado pregunta 8

Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Diseño que prioriza la seguridad y protección de los usuarios, velando por su integridad.

42 respuestas

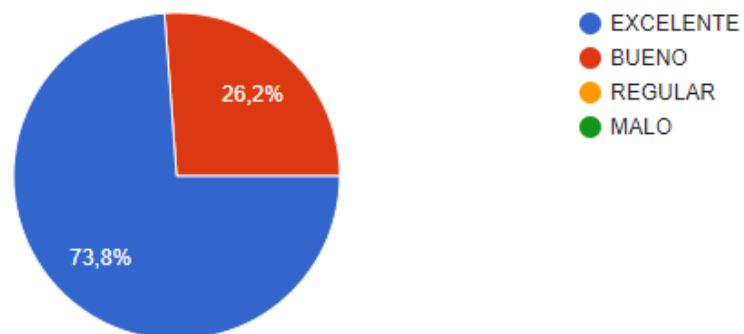


Ilustración 4-9: Resultado pregunta 9

Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Apariencia: Que destaca por su diseño atractivo y original.

42 respuestas

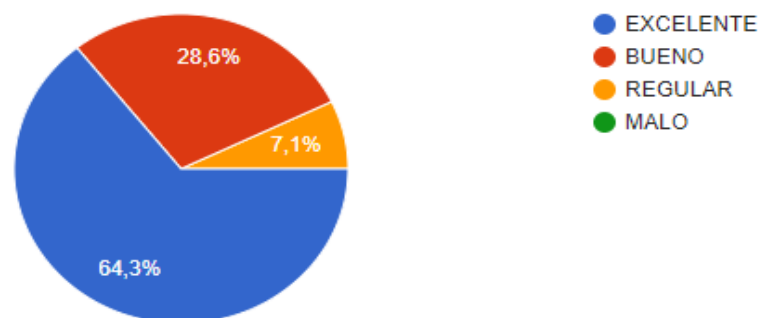
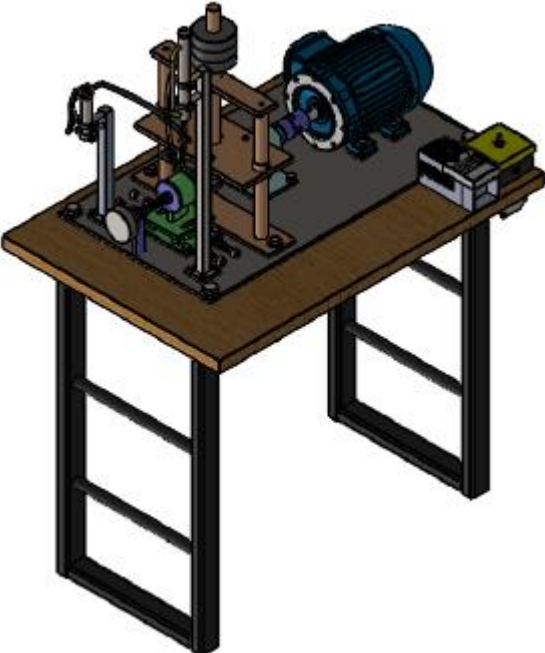



Ilustración 4-10: Resultado pregunta 10

Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.2. Comparación del diseño en el software vs Físico

Tabla 4-1: Comparación diseño vs Físico

Diseño software	Físico
 A 3D CAD model of a mechanical assembly. It features a blue electric motor mounted on a wooden table with a black metal frame. The assembly includes various gears, shafts, and structural supports, all rendered in a clean, technical style.	 A photograph of the physical mechanical assembly. It is a blue electric motor mounted on a light-colored wooden table. The assembly includes various gears, shafts, and structural supports, matching the CAD model. The background is a dark wood panel.
Observaciones: En las ilustraciones presentadas, se puede observar que el módulo físico se asemeja mucho al diseño realizado en el software. El módulo fabricado posee todas las características descritas, tanto en dimensiones como en los detalles.	

Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.3. Error

Al tomar las medidas en el módulo ya terminado, se observan ciertas discrepancias en los datos en comparación con el diseño inicial. Estas discrepancias se deben a los diversos procesos llevados a cabo para obtener el producto final, los cuales involucran el uso de máquinas y herramientas como amoladoras, taladros, entre otros.

Cuando se realizan actividades que involucran la intervención humana y el uso de herramientas manuales, es común encontrarse con errores en las medidas. Esto se debe a una serie de factores que pueden afectar el desarrollo preciso del trabajo, como la iluminación, la cual está estrechamente relacionada con la visibilidad. Además, la habilidad humana para lograr precisión también puede ser un factor limitante.

Al llevar a cabo una inspección comparando las medidas trazadas en el plano con las obtenidas mediante la toma de datos en el módulo, se determina un rango de error que se encuentra dentro de un intervalo de aproximadamente $\pm 0,5$ cm. Como se mencionó anteriormente, este valor se debe a los procesos de corte y doblado del material.

4.4. Resultados de la construcción del módulo

En esta sección se describe el proceso de construcción del módulo, se proporcionan detalles sobre los procedimientos de mecanizado, el tiempo requerido para la construcción y el ensamble. En la Ilustración 4-11 se puede apreciar el ensamble final del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos.

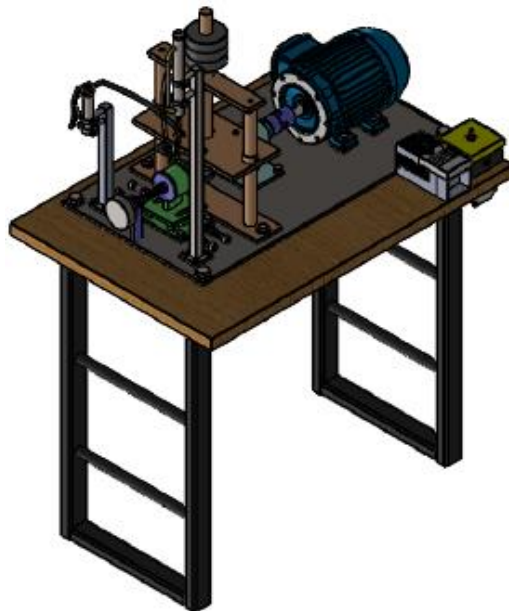


Ilustración 4-11: Ensamblaje final del Módulo
Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.1. Proceso de mecanizado y construcción

Para la construcción del módulo, fue necesario mecanizar diversos elementos debido a su complejidad. A continuación, se detalla el proceso de mecanizado de cada uno de estos elementos.

4.4.2. Base principal del módulo

Comenzamos con la construcción de la estructura del módulo, en la que se utilizó un perfil rectangular de acero ASTM A36 de 760x420x7mm para la base estructural del módulo. Se cortaron 3 placas de 150x100mm, 1 placa de 380x100mm, 1 placa de 300x140mm y 1 placa de

300x50mm, estas placas se ensamblaron mediante pernos M10, como se indica en la Ilustración 68-4 donde se puede apreciar las bases del módulo.

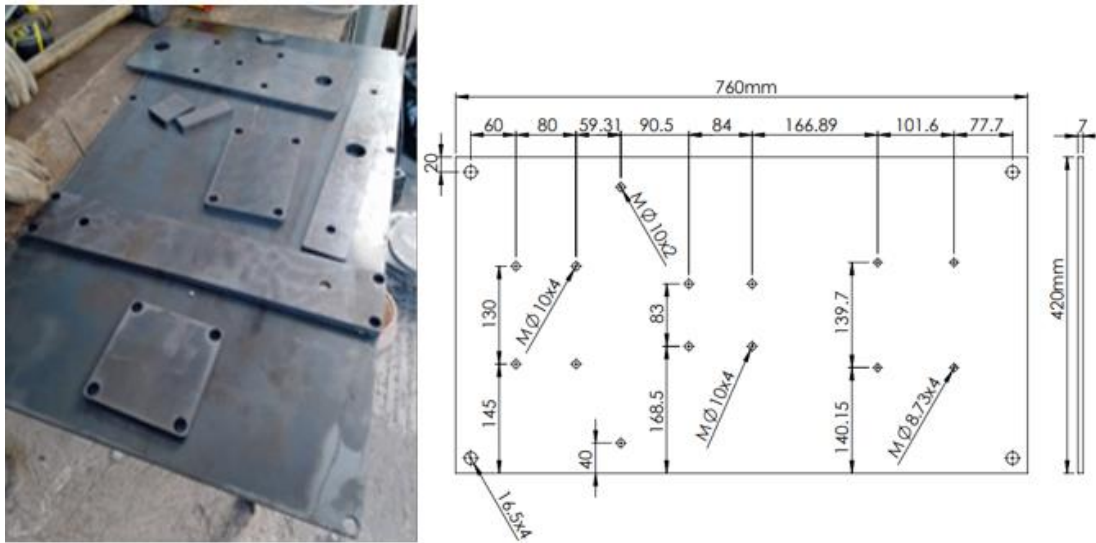


Ilustración 4-12:Corte de las bases del módulo
Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.3. Estructura de los rodamientos

La construcción de base para los rodamientos es un diseño que está compuesto por tres placas de acero de transmisión 1018 de 1 “in” de diámetro la primera con una medida de 380 mm y las dos siguientes de 300mm de diámetro, tal como se muestra en la Ilustración 4-13.

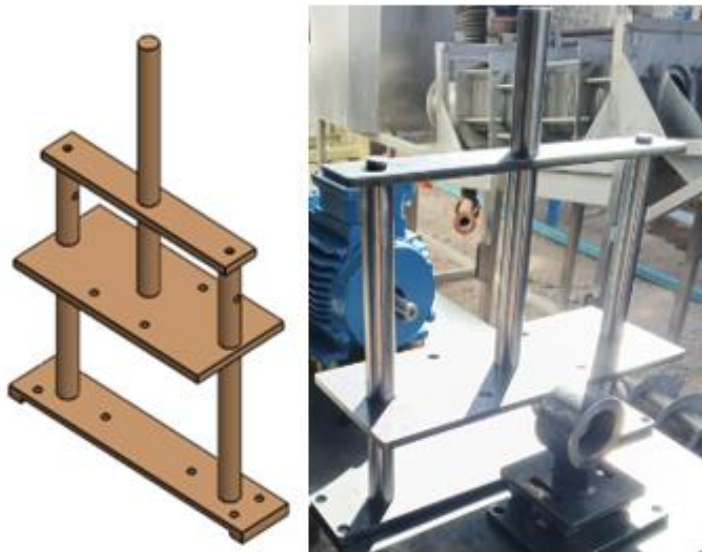


Ilustración 4-13:Estructura de los rodamientos
Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.4. *Bosquejo de las pesas*

Para la creación de las pesas se utilizó acero 1018 que se conforman de tres pesas con un peso de 1kg, un diámetro interior de $\varnothing 25.5$ y de exterior $\varnothing 88$ como se puede observar en la Ilustración 4-14. Un diseño meticuloso de las pesas garantiza que sean funcionales y efectivas dentro del contexto específico en el que se utilice.



Ilustración 4-14: Diseño pesas
Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.5. *Mecanismo del engranaje recto*

Estos engranajes se emplean en aplicaciones mecánicas para transmitir potencia y movimiento, y son ampliamente utilizados debido a su capacidad para manejar cargas elevadas y transferir grandes cantidades de potencia.

Los dientes de los engranajes rectos tienen una forma trapezoidal y se enganchan entre sí para transferir la potencia y el movimiento de un eje a otro, como se puede observar en la Ilustración 4-15.



Ilustración 4-15: Mecanismo del engranaje recto
Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.6. Mecanismo del tornillo sin fin

La construcción de este mecanismo se muestra en la Ilustración 4-16, es mecanizado de acero de transmisión 1018, su función es transformar el movimiento circular en movimiento lineal, y viceversa, mediante el uso de una rosca helicoidal y una rueda dentada conocida como rueda helicoidal.



Ilustración 4-16: Construcción del tornillo sin fin
Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.7. Mecanismo del portabrocas

El mecanizado del portabrocas ayuda a establecer el rango de agarre y tener en cuenta características adicionales para asegurar una sujeción confiable, como se muestra en la Ilustración 4-17.

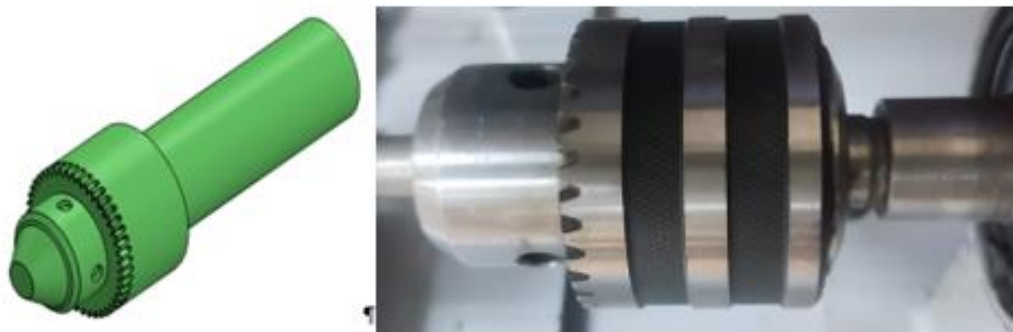


Ilustración 4-17: Construcción del portabrocas
Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.8. *Mecanismo de la base del portabrocas*

El mecanizado de la base del portabrocas implica identificar la ubicación y alineación óptimas en la herramienta, como se muestra en la Ilustración 4-18. Teniendo en cuenta que es de acero un material muy resistente con características adicionales que facilitan la instalación y aseguran la estabilidad.

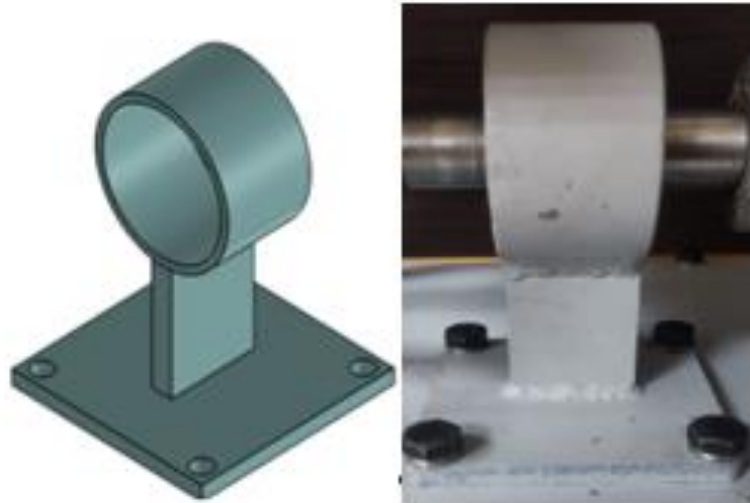


Ilustración 4-18: Construcción de la base del portabrocas
Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.9. *Mecanismo del acople motor-eje.*

El cable LOVEJOY INC L-090 tiene ganchos elastoméricos que son capaces de transferir potencia desde 1 hasta 200 kW con su velocidad de medida es en rpm, como se muestra en la Ilustración 4-19.



Ilustración 4-19: Acople del motor-eje
Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.10. Mecanismo de la base 1 del contrapunto.

Para el mecanizado de la base 1 del contrapunto se toma en cuenta que el material es de acero que nos permite identificar la alineación en el módulo y tener en cuenta varias características que ayude a facilitar la instalación y asegurar la estabilidad.

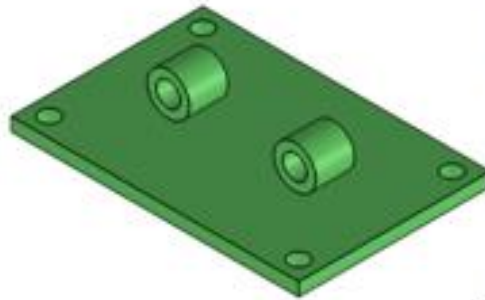


Ilustración 4-20: Base 1 del contrapunto
Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.11. Mecanismo de la base 2 del contrapunto.

Para el mecanizado de la base 2 del contrapunto se toma en cuenta que el material es de acero que facilita la alineación en el módulo y tener en cuenta varias características que ayudan a la instalación y asegurar la estabilidad, como se muestra en la Ilustración 4-21.

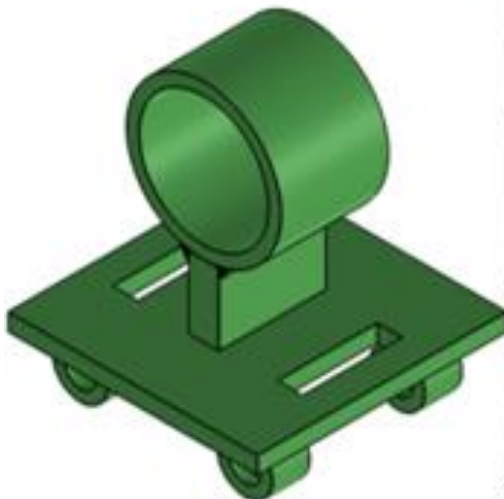


Ilustración 4-21: Base 2 del contrapunto
Realizado por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.12. Mecanismo del punto centro.

El mecanizado del punto de centrado implica los materiales adecuados, para determinar la forma y el tamaño de la punta, facilita con mecanismos de lubricación y enfriamiento, tiene en cuenta la precisión y la alineación.



Ilustración 4-22:Punto centro
Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.13. Mecanismo del empuje del contrapunto.

El mecanizado del empuje del contrapunto cuenta con un material de plástico que es apropiado para su forma y tamaño de la punta. Como se muestra en la Ilustración 4-23.

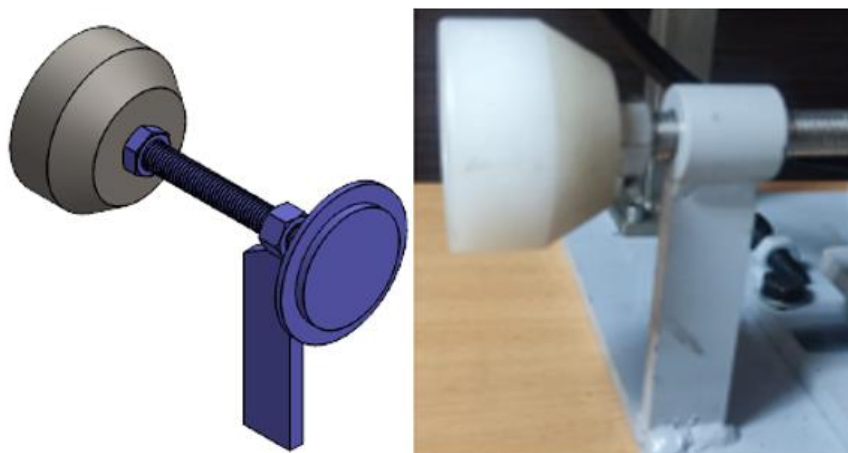


Ilustración 4-23:Empuje del contrapunto
Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.14. Implementación del Motor trifásico LEADER

Se selecciona un motor trifásico de 1HP de tipo Jaula de Ardilla, con una potencia de 0.75 KW y de 1705 RPM que contine 4 polos y un factor de potencia 0.76, como se muestra en la Ilustración 4-24.



Ilustración 4-24:Motor trifásico LEADER
Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.15. Implementación del Variador de frecuencia RELKOM

Con el fin de asegurar un rendimiento óptimo y cumplir con los requisitos necesarios, se incorporó un variador de frecuencia con una potencia 2.2 kW, modelo en el módulo PI500A- 2R2G3. Esta adición permite ajustar la velocidad de acuerdo con los parámetros específicos necesarios para las pruebas.

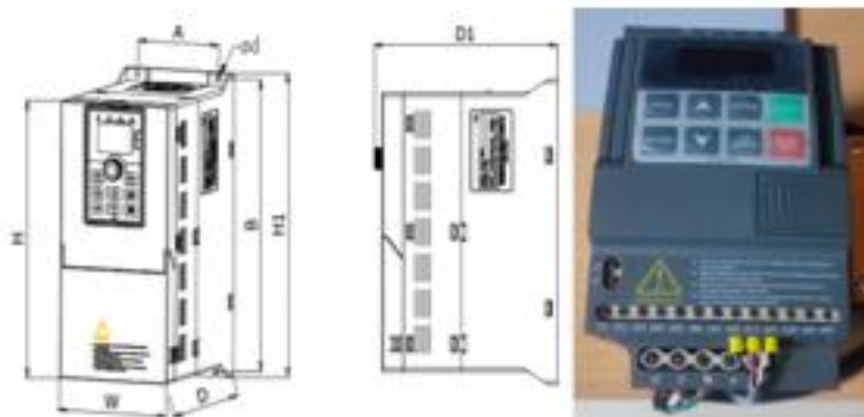


Ilustración 4-25:Variador de frecuencia RELKOM
Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.16. Implementación del Breaker 2 polos Camsaco

Con el objetivo de salvaguardar el módulo contra sobrecargas y corrientes excesivas, se ha instalado un interruptor de dos polos que brindará protección al sistema en su totalidad.

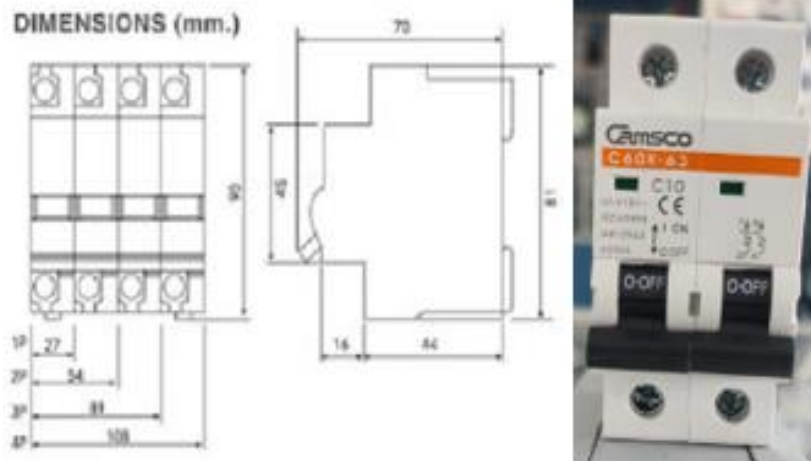


Ilustración 4-26: Breaker 2 polos
 Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.4.17. Implementación del potenciómetro

Se implemento un potenciómetro que es un componente electrónico que se utiliza para controlar y ajustar la velocidad en el módulo. Consiste en una resistencia de material conductor que tiene una terminal fija en un extremo y una terminal móvil que se puede desplazar a lo largo de la resistencia.



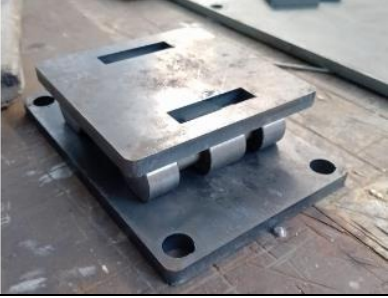





Ilustración 4-27: Potenciómetro
 Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023




Ensamblaje del módulo.

Se trata del último paso en el proceso de construcción del módulo, donde se lleva a cabo la unión de todos los componentes mediante soldadura eléctrica. Para esto, se emplean 2 libras del electrodo 6013, tal como se ilustra en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2: Elementos y ensamblaje del módulo

ELEMENTO	ILUSTRACIÓN
SOLDADURA(Elementos base)	
Mesa Módulo	
Instalación bangueras (grasa)	
Mecanizado (Engranaje-tornillo sin fin)	
Istalación(Chumaseras)	

<p>Montaje(Base del contrapunto)</p>	
<p>Montaje (Elementos del Módulo)</p>	
<p>Montaje (Estructura de los rodamientos)</p>	
<p>ACCESORIOS</p>	
<p>Manguera plastica flexible (Para Aceite)</p>	
<p>Manguera estandarizada de 300mm (Para grasa)</p>	
<p>Juego (Tornillo sin fin-Engrane-eje)</p>	

Pernos M10	
Unión T (Paso para la grasa)	
Llave (Paso para el aceite)	

Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.5. Análisis de costos

En esta sección se especifican los costos directos e indirectos relacionados con la construcción del módulo para Determinar la Cantidad de Grasa en Elementos Rotativos.

4.5.1. Costos directos

Los costos directos comprenden aquellos gastos que están directamente relacionados con la construcción del módulo, desde su diseño hasta la obtención del producto finalizado. Estos costos incluyen el costo de los materiales, el mecanizado, la mano de obra y el transporte.

Tabla 4-3: Costos de Materia Prima

COSTO-MATERIA PRIMA			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	MATERIAL	COSTO

Plancha 3/8 in	2	INOX	50	
Ejes 1in	2	AC TRANSM	25	
Tortas de acero 60mm	2	AC TRANSM	25	
Contrapunto	1	SG	90	
Chumaceras 1 in	3	15	45	
Mandril de taladro ½ in	1	SG	25	
Estructura	1	INOX-AC TRANSM	75	
Disco de pulir	2		3	
Pintura	1		25	
Disco de corte	3		6	
Disco Flat	1		5	
Suelda	1	MIG	25	
Fletes	2		10	
Pernos	5		5	
Corte Plasma		5.426	27,408	
Maquinado		15	75	
Grasero	1		25	
Tacho de aceite	1		30	
Accesorios de Presión tipo T	1		5	
Puntales inyectar grasa	5		25	
Mecanizado corona- sin fin	2		150	
Manguera estandarizada	2		40	
Manguera para el aceite			15	
Costo-materia prima			806,41	
Mano de Obra				
PERSONAL	CANTIDAD	TIEMPO-HORA	Costo Hora	Total
Maestro	1	4	40	160
Ayudante	1	4	25	100
Costos total mano de obra			260	
Costo total-MATERIA PRIMA			1066,41	

Realizado por: Chilinginga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Tabla 4-4: Costos materiales Eléctricos.

COSTOS-MATERIALES ELECTRICOS			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	TOTAL
1	Motor 3F W22 1705rpm 1HP 220/380/440VAC carcasa 80.	UND	205,74
1	Variador de Frecuencia 1F 1HP 220v PI150 RELEK	UND	222,28
1	Breaker 2 Polos 10 A Amperios Riel DIN CHNT	UND	8,00
1	Material Electrico	UND	25,00
1	Instalación y configuración Varidor de Frecuencia	UND	65,00
Subtotal			469,66
IVA 12%			56,36
Total-costos materiales electricos			526,02

Realizado por: Chilinginga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

Tabla 4-5: Costos Totales.

COSTOS TOTALES	
DESCRIPCIÓN	COSTO
Costo total materia prima	1066,41

Costo total materiales eléctricos	526,02
Costo directo total	1592,43

Realizado por: Chilinginga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.5.2. Costos indirectos

Estos costos no están directamente vinculados a la construcción del proyecto, pero sí reemplazan el costo final al influir en la inversión inicial. Este tipo de costos incluye aspectos como diseños, investigación, transporte y suministros durante el proceso de fabricación. Los costos de ingeniería engloban todos los procesos de investigación, metodología y diseño de la máquina, los cuales implicaron un total de 10 horas de trabajo, el precio de 40 dólares por hora, lo que resultó en un total de 400 dólares.

Tabla 4-6: Costos indirectos

COSTOS INDIRECTOS TOTALES	
DESCRIPCIÓN	COSTO
Costos de ingeniería	400
Costos de transporte	20
Costos de insumos	80
Costo total	500

Realizado por: Chilinginga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.5.3. Costo total del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos

Luego de finalizar el análisis de los costos directos e indirectos, se llega a la conclusión de que el costo total para la construcción del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos es de:

Tabla 4-7: Costo Totales del Módulo

COSTO TOTAL	
DESCRIPCIÓN	COSTO
Costo Directo	1592,43
Costo Indirecto	500
Costo total del Módulo	2092,43

Realizado por: Chilinginga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

4.6. Manual del usuario del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos

Una vez que se completó la construcción del módulo, se procedió a instalarlo en el laboratorio de tribología. Para facilitar su correcto funcionamiento durante las prácticas de laboratorio correspondientes, se elaboró un manual de usuario. En este manual de operaciones se detallaron de manera clara todos los pasos que el usuario debe seguir para llevar a cabo el trabajo deseado.

Además, se otorgó una gran importancia a la seguridad del operador antes durante y después de operar el módulo. El documento correspondiente se puede encontrar en el anexo E.

4.7. Guía de laboratorio de la práctica número 1 y práctica número 2 del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos

La guía de laboratorio para la práctica de determinación de grasa en elementos rotativos aplicado a un par de rodamientos UC201-08, fue desarrollada con base en el manual de usuario. Se elaboraron instrucciones detalladas para cada actividad que los estudiantes llevarán a cabo. Además, se proporcionó información sobre las herramientas necesarias para la práctica. En la sección correspondiente a la toma y recolección de datos se brindó una guía para que los usuarios puedan realizar sus propias conclusiones y recomendaciones sobre la práctica. El documento de la guía del laboratorio realizado se encuentra en el anexo F

4.8. Plan de mantenimiento preventivo y correctivo del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos

Después de llevar a cabo las prácticas de determinación de la cantidad de grasa en elementos rotativos aplicado a un par de rodamientos UC201-08 y a un juego de engranaje sin lubricación y con lubricación, se implementaron tareas de mantenimiento preventivo y correctivo con el objetivo de evaluar y salvaguardar el funcionamiento óptimo del módulo. En el documento elaborado se proporciona información detallada sobre la frecuencia de ejecución del mantenimiento preventivo. También se especifica el personal responsable encargado de llevar a cabo dichas tareas, así como las herramientas y materiales necesarios. El plan de mantenimiento preventivo se encuentra en el anexo G y el plan de mantenimiento correctivo en el anexo I. En los anexos H, y J se describe cada una de las tareas propuestas en el plan de mantenimiento, utilizando MTS (Medidas Técnicas de Seguridad) y TIS (Técnicas de Inspección y Supervisión) para ofrecer una descripción detallada de estas tareas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- Se diseño y construyó un módulo que se utilizará para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos como son los rodamientos sabiendo cuales son las condiciones de trabajo con fines educativos para el Laboratorio de Tribología de la Facultad de Mecánica.
- Para determinar los requerimientos y materiales en la construcción del módulo de elementos rotativos se basó en la calidad de cada uno de los componentes a utilizarse para tener fiabilidad y seguridad al realizar las prácticas.
- Para el diseño y construcción del módulo para la determinación de la cantidad de grasa utilizada en elementos rotativos se realizó el modelo primero en el software de diseño para pasar a la construcción en base a los planos previamente realizados.
- Una vez terminado el módulo se realizó las pruebas respectivas del funcionamiento aplicadas a un juego de engranajes y a un par de rodamientos UC201-08, se elaboraron las guías del laboratorio que servirán para la impartición de las prácticas.
- Se detallo un plan de operación y mantenimiento del módulo para determinar la cantidad de grasa en elementos rotativos y así seleccionar el tipo de grasa necesario de acuerdo con el elemento que se esté usando, además con este plan se logrará la mantenibilidad del módulo.

RECOMENDACIONES

- Realizar las prácticas del laboratorio con el equipo de protección personal adecuado para evitar accidentes causados por la mala manipulación.
- Implementar el plan de mantenimiento elaborado en este proyecto ya que ayudará a disminuir las fallas, también se deberá actualizar las guías de laboratorio en caso de existir algún cambio dentro de las prácticas o tipo de elemento utilizado.
- Revisar las guías de laboratorio en donde se encuentran los planos de los elementos consumibles como es el juego de engranaje para su respectiva sustitución.
- Cada vez que se realice las prácticas de laboratorio sal finalizar se deberá cumplir con las 5S.
- En caso de desmontar el módulo verificar en los planos detallados del trabajo de integración curricular para el previo montaje del mismo y así evitar fallas o que queden piezas mal colocadas o mal sujetadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ACUÑA SALTOS, M.P., 2022.** *Evaluación experimental de la resistencia al corte en juntas tipo T en acero ASTM A36, con soldadura de filete bajo proceso AMAW* [en línea]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [consulta: 4 mayo 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18790/1/15T00848.pdf>.
2. **AGUIRRE HERRERA, J.E. y HIDALGO VITERI. JAVIER EDUARDO, 2022.** *Diseño y construcción de un equipo motorreductor aplicado metodología QFD para la industria nacional* [en línea]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17795/1/15T00825.pdf>.
3. **ALLAUCA ALLAUCA, A.F. y PAGUAY ASHQUI, A.G., 2019.** *Implementación de un módulo de simulación de puente grúa comandado por relés programables y variadores de frecuencia* [en línea]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [consulta: 4 mayo 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11579/1/25T00361.pdf>.
4. **CASTILLO HERRERA, W.P. y TOAPANTA CUNALATA, O.G., 2019.** *Principios de tribología aplicados en la Ingeniería Mecánica* [en línea]. 3. Ambato: Área de innovación y desarrollo, S.L. [consulta: 3 mayo 2023]. ISBN 978-84-121167-2-4. Disponible en: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2019/12/PRINCIPIOS-DE-TRIBOLOG%C3%8DA-APLICADOS-EN-LA-INGENIER%C3%8DA-MEC%C3%81NICA.pdf>.
5. **CUENCA MOCHA, H.G. y FLORES TOAPANTA, D.A., 2018.** *Comportamiento tribológico del acero AISI 1045 con presencia de lubricante SAE 10W-30 y 20w - 50* [en línea]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [consulta: 4 mayo 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4188/1/25T00238.pdf>.
6. **ECUADOREC, 2023.** Estatura promedio en Ecuador. [en línea]. [consulta: 16 mayo 2023]. Disponible en: <https://ecuadorec.com/estatura-promedio-en-ecuador-cuanto-miden-hombres-y-mujeres/>.

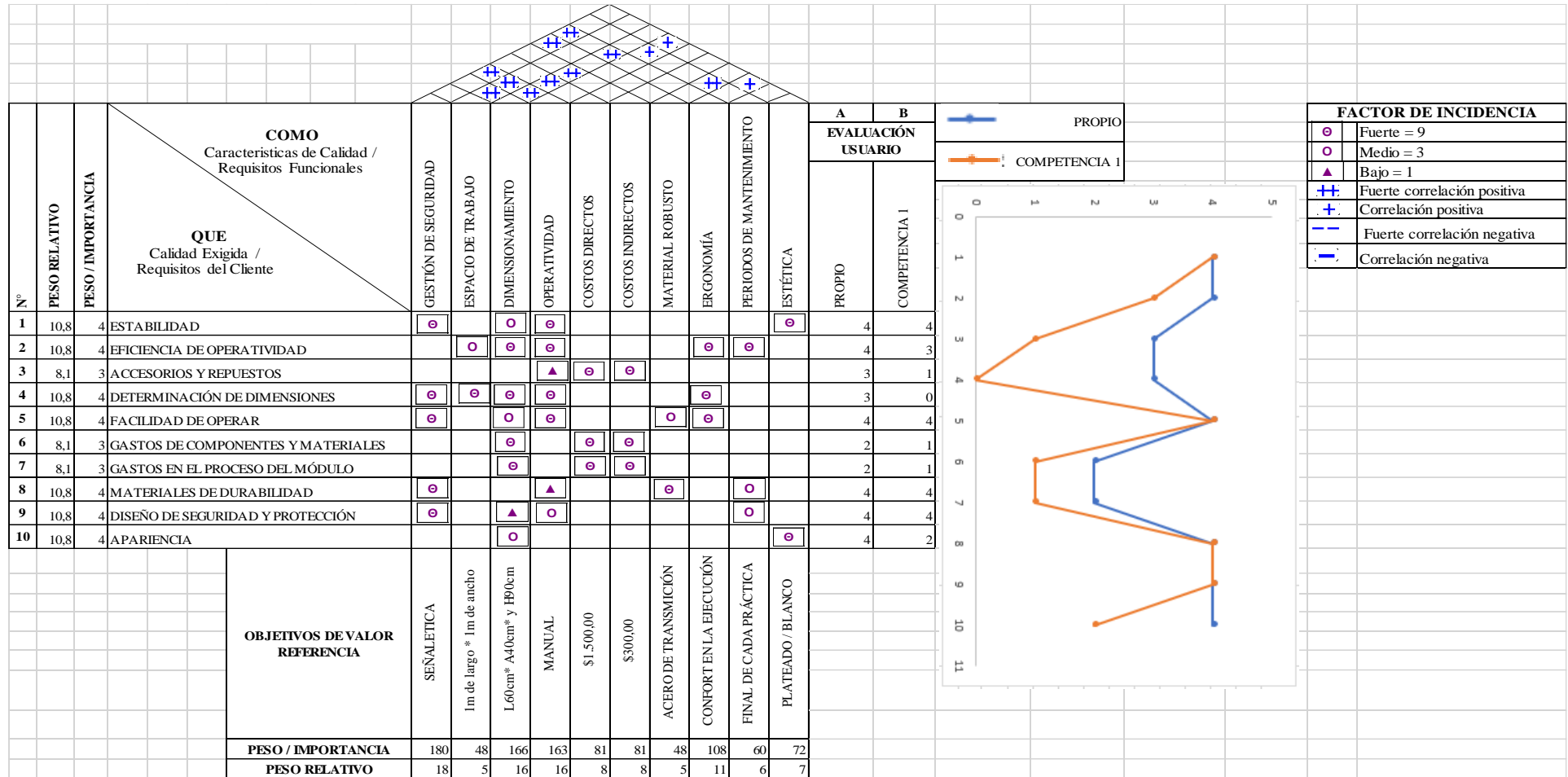
7. **FLORES, C., 2020.** Soldadura al arco eléctrico SMAW. [en línea]. [consulta: 4 mayo 2023]. Disponible en: https://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin08/URL_08_MEC01.pdf.
8. **LAURA TELENCHANA, Ó.M. y VERGARA GUANANGA, C.J., 2022.** *Implementación de un módulo de simulación para el diagnóstico vibracional de fallas en rodamientos para el rotor kit del laboratorio de diagnóstico técnico y eficiencia energética de la Facultad de Mecánica* [en línea]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [consulta: 4 mayo 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/16870>.
9. **MARKETING SP, 2020.** Variador de frecuencia. [en línea]. [consulta: 4 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/variador-de-frecuencia/>.
10. **MIRANDA MORENO, G.N., 2021.** *Propuesta de proyecto de creación de un centro de investigación y desarrollo tribológico dentro la Facultad de Mecánica en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo* [en línea]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/16155/1/25T00425.pdf>.
11. **NIVIHE, 2020.** Variador de Frecuencia SINAMICS V20 Escalar | Siemens | NIVIHE S.A. [en línea]. [consulta: 4 mayo 2023]. Disponible en: <https://motores-electricos.com.ar/catalogo/variadores-de-frecuencia/variador-frecuencia-sinamics-v20-siemens/>.
12. **SAMANIEGO PEREZ, J.C., 2019.** *GRASAS Y LUBRICANTES MG. JOSE CARLOS SAMANIEGO PEREZ Docente Programa Gente que trabaja Filial Cusco* [en línea]. Perú: Universidad Continental. [consulta: 4 mayo 2023]. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5909/4/MV_MC_Grasas_y-lubricantes_Docente_Samaniego_Perez.pdf.
13. **ULPGC, 2022.** Altura de mesa para trabajo de pie. [en línea]. [consulta: 17 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.ulpgc.es/sprlyupr/trabajodepie>.

14. **VARIADADES DE COLOMBIA, [sin fecha].** Grasas lubricantes, evita la corrosión y el desgaste diario. [en línea]. [consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: <https://variedadesdecolombia.com/tipos-de-grasas-lubricantes.html>.



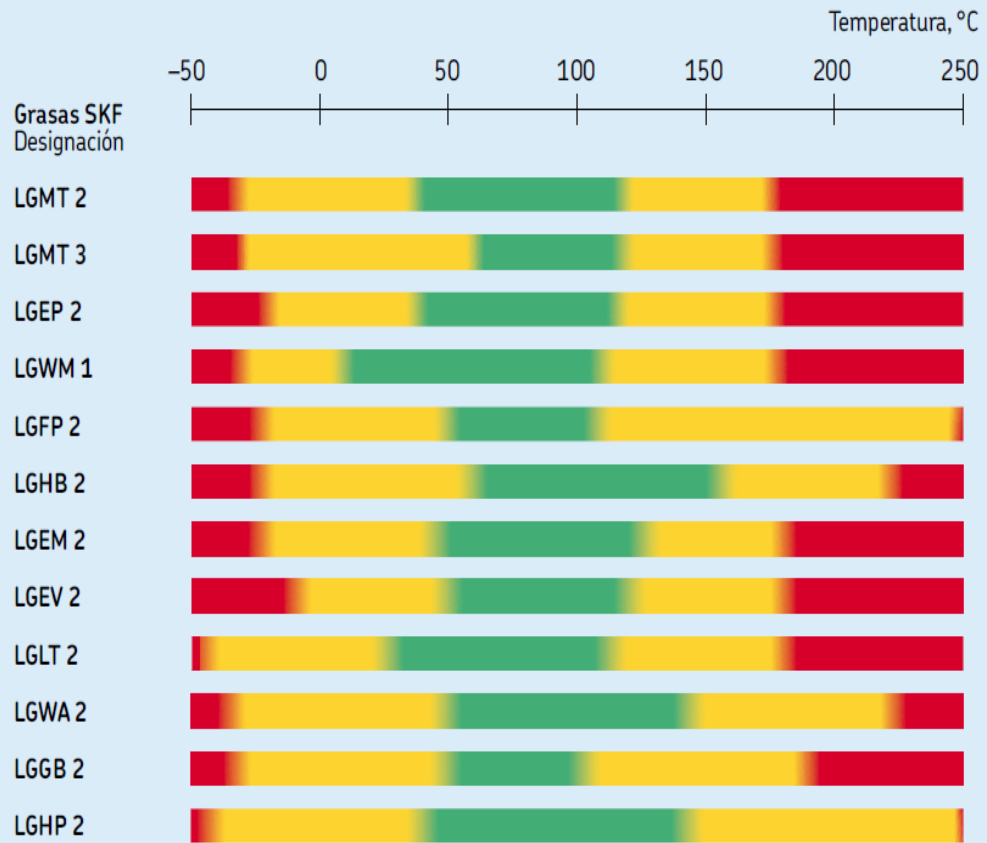
ANEXOS

ANEXO A: CASA DE CALIDAD DEL MÓDULO DE DETERMINACIÓN DE GRASA EN ELEMENTOS ROTATIVOS



ANEXO B: CATÁLOGO SKF SELECCIÓN DEL LUBRICANTE (GRASA)

El concepto del semáforo de SKF – grasas SKF



Para temperaturas de funcionamiento por encima de 150 °C, se recomienda usar SKF LGET 2

ANEXO C:CATÁLOGO LOVEJOY SELECCIÓN ACOPLAMIENTO MOTOR-EJE



Table of Contents

Jaw
Application Service Factors
Selection Data

JW

Application Service Factors

Chart 1

	Service Factors						Service Factors						Service Factors				
	Electric Motor w/ Standard Torque	Electric Motor w/ High Torque	Steam Turbines & En- gines w/ or more Cyl ¹	Reciprocating Engines*			Electric Motor w/ Standard Torque	Electric Motor w/ High Torque	Steam Turbines & En- gines w/ or more Cyl ¹	Reciprocating Engines*			Electric Motor w/ Standard Torque	Electric Motor w/ High Torque	Steam Turbines & En- gines w/ or more Cyl ¹	Reciprocating Engines*	
	1-Cyl	2-Cyl	1-Cyl	2-Cyl	1-Cyl	1-Cyl	2-Cyl	1-Cyl	2-Cyl	1-Cyl	2-Cyl	1-Cyl	2-Cyl	1-Cyl	2-Cyl		
Agitators	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Feeders											
Band Resaw (lumber).....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Belt, Screw.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Beater, Pulper,					
Barge Haul Puller	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Reciprocating.....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	Jordans, Dresses.....	2.00	2.25	2.00		
Beaters	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Filter, Press-oil	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Calenders, Dryers, Washers,					
Blowers						Generators						Thickener.....	1.50	1.75	1.50		
Centrifugal.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Not Welding.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Converting Machines,					
Lobe, Vane.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Welding.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Conveyors.....	1.20	1.45	1.20		
Bottling Machinery	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Hoist.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Printing Presses	1.50	1.75	1.50		
Brew Kettles (distilling).....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Hammermills	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Pug Mill	1.75	2.00	1.75		
Can Filling Machinery	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Kilns	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Pumps					
Car Dumpers	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	Laundry Washers —						Centrifugal.....	1.00	1.25	1.00		
Car Pullers	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Reversing.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Gear, Rotary, Vane.....	1.25	1.50	1.25		
Card Machine	1.75	2.00	1.75	2.5	2.0	Lumber Machinery						Reciprocating:					
Chiller (oil).....	1.50	2.00	1.25	2.0	2.0	Barkers, Edger Feeder,						1-Cyl. Single or					
Compressors						Live Roll.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Double Acting.....	2.00	2.25	2.00		
Centrifugal.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Planer, Slab Conveyor.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	2-Cyl. Single Acting.....	2.00	2.25	2.00		
Screw, Lobe.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Machine Tools						2-Cyl. Double Acting.....	1.75	2.00	1.75		
Reciprocating.....	See Note					Punch Press-gear Driven,						3 or more Cyl.....	1.50	1.75	1.50		
Conveyors, Uniformly Fed						Plate Planer.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Rubber Machinery					
Assembly, Belt, Screw.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Tapping Machinery,						Mixers.....	2.50	2.75	2.50		
Bucket, Sawdust.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Bending Roll.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Rubber Calender.....	2.00	2.25	2.00		
Live Roll, Shaker,						Main Drive.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Screens					
Reciprocating.....	3.00	3.25	3.00	3.7	3.3	Auxiliary Drives.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Air washing, Water.....	1.00	1.25	1.00		
Conveyors, Not Uniformly Fed						Metal Forming Machines						Rotary—stone or gravel,					
Assembly, Belt,						Draw Bench-carriage						Dewatering.....	1.50	1.75	1.50		
Oven, Screw.....	1.20	1.45	1.20	1.9	1.5	& Main Drive.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Vibrating.....	2.50	2.75	2.50		
Reciprocating.....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	Extruder, Forming Machine,						Grizzly.....	2.00	2.25	2.00		
Shaker.....	3.00	3.25	3.00	3.7	3.3	Wire Drawing.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Shredders	1.50	1.75	1.50		
Cookers —Brewing, Distilling,						Table Conveyors.....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	Steering Gears	1.00	1.25	1.00		
Food.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6	Wire Winding, Coilers,						Stokers	1.00	1.25	1.00		
Cranes & Hoist¹	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Silters.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Suction Roll (paper).....	1.50	1.75	1.50		
Crushers —Cane (sugar), Stone, or Ore						Mills, Rotary Type						Textile Machinery					
.....	3.00	3.25	3.00	3.7	3.3	Ball, Kilns, Pebble,						Driers, Dyeing Machinery,					
Dredges						Rolling, Tube.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Mangle.....	1.20	1.45	1.20		
Cable reels.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Cement Kilns,						Loom, Spinner,					
Conveyors, Pumps,						Dryers, Coolers.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Tenter frames.....	1.50	1.75	1.50		
Maneuvering Winches.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Tumbling.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Tumbling Barrels	1.75	2.00	1.75		
Cutter Head Drives.....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	Mixers						Windlass.....	2.00	2.25	2.00		
Dynamometer	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Concrete, continuous.....	1.75	2.00	1.75	2.5	2.0	Woodworking Mach.	1.00	1.25	1.00		
Evaporators	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Muller.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8						
Fans						Paper Mills											
Centrifugal.....	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3	Agitator (mixers),											
Cooling Towers.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Reel, Winder.....	1.20	1.45	1.20	1.9	1.5						
Forced Draft,						Winder.....	1.20	1.45	1.20	1.9	1.5	Caution: Applications involving reciprocating					
Propeller.....	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8	Barker (mechanical),						engines and reciprocating driven devices					
Induced draft						Log Haul, Chipper.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	are subject to critical rotational speeds which					
widampner control.....	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3	Barking Drum						may damage the coupling and/or connected					
Induced draft w/o						(spur gear).....	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8	equipment. Contact Lovejoy Engineering with					
dampner control.....	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6							specific requirements.					

Note: ■ 1 indicates: If people are transported, Lovejoy does not recommend and will not warranty the use of the coupling.



Jaw L, AL, LC, C, H and RRS Type Ratings Performance Data

JW

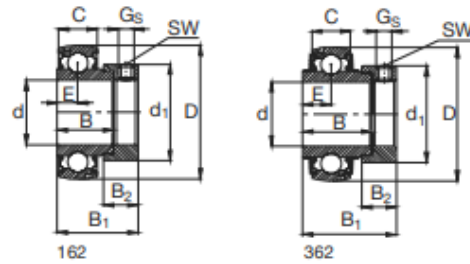
Jaw Type Performance Ratings

Size	Elastomeric Member	Number of Jaws	Basic HP Ratings @ Varying RPM				Torque Rating		Max Bore		Max
			100	1200	1800	3500	in-lbs	Nm	in	mm	x1000 RPM
L, AL & LC Type											
L035	SOX (NBR)	2	0.006	0.07	0.10	0.22	3.5	0.40	0.375	9	31.0
L050/AL050	SOX (NBR)	2	0.042	0.50	0.75	1.51	26.3	2.97	0.625	16	18.0
L050/AL050	Hytrel®	2	0.080	0.96	1.43	2.88	50.0	5.65	0.625	16	18.0
L070/AL070	SOX (NBR)	2	0.070	0.84	1.23	2.52	43.2	4.88	0.750	19	14.0
L070/AL070	Hytrel	2	0.180	2.16	3.26	6.48	114.0	12.88	0.750	19	3.6
L075/AL075	SOX (NBR)	3	0.140	1.68	2.57	5.04	90.0	10.17	0.875	22	11.0
L075/AL075	Hytrel	3	0.360	4.32	6.48	12.96	227.0	25.65	0.875	22	3.6
L090/AL090/LC090	SOX (NBR)	3	0.230	2.76	4.11	8.28	144.0	16.27	1.000	25	9.0
L090/AL090	Hytrel	3	0.640	7.68	11.50	23.04	401.0	42.31	1.000	25	3.6
L095/AL095/LC095	SOX (NBR)	3	0.310	3.72	5.50	11.16	194.0	21.92	1.125	32	9.0
L095/AL095	Hytrel	3	0.890	10.68	16.00	32.04	561.0	63.38	1.125	32	3.6
L099/AL099/LC099	SOX (NBR)	3	0.500	6.00	9.10	18.00	318.0	35.93	1.180	30	7.0
L099/AL099	Hytrel	3	1.260	15.12	22.60	45.36	792.0	89.48	1.180	30	3.6
L100/AL100/LC100	SOX (NBR)	3	0.660	7.92	11.90	23.76	417.0	47.11	1.380	35	7.0
L100/AL100	Hytrel	3	1.800	21.60	32.40	64.80	1,134.0	128.12	1.380	35	3.6
L110/AL110/LC110	SOX (NBR)	3	1.260	15.12	23.00	45.36	792.0	89.48	1.620	42	5.0
L110/AL110	Hytrel	3	3.600	43.20	65.00	129.60	2,268.0	256.25	1.620	42	5.0
L150/LC150	SOX (NBR)	3	2.000	24.00	35.00	72.00	1,240.0	140.10	1.880	48	5.0
L150	Hytrel	3	5.900	70.80	106.00	212.40	3,708.0	418.95	1.880	48	5.0
AL-150	SOX (NBR)	4	2.300	27.60	41.40	82.80	1,450.0	163.83	1.880	48	5.0
L190/LC190	SOX (NBR)	3	2.700	32.40	49.00	97.20	1,728.0	195.24	2.120	55	5.0
L190	Hytrel	3	7.400	88.80	134.00	266.40	4,680.0	528.77	2.120	55	5.0
L225/LC225	SOX (NBR)	3	3.700	44.40	67.00	133.20	2,340.0	264.38	2.620	65	4.2
L225	Hytrel	3	9.900	118.80	178.00	356.40	6,228.0	703.67	2.620	65	4.2
L276	SOX (NBR)	3	7.500	90.00	135.00	+	4,716.0	532.84	2.880	73	1.8
C Type											
C226	SXB (NBR)	3	4.700	56.40	85.00	169.20	2,988.0	337.60	2.500	64	4.8
C226	Hytrel	3	9.400	112.80	170.00	338.40	5,940.0	671.13	2.500	64	4.8
C276	SXB (NBR)	3	7.500	90.00	135.00	270.00	4,716.0	532.84	2.880	73	4.2
C276	Hytrel	3	15.000	180.00	269.00	540.00	9,432.0	1,065.67	2.880	73	4.2
C280	SXB (NBR)	3	12.000	144.00	216.00	+	7,560.0	854.17	3.000	76	3.5
C280	Hytrel	3	22.000	264.00	396.00	+	13,866.0	1,566.65	3.000	76	3.5
C285	SXB (NBR)	3	14.600	175.20	262.00	+	9,182.0	1,037.43	4.000	102	3.2
C285	Hytrel	3	26.000	312.00	476.00	+	16,680.0	1,882.33	4.000	102	3.2
C295	SXB (NBR)	3	18.000	216.00	324.00	+	11,340.0	1,281.25	3.500	89	2.3
C295	Hytrel	3	36.000	432.00	648.00	+	22,680.0	2,562.50	3.500	89	2.3
C2955	SXB (NBR)	5	30.000	360.00	540.00	+	18,900.0	2,135.42	4.000	102	2.3
C2955	Hytrel	5	60.000	720.00	1,080.00	+	37,800.0	4,270.83	4.000	102	2.3
H Type											
H3067	SXB (NBR)	7	53.000	639.00	954.00	+	39,396.0	3,773.25	4.500	114	2.3
H3067	Hytrel	7	75.000	900.00	1,348.00	+	47,196.0	5,332.44	4.000	102	2.3
H3567	SXB (NBR)	7	74.000	888.00	1,332.00	+	46,632.0	5,268.72	5.000	127	2.1
H3567	Hytrel	7	100.000	1,200.00	1,799.00	+	63,000.0	7,118.06	4.500	114	2.1
H3667	SXB (NBR)	7	103.000	1,236.00	1,851.00	+	64,812.0	7,322.78	5.620	146	1.9
H3667	Hytrel	7	140.000	1,680.00	2,519.00	+	88,200.0	9,965.28	5.000	127	1.9
H4067	SXB (NBR)	7	140.000	1,680.00	2,520.00	+	88,224.0	9,967.99	6.250	159	1.8
H4067	Hytrel	7	200.000	2,400.00	3,600.00	+	126,000.0	14,236.11	5.500	140	1.8
H4567	SXB (NBR)	7	190.000	2,280.00	+	+	119,700.0	13,524.30	7.000	178	1.5
H4567	Hytrel	7	270.000	3,240.00	+	+	170,000.0	19,207.45	6.000	152	1.5
RRS Type											
RRS090	SOX (NBR)	3	0.230	2.76	4.11	8.28	144.0	16.27	1.000	25	3.6
RRS095	SOX (NBR)	3	0.310	3.72	5.50	11.16	194.0	21.92	1.120	28	3.6
RRS099	SOX (NBR)	3	0.500	6.00	9.10	18.00	318.0	35.93	1.180	30	3.6
RRS100	SOX (NBR)	3	0.660	7.92	11.90	23.76	417.0	47.11	1.380	35	3.6
RRS110	SOX (NBR)	3	1.260	15.12	23.00	45.36	792.0	89.48	1.620	42	3.6
RRS150	SOX (NBR)	3	2.000	24.00	35.00	72.00	1,240.0	140.10	1.880	48	3.6
RRS190	SOX (NBR)	3	2.700	32.40	49.00	97.20	1,728.0	195.24	2.120	55	3.6

Notes: ■ + indicates: exceeds RPM capacity.
■ See Chart on page JW-9 for Bronze and Urethane ratings.

ANEXO D: CATÁLOGO FAG SELECCIÓN DE LA CHUMACERA

Rodamientos FAG tipo S
para ejes métricos y en pulgadas
 Series 162, 362, 562, 762B.2RSR



Eje	Dimensiones										Capacidad de carga		Denominación abreviada Rodamiento con dispositivo de seguridad FAG	Peso \approx kg	
	d	D	C	B	B ₁	d ₁ max	B ₂	E	G _s	SW	din. C	estát. C ₀			
mm in	mm										kN				
12	12	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203/12	0,13	
	1/2	12,7	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203.008	0,128
	9/16	14,288	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203.009	0,123
15	15	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203/15	0,12	
	5/8	15,875	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203.010	0,117
17	17	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203	0,1	
	17	40	12	12							9,5	4,75	76203.2RSR	0,064	
	11/16	17,463	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203.011	0,091
20	20	47	14	21,5	31	33,3	13,5	7,5	M6x0,75	3	12,7	6,55	16204	0,15	
	20	47	17	34,2	43,7	33,3	13,5	17,1	M6x0,75	3	12,7	6,55	36204	0,2	
	20	47	17	31				12,7	M6x0,75	3	12,7	6,55	56204	0,14	
	20	47	14	14							12,7	6,55	76204.2RSR	0,106	
13/16	20,638	52	15	21,5	31	38,1	13,5	7,5	M6x0,75	3	14	7,8	16205.013	0,246	
	20,638	52	17	34,9	44,4	38,1	13,5	17,5	M6x0,75	3	14	7,8	36205.013	0,313	
	20,638	52	17	34,1				14,3	M6x0,75	3	14	7,8	56205.013	0,238	
7/8	22,225	52	15	21,5	31	38,1	13,5	7,5	M6x0,75	3	14	7,8	16205.014	0,237	
	22,225	52	17	34,9	44,4	38,1	13,5	17,5	M6x0,75	3	14	7,8	36205.014	0,298	
	22,225	52	17	34,1				14,3	M6x0,75	3	14	7,8	56205.014	0,223	
15/16	23,813	52	15	21,5	31	38,1	13,5	7,5	M6x0,75	3	14	7,8	16205.015	0,228	
	23,813	52	17	34,9	44,4	38,1	13,5	17,5	M6x0,75	3	14	7,8	36205.015	0,282	
	23,813	52	17	34,1				14,3	M6x0,75	3	14	7,8	56205.015	0,208	
25	25	52	15	21,5	31	38,1	13,5	7,5	M6x0,75	3	14	7,8	16205	0,22	
	25	52	17	34,9	44,4	38,1	13,5	17,5	M6x0,75	3	14	7,8	36205	0,27	
	25	52	17	34,1				14,3	M6x0,75	3	14	7,8	56205	0,19	
	25	52	15	15							14	7,8	76205.2RSR	0,128	

ANEXO E: MANUAL DE USUARIO DEL MÓDULO



esPOCH | Facultad
de Mecánica

MANUAL DEL USUARIO

TEMA: MÓDULO DE DESGASTE EN ELEMENTOS ROTATIVOS.



Este manual de usuario del módulo de desgaste en elementos rotativos ha sido creado con el propósito de proporcionar a los estudiantes de la asignatura de Tribología toda la información esencial para llevar a cabo de manera adecuada las prácticas de Laboratorio.

Además, este manual también incluye detalles sobre las labores de mantenimiento preventivo y correctivo, así como la información sobre las piezas de repuesto correspondientes para el módulo.

Precauciones.

- Utilizar el equipo de protección personal en este caso el mandil y los guantes.
- No utilizar accesorios que puedan causar accidente como aretes largos, cadenas, pulseras y anillos, además es necesario recogerse el cabello.
- Una vez iniciado la practica evitar el contacto con el módulo de desgaste en elementos rotativos si no es necesario.
- Poner el breaker de protección en modo OFF antes de des energizar la máquina.

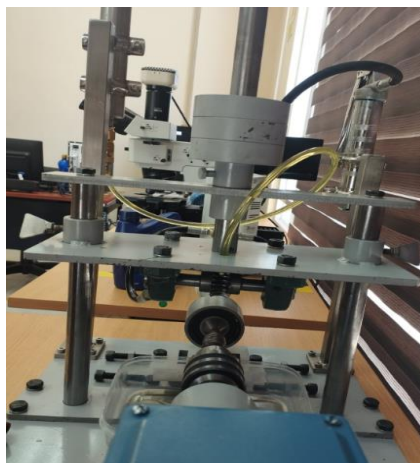
Manual de operación

Este manual de operación proporciona una secuencia detallada de pasos a seguir que indican cómo llevar a cabo una práctica de laboratorio didáctica de manera efectiva. A continuación, se describe los siguientes pasos a seguir:

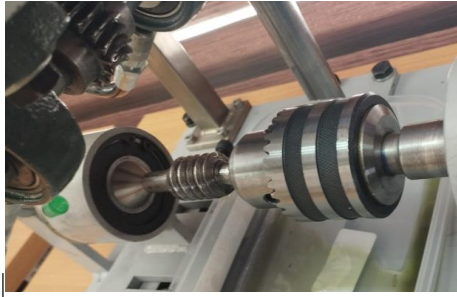
1. Utilizar el equipo de protección personal:
 - Mandil.
 - Guantes.
2. Verificar que las partes móviles de la máquina de fricción y desgaste están lubricadas, en el caso de no estar se debe lubricar cada una de ellas.



3. Verificar que el eje este bien colocado en las chumaceras junto con el juego de engranaje (tornillo sin fin y corona) en el módulo de determinación de cantidad de grasa en elementos rotativos.



4. Verificar que el tornillo sin fin que va a ser parte de los ensayos o prácticas esté bien sujeto al módulo de desgaste en elementos rotativos.



5. Desajustar los seguros que sujeta el contrapeso y descender cuidadosamente hasta hacer contacto la corona con el tornillo sin fin.



6. Conectar el módulo de desgaste en elementos rotativos a una fuente de 220V y poner en posición "ON" el breaker de protección del módulo.



7. Al realizar la práctica con lubricación (aceite) se debe llenar el recipiente de lubricación la cantidad adecuada para no desperdiciar.



8. Al realizar la práctica con lubricación (grasa) se debe llenar el recipiente de lubricación evitando que ingrese aire al recipiente.



9. Elevamos el contrapeso y colocamos los dispositivos de sujeción para poder quitar el eje y las chumaceras que fueron sometidas al ensayo.



10. Luego de haber realizado la práctica correspondiente se debe poner en posición OFF el variador de frecuencia y el breaker de protección, para poder desconectar la máquina de fricción y desgaste de la fuente de energización de 220V.



11. Para finalizar se debe realizar la limpieza de la todo el módulo de desgaste en elementos rotativos y de los recipientes que se haya utilizado.



LISTA DE REPUESTOS

Repuestos para el módulo	
Chumacera FAG UC201-08	
Tornillo Sin Fin	
Corona o Engranaje	

	
<p>Aceite 80W90</p>	
<p>Grasa LGMT2/0.4 SKF</p>	

ANEXO F: GUÍA DE LABORATORIO DE ENSAYO DE DESGASTE EN ENGRANAJES



esPOCH | Facultad
de Mecánica

GUÍA DE LABORATORIO DE TRIBOLOGÍA

Práctica N° ...

TEMA: Ensayo de desgaste en engranajes

1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN
...

GRUPO No.:

FECHA DE REALIZACIÓN: **FECHA DE ENTREGA:**

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar las propiedades tribológicas del desgaste, a través del estudio de un juego de engranajes que involucra el tornillo sin fin y la corona, comparando el uso de lubricación y sin lubricación en el sistema de engranajes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adquirir habilidades en el uso del módulo de desgaste en elementos rotativos.

- Desarrollar de manera cronológica la práctica de desgaste en engranajes.
- Comparar e interpretar los resultados en el ensayo desgaste en engranajes.

MARCO TEÓRICO

ENSAYO DE DESGASTE EN ENGRANAJES

Los engranajes pueden experimentar diferentes formas de falla, como marcas en los dientes, oxidación, roturas o fatiga. Evaluar el daño en los engranajes puede resultar complicado, especialmente en equipos industriales, ya que a menudo varias condiciones contribuyen al fallo de manera simultánea. Es fundamental tener un conocimiento básico de estas fallas y tratar de evitarlas cuando sea posible. Las fallas de engranajes se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Rotura
- Desgaste
- Fatiga superficial
- Deformación plástica
- Fallos de fabricación e instalación.



El análisis de fallos se emplea para determinar la causa subyacente de un fallo. Las propiedades y características del material pueden influir en estas fallas. Muchas de las formas comunes en que los engranajes pueden fallar pueden prevenirse mediante la selección adecuada de materiales, el procesamiento adecuado, la protección contra la contaminación o simplemente garantizando una lubricación adecuada de los engranajes (LANDÍN, 2018)

Completar 2 hojas

INSTRUCCIONES

La práctica de laboratorio se desarrollará mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- 4.1. Verificar la medición y peso del juego de engranaje antes de realizar la práctica.
- 4.2. Medir la longitud, diámetro del tornillo sin fin.
- 4.3. Medir la longitud, diámetro de la rosca.
- 4.4. Medir la longitud, el diámetro y la longitud de los dientes de la corona.
- 4.5. Realizar el respectivo peso del tornillo sin fin.
- 4.6. Realizar el respectivo peso de la corona.
- 4.7. Colocar el juego de engranajes en el módulo para observar el desgaste de engranajes sin lubricación.
- 4.8. Después de haber colocado el juego de engranaje quitar los seguros de la base de las chumaceras y coronas, para que tenga contacto el tornillo con la corona y realizar la práctica.
- 4.9. Colocar 3 pesas la cual cada 1 de ellas es de 1 kg.
- 4.10. Conectar el módulo a una red eléctrica de 220V y encender el breaker.
- 4.11. Encender el variador a una frecuencia de 10 Hz que tendrá una velocidad de 150 RPM y dejar trabajar por un lapso de 1 a 3 minutos.
- 4.12. Después de transcurrir los minutos cambiar la frecuencia a 20 Hz que tendrá una velocidad de 300 RPM.
- 4.13. Se puede trabajar con una frecuencia de 30 Hz que tendrá una velocidad e 450 RPM y se puede seguir trabajando con la frecuencia deseada.
- 4.14. Para finalizar la primera parte de la práctica apagamos el variador y desconectamos el módulo para poder desmontar el juego de engranaje y medir su desgaste.
- 4.15. Por último, realizar las respectivas mediciones del tornillo sin fin y corona para observar el desgaste que se ha producido con lubricación.
- 4.16. Realizar su respectiva limpieza después de cada práctica.
- 4.17. Para la segunda parte de la práctica con lubricación (ACEITE) procedemos a medir nuevamente el juego de engranaje.
- 4.18. Medir el diámetro de los dientes de la corona.
- 4.19. Medir el diámetro de la rosca del tornillo sin fin.
- 4.20. Utilizar el aceite 80W-90.
- 4.21. Colocar el aceite en su respectivo recipiente.
- 4.22. Abrir la llave de paso para que el aceite fluya hacia el juego de engranaje.
- 4.23. Colocamos el recipiente debajo de juego de engranajes para que ahí caigan los residuos del desgaste.

- 4.24. Conectar el módulo a una red eléctrica de 220V y encender el breaker.
- 4.25. Encender el variador a una frecuencia de 10 Hz que tendrá una velocidad de 150 RPM y dejar trabajar por un lapso de 1 a 3 minutos, para poder observar el desgaste.
- 4.26. Luego de transcurrir ese tiempo se procede a apagar el variador para detener el movimiento del motor.
- 4.27. Retirar el recipiente y pesar el residuo que contiene.
- 4.28. A continuación, se retira el tornillo sin fin y la corona para poder medir el desgaste que hay entre ellos.
- 4.29. Después de realizar el proceso se vuelve a montar el juego de engranaje y la chumacera
- 4.30. Se realizará el mismo procedimiento para una frecuencia de 20,30 y 60Hz.
- 4.31. Por último, después de cada práctica se debe realizar su respectiva limpieza del módulo.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

Se señalarán a continuación las distintas actividades o fases que se deben seguir secuencialmente para llevar a cabo la práctica.

5.1. Observación, reconocimiento, manejo de instrumentos y equipos.

5.1.1. Equipos de protección personal

- Guantes de látex
- Mandil

5.1.2. Equipos, materiales y herramientas

- Máquina de desgaste en elementos rotativos.
- Juego de llaves (hexagonales, mixtas, de copa).
- Aceite 80W-90

En este cuadro coloque una imagen o fotografía del ensayo de desgaste en engranaje sin lubricación (ACEITE).

En este cuadro coloque una imagen o fotografía del ensayo de desgaste en engranajes con lubricación (ACEITE).

En este cuadro coloque una imagen o fotografía de los equipos y materiales utilizados en esta práctica de laboratorio

5.2. Manejo de instrumentos y equipos

(Describir secuencialmente el manejo del módulo de desgaste en elementos rotativos)



.....



.....



.....

5.3. Toma y recolección de datos

(Describir secuencialmente como realizar la recolección de datos del ensayo de desgaste en engranajes sin lubricación (ACEITE))

- ⚠
.....
- ⚠
.....
- ⚠
.....

(Describir secuencialmente como realizar la recolección de datos del ensayo de desgaste en engranajes con lubricación (ACEITE))

- ⚠
.....
- ⚠
.....
- ⚠
.....

Mediante la descripción anterior, los datos se tabulan en las siguientes tablas:

FRECUENCIA(Hz)	GRAMOS(g)	CORONA(mm)	TORNILLO(mm)

Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

FRECUENCIA(Hz)	GRAMOS(g)	ROSCA(mm)	TORNILLO(mm)

Realizado por: Chiquinga Mónica, Moyolema Daisy, 2023

5.4. Cálculos y resultados

(Colocar una tabla de los datos que proporciona el ensayo de desgaste en engranajes con lubricación y sin lubricación)

Los datos se tabulan en las siguientes tablas:

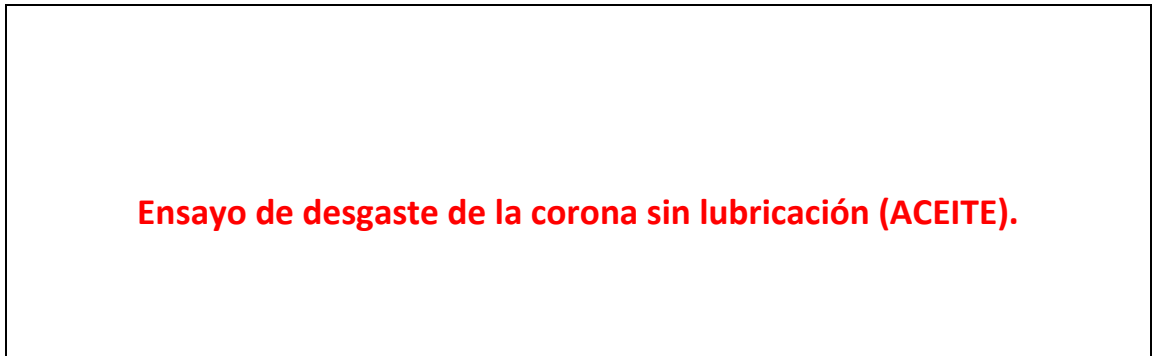
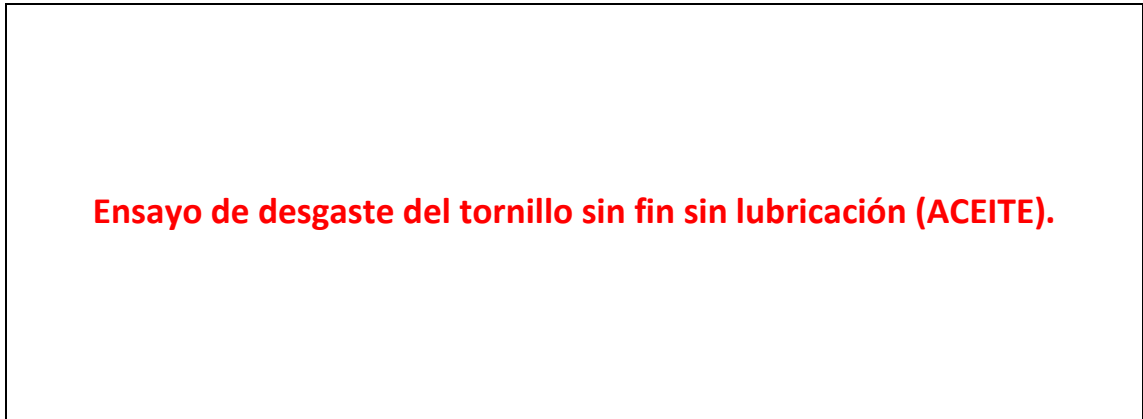
FRECUENCIA(Hz)	GRAMOS(g)	DESGASTE (mm)	ROSCA (mm)	TORNILLO (mm)

Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

FRECUENCIA(Hz)	GRAMOS(g)	DESGASTE (mm)	ROSCA (mm)	TORNILLO (mm)

Realizado por: Chilingua Mónica, Moyolema Daisy, 2023

- Fotografía del ensayo de desgaste en engranajes sin lubricación (ACEITE)



- Fotografía del ensayo de desgaste en engranajes con lubricación (ACEITE)

Ensayo de desgaste del tornillo sin con lubricación (ACEITE).

Ensayo de desgaste de la corona con lubricación (ACEITE).

5.5. Observaciones

1. ¿Qué ventajas tiene el ensayo de desgaste en engranajes dentro del mantenimiento?
2. ¿Qué diferencia existe al realizar el ensayo de desgaste en engranajes con lubricación y sin lubricación (ACEITE)?
3. Al momento de colocar el juego de engranajes, ¿Cuál de ellas será la parte fija y la parte móvil?
4. ¿Qué función cumple el calibrador y la balanza al momento de realizar el ensayo de desgaste en engranajes?

5. ¿Qué parámetros se analiza al momento de la interpretación de datos con lubricación y sin lubricación? Y, ¿cómo los relacionamos entre si a los parámetros analizados?

CONCLUSIONES

(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llegó usted con la realización de esta práctica)

.....
.....

RECOMENDACIONES

(Describir en forma lógica las recomendaciones que sean pertinentes para la realización de la práctica)

.....
.....

REFERENCIAS

(Inserte todas las referencias bibliográficas de las que se obtuvo información complementaria para la elaboración de la práctica bajo la normativa ISO-690)

.....
.....

ESTUDIANTE

ING.FÉLIX GARCÍA
DOCENTE

ANEXO G: GUÍA DE LABORATORIO DE LUBRICACIÓN Y RE LUBRICACIÓN CON GRASA



esPOCH | Facultad
de Mecánica

GUÍA DE LABORATORIO DE TRIBOLOGÍA

Práctica N° ...

TEMA: Lubricación y Re lubricación con Grasa.

1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN
...

GRUPO No.:

FECHA DE REALIZACIÓN: **FECHA DE ENTREGA:**

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la cantidad de grasa necesaria que se debe colocar en los rodamientos mediante la práctica de lubricación y re lubricación con grasa.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar el monograma para determinar la cantidad de lubricación con grasa para los rodamientos.
- Describir de forma secuencial el desarrollo de la práctica de lubricación de rodamientos con grasa y expresar sus conclusiones.

MARCO TEÓRICO

ENSAYO DE LUBRICACIÓN DE RODAMIENTOS CON GRASA.

La lubricación con grasa en rodamientos es un método esencial para garantizar un funcionamiento suave y prolongar la vida útil de estos elementos mecánicos. Los rodamientos son componentes utilizados para reducir la fricción entre dos partes en movimiento relativo, como ejes y bujes, resultando así una rotación más suave y eficiente.

El proceso de lubricación con grasa en rodamientos implica el uso de un lubricante específicamente formulado para este propósito. Esta grasa se aplica a las superficies internas del rodamiento, donde las bolas o rodillos entran en contacto con los caminos de rodadura. La grasa forma una película delgada entre estas superficies, lo que ayuda a reducir la fricción y el desgaste, así como proteger el rodamiento contra la corrosión y la contaminación. (GARCÍA, 2018)



Algunas ventajas de la lubricación con grasa en rodamientos permite un deslizamiento más suave entre las superficies en movimiento, disminuyendo así la fricción y minimizando la generación de calor. Protección contra el desgaste: Al mantener una película lubricante.

Completar (2 Hojas)

INSTRUCCIONES

La práctica de laboratorio se desarrollará mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- 4.1. Tener 1 hoja del monograma a la mano para poder determinar la cantidad de grasa en gramos que necesita el rodamiento.

- 4.2. Verificar que las partes móviles de la máquina de fricción y desgaste están lubricadas, en el caso de no estar se debe lubricar cada una de ellas.
- 4.3. Verificar que el eje este bien colocado en las chumaceras junto con el juego de engranaje en el módulo de determinación de cantidad de grasa en elementos rotativos.
- 4.4. Desajustar los seguros que sujeta el contrapeso y descender cuidadosamente hasta hacer contacto la corona con el tornillo sin fin.
- 4.5. Conectar el módulo de determinación de cantidad de grasa en elementos rotativos a una fuente de 220V y poner en posición "ON" el breaker de protección del módulo.
- 4.6. Al realizar la práctica con lubricación (grasa) se debe llenar el recipiente de lubricación evitando que ingrese aire al recipiente.
- 4.7. Después de completar los pasos previos, podemos comenzar la práctica presionando el botón "ARRANQUE/PARO" ubicado en el panel del variador de frecuencia. La práctica se detendrá automáticamente una vez que haya transcurrido el tiempo establecido inicialmente.
- 4.8. Después de llevar a cabo la práctica de lubricación y re lubricación con grasa notamos cómo la grasa se distribuyó a través de los rodamientos, contribuyendo a reducir su desgaste y aumentar su durabilidad.
- 4.9. Inmediatamente, elevamos el contrapeso y colocamos los dispositivos de sujeción para poder quitar el eje y las chumaceras que fueron sometidas al ensayo de lubricación y re lubricación.
- 4.10. Luego de haber ejecutado los pasos anteriores se debe poner en posición OFF el variador de frecuencia y el breaker de protección, para poder desconectar la máquina de fricción y desgaste de la fuente de energización de 220V.
- 4.11. Para finalizar se debe realizar la limpieza de la todo el módulo de desgaste en elementos rotativos y de los recipientes que se haya utilizado.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

El desarrollo secuencial de la práctica se describe mediante la enumeración de las actividades o etapas de la siguiente forma:

Observación, reconocimiento, manejo de instrumentos y equipos.

Equipos de protección personal

- Guantes de látex

- Mandil

5.2.1 Equipos, materiales y herramientas

- Máquina de desgaste en elementos rotativos.
- Juego de llaves (hexagonales, mixtas, de copa).
- Grasa LGMT2/0.4 SKF.

En este cuadro coloque una imagen o fotografía del módulo de desgaste en elementos rotativos.

En este cuadro coloque una imagen o fotografía de los equipos y materiales utilizados en esta práctica de laboratorio.

Utilización del Monograma.

(Describir secuencialmente el manejo del monograma)

- !
- !
- !
- !
- !

Evidenciar los resultados de la utilización del monograma.

En este cuadro coloque una imagen o fotografía del monograma realizado.

Escribir los resultados de la elección de la grasa.

(Describir secuencialmente como realizar la recolección de datos de la máquina de fricción y desgaste)

- ⚠
.....
- ⚠
.....
- ⚠
.....
- ⚠
.....
- ⚠
.....

Determinar la cantidad de bombeos que se necesita realizar en el dispensador de grasa para obtener la cantidad de grasa necesaria.

(Describir secuencialmente como determinar exactamente la cantidad de grasa necesaria para cada rodamiento en el módulo de desgaste en elementos rotativos.)

- ⚠
.....
- ⚠
.....
- ⚠
.....
- ⚠
.....
- ⚠
.....
- ⚠
.....

Resultados

(describir y evidenciar los resultados de la práctica de lubricación y re lubricación con grasa.)

!
!
!
!
!
!
!

EVIDENCIAR LOS RESULTADOS DE LA PRÁCTICA.

Observaciones

1. ¿Qué ventajas tiene la práctica de lubricación y re lubricación con grasa dentro del mantenimiento?
2. ¿Por qué es necesario utilizar el monograma de rodamientos en la práctica?
3. ¿Como se puede determinar la cantidad de grasa que necesita los rodamientos para que trabajen adecuadamente?

4. ¿Qué función cumple el variador al momento de realizar el ensayo de lubricación con grasa?

5. ¿Qué materiales son indispensables para realizar la práctica de lubricación con grasa?

CONCLUSIONES

(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llegó usted con la realización de esta práctica)

.....
.....

RECOMENDACIONES.

(Describir en forma lógica las recomendaciones que sean pertinentes para la realización de la práctica)

.....
.....

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

(Inserte todas las referencias bibliográficas de las que se obtuvo información complementaria para la elaboración de la práctica bajo la normativa ISO 690).

.....
.....
.....


ESTUDIANTE

ING.FÉLIX GARCÍA
DOCENTE


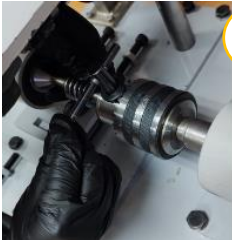
ANEXO H: PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

		TAREAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO		Versión: 001		
				Fecha de elaboración: 2023-07-12		
				Fecha de revisión: 2023-07-17		
				Fecha de aprobación: 2023-07-18		
Elabora: Chiliquina Mónica, Moyolema Daisy		Revisa: Ing. Fausto Caicedo		Aprueba: Ing. Félix García		
Área: Laboratorio de Tribología de la Facultad de Mecánica.						
Nombre del equipo: Modulo de desgaste en elementos rotativos.				Código técnico: ESPOCH-FMLT1-MDR01		
MODO DE FALLA		TAREAS CORRECTIVAS	FRECUENCIA	MATERIALES/HEREAMIENTAS	RESPONSABLE	
RODAMIENTOS SISTEMA	Rodamiento (contra punto): desgastados	Reemplazo Rodamiento (contra punto)	24 meses	Herramientas de mano (juego de llaves, destornillador plano, martillo de goma, saca vinchas, waipe, etc.)	Encargado del laboratorio de Tribología.	
	Rodamiento (mandril): desgastado	Reemplazo del rodamiento (mandril)	24 meses	Herramientas de mano (juego de llaves, llave del mandril, destornillador plano, martillo de goma, saca vinchas, waipe, etc.)	Encargado del laboratorio de Tribología.	
Rodamientos (motor): fisurados, re lubricar.		Reemplazo de los rodamientos (motor)	24 meses	Herramientas (juego de llaves, destornillador plano y estrella, martillo de goma, saca vinchas, waipe, etc.)	Encargado del laboratorio de Tribología.	
Chumaceras FAG UC201-08: desgaste, fisurado.		Reemplazo de las (chumaceras)	24 meses	Herramientas de mano (juego de llaves, waipe.	Encargado del laboratorio de Tribología.	
JUEGO DE ENGRANAJES	Tornillo sin fin: Desgaste	Reemplazo (tornillo sin fin)	6 meses	Herramienta (llave del mandril).	Encargado del laboratorio de Tribología.	
	Corona-engranaje: Desgaste	Reemplazo (corona-engranaje)	6 meses	Herramientas de mano (juego de llaves, saca vinchas, martillo de goma.	Encargado del laboratorio de Tribología.	





ANEXO I: MTS-MANTENIMIENTO CORRECTIVO

 MAINTENANCE TASK SHEET (HOJA DE TAREAS DE MANTENIMIENTO)												
Departamento/ Área		Tiempo disponible de operación		Realizada por: Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy								
Laboratorio de Tribología		40 min		Fecha: 01/08/2023								
Nombre de la operación		Equipo/subsistema		Pagina: 1 de 1								
Ruta de Mantenimiento Correctivo.		Módulo de desgaste en elementos rotativos										
MTS Base de conocimientos/formación (Entrenamiento)												
Base de conocimientos			Capacitación /entrenamiento									
<table border="1"> <tr><td>Mantenimiento industrial</td></tr> <tr><td>Seguridad industrial</td></tr> <tr><td>Gestión de herramientas</td></tr> <tr><td>Mantenimiento Correctivo</td></tr> </table>			Mantenimiento industrial	Seguridad industrial	Gestión de herramientas	Mantenimiento Correctivo	<table border="1"> <tr><td>Formación en procesos de gestión</td></tr> <tr><td>Capacitación en riesgos</td></tr> <tr><td>Capacitación en el uso de herramientas</td></tr> </table>			Formación en procesos de gestión	Capacitación en riesgos	Capacitación en el uso de herramientas
Mantenimiento industrial												
Seguridad industrial												
Gestión de herramientas												
Mantenimiento Correctivo												
Formación en procesos de gestión												
Capacitación en riesgos												
Capacitación en el uso de herramientas												
#	Tarea	TIS	Otros	Total, de tiempo de ciclo de tarea (min)								
1	Reemplazo de los rodamientos del sistema (rodamientos: contra punto, mandril)	MC_MDR1	Según TIS	10,00								
2	Reemplazo de los rodamientos (motor)	MC_MDR2	Según TIS	10,00								
3	Reemplazo de las chumaceras	MC_MDR3	Según TIS	10,00								
4	Reemplazo del juego de engranajes (tornillo sin fin y corona engranaje)	MC_MDR4	Según TIS	10,00								
Total, de tiempo (min)				40,00								
Bloque de firma			Historial de cambios en el trabajo									
Fecha	Revisa	Aprueba	Fecha	Nombre	Cambio							
2023/08/01	Ing. Fausto Caicedo	Ing. Félix García										








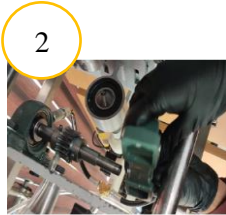


ANEXO J: TIS-MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Página 1 de 4	MC_MDR1		Task Instruction Sheet (HOJA DE INSTRUCCIONES DE TAREA)			Departamento / Área		Laboratorio de Tribología			
	Tarea: 1		Descripción de la tarea: Reemplazo de los rodamientos del sistema (rodamientos: contra punto, mandril).			Fecha de Realización	01/08/2023	Realizado por:	Chiliquinga M, Moyolema D		
	Descripción del equipo/No.		Ubicación		Símbolo	☐	▽	○	◇	□	▢
	Módulo de desgaste en elementos rotativos					☐	▽	○	◇	□	▢
				☐	▽	○	◇	□	▢	Tiempo estándar 40 min	
				☐	▽	○	◇	□	▢	Tiempo estándar 40 min	
P	Sim.	No	Descripción de Pasos		Detalle del Paso			Diagramas: (Herramientas, Partes Especiales, EPP Especiales, Layouts, etc.)			
		1	Ubicar los rodamientos del sistema.		Identificar en que parte se encuentra los rodamientos del sistema (contra punto, mandril).			 			
		2	Retirar el contra punto y mandril del módulo.		Procedemos a desmontar el contra punto y el mandril, con la ayuda de llaves de broca, juego de llaves. Limpiar el área donde se ubicará el nuevo rodamiento y asegurarse de que no haya residuos o suciedad que puedan afectar su funcionamiento.						
		3	Reemplazo los rodamientos del sistema (contra punto, mandril)		Colocar los nuevos rodamientos del sistema (contra punto y mandril) Verificar que los rodamientos (contra punto y mandril) funcionen correctamente						
Bloque de Firmas								Fecha	Nombre	Descripción del cambio	
Turno		Revisa		Aprueba							
1	Firma:	Ing. Fausto Caicedo		Ing. Félix García							
	Fecha:	01/08/2023		01/08/2023							









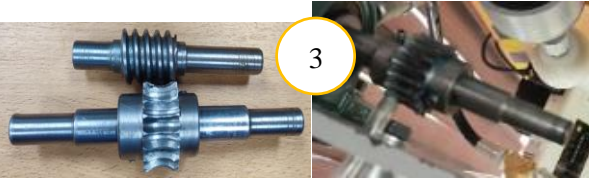
Módulo de desgaste en elementos rotativos.

Página 2 de 4	MC_MDR2		Task Instruction Sheet (HOJA DE INSTRUCCIONES DE TAREA)			Departamento / Área		Laboratorio de Tribología			
	Tarea: 2		Descripción de la tarea: Reemplazo de los rodamientos (motor)			Fecha de Realización		Realizado por:		Chiliquinga M, Moyolema D	
	Descripción del equipo/No.		Ubicación		Símbolo		<input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Critico <input type="checkbox"/> Secuencia mandatorio en los pasos <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/> Secuencia mandatorio en los pasos <input type="checkbox"/> Medio mbient		Tiempo estándar		
	Módulo de desgaste en elementos rotativos								40 min		
P	Sim.	No	Descripción de Pasos		Detalle del Paso		Diagramas: (Herramientas, Partes Especiales, EPP Especiales, Layouts, etc.)				
		1	Ubicar los rodamientos (motor) del módulo.		Identificar en que parte se encuentra los rodamientos del motor.		   				
		2	Retirar las partes externas del motor.		Retirar todas las conexiones eléctricas del motor. Procedemos a desmontar la carcasa que deberá abrir para acceder a los rodamientos. Se necesitará herramientas específicas, como llaves, destornilladores, etc.						
		3	Extracción de los rodamientos del motor.		Una vez que se tenga acceso a los rodamientos retirarlos con cuidado, se necesitará herramientas como extractor de rodamientos o una prensa.						
		4	Instalación de los nuevos rodamientos.		Limpiar cuidadosamente las superficies para que no haya residuos o suciedad. Colocar los nuevos rodamientos en su lugar utilizándolas herramientas necesarias. Realizar una lubricación adecuada para su funcionamiento.						
Bloque de Firmas							Fecha	Nombre	Descripción del cambio		
Turno		Revisa		Aprueba							
1	Firma	Ing. Fausto Caicedo		Ing. Félix García							
	Fecha	01/08/2023		01/08/2023							

Módulo de desgaste en elementos rotativos.

Página 3 de 4	MC_MDR3		Task Instruction Sheet (HOJA DE INSTRUCCIONES DE TAREA)			Departamento / Área		Laboratorio de Tribología			
	Tarea: 3		Descripción de la tarea: Reemplazo de las chumaceras			Fecha de Realización	01/08/2023	Realizado por:	Chiliquinga M, Moyolema D		
	Descripción del equipo/No.		Ubicación	Símbolo	 Seguridad	 Crítico	 Secuencia mandatorio en los pasos	 Calidad	 Secuencia mandatorio en los pasos	 Medio ambiente	Tiempo estándar
	Módulo de desgaste en elementos rotativos										40 min
P	Sim.	No	Descripción de Pasos		Detalle del Paso		Diagramas: (Herramientas, Partes Especiales, EPP Especiales, Layouts, etc.)				
		1	Identificar las chumaceras		Asegurarse de obtener las chumaceras adecuadas para dicho módulo.		   				
		2	Extracción de las chumaceras		Retirar con cuidado las chumaceras desgastadas. Se necesitará herramientas como: un extractor de rodamientos. Limpiar las áreas donde se ubicarán las nuevas chumaceras que no queden residuos o partículas que pueden afectar el rendimiento.						
		3	Instalación de las nuevas chumaceras		Para el montaje se necesitará las herramientas adecuadas. Asegurarse de lubricar adecuadamente las chumaceras con el tipo de lubricante o aceite recomendado por el fabricante.						
		4	Reensamble del módulo		Montar todas las partes del módulo en el orden inverso al desmontaje. Realizar una prueba de funcionamiento para asegurarse de que las nuevas chumaceras estén funcionando correctamente y el equipo funcione sin ningún problema.						
Bloque de Firmas							Fecha	Nombre	Descripción del cambio		
Turno		Revisa	Aprueba								
1	Firma	Ing. Fausto Caicedo	Ing. Félix García								
	Fecha	01/08/2023	01/08/2023								

Módulo de desgaste en elementos rotativos.


Página 4 de 4	MC_MDR4		Task Instruction Sheet (HOJA DE INSTRUCCIONES DE TAREA)			Departamento / Área		Laboratorio de Tribología			
	Tarea: 4		Descripción de la tarea: Reemplazo del juego de engranaje (tornillo sin fin – corona engranaje).			Fecha de Realización		01/08/2023		Realizado por: Chiliquinga M, Moyolema D	
	Descripción del equipo/No.		Ubicación		Símbolo		 Seguridad  Critico  Secuencia mandatorio en los pasos  Calidad  Secuencia mandatorio en los pasos  Medio mbient		Tiempo estándar		
	Módulo de desgaste en elementos rotativos								20 min		
P	Sim.	No	Descripción de Pasos		Detalle del Paso		Diagramas: (Herramientas, Partes Especiales, EPP Especiales, Layouts, etc.)				
		1	Ubicar el juego de engranaje (tornillo sin – corona)		Asegurarse de tener el jugo de engranaje adecuado para reemplazar. Conocer las especificaciones como el tamaño, la longitud, el paso y el material.		  				
		2	Retirar el juego de engranaje		Desmontar el equipo para acceder al tornillo sin fin y corona. Se requiere de herramientas específicas como llaves, destornilladores. Examinar el tornillo sin fin y corona para identificar la razón del reemplazo.						
		3	Instalación del nuevo (tornillo sin fin y corona)		Colocar el nuevo tornillo sin fin y corona en su posición, asegurándose de que esté alineado correctamente con otras partes del módulo. Volver a montar todas las partes del equipo en el orden inverso al desmontaje.						
		4	Prueba y verificación		Antes de poner en funcionamiento el módulo, verificar que todas las conexiones estén bien configuradas y no haya piezas sueltas. Realizar una prueba de funcionamiento para asegurarse de que el nuevo juego de engranaje funcione correctamente.						
Bloque de Firmas							Fecha	Nombre	Descripción del cambio		
Turno		Revisa		Aprueba							
1	Firma	Ing. Fausto Caicedo		Ing. Félix García							
	Fecha	01/08/2023		01/08/2023							



ANEXO K: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO





		TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			Versión: 001	
					Fecha de elaboración: 2023-07-12	
					Fecha de revisión: 2023-07-17	
					Fecha de aprobación: 2023-07-18	
Elabora: Chilinginga Mónica, Moyolema Daisy		Revisa: Ing. Fausto Caicedo			Aprueba: Ing. Félix García	
Área: Laboratorio de Tribología de la Facultad de Mecánica.						
Nombre del equipo: Modulo de desgaste en elementos rotativos.				Código técnico: ESPOCH-FMLT1-MDR01		
MODO DE FALLA		TAREAS PREVENTIVAS	FRECUENCIA	MATERIALES/HEREAMIEN TAS	RESPONSABLE	
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	Recipiente de aceite: Contiene residuos.	Realizar una limpieza de los respectivos recipientes.	6 meses	Waipe, agua, desengrasante con base de solvente.	Encargado del laboratorio de Tribología.	del de
	Recipiente de grasa: contiene residuos.					
REAJUSTE DEL SISTEMA	Pernos hexagonales.	Ajustar cada de los pernos de las placas del módulo.	Antes de cada ensayo	Juego de llaves (mixtas, de copa y hexagonales)	Encargado del laboratorio de Tribología.	del de
	Pernos cilíndricos.	Ajustar las tuercas de las bases de los recipientes lubricantes.				
REAJUSTE DE BORNERAS	Borneras del motor	Ajustar las borneras internas del motor	3 meses	Destornilladores de bornera plano y estrella, limpieza de contactos y waipe	Encargado del laboratorio de Tribología.	del de
	Borneras del variador	Ajustar las borneras externas del variador.				
INSPECCIÓN DEL SISTEMA	Sistema lubricación	Verificar que los acoples de las mangueras de lubricación se encuentren apretadas.	Antes de cada ensayo	Pinzas plana o alicate, taípe.	Encargado del laboratorio de Tribología.	del de
	Sistema eléctrico	Verificar que las conexiones eléctricas se encuentren en perfecto estado.				

ANEXO L: MTS-MANTENIMIENTO PREVENTIVO




 MAINTENANCE TASK SHEET (HOJA DE TAREAS DE MANTENIMIENTO)														
Departamento/ Área		Tiempo disponible de operación		Realizada por:		Chilingua Mónica, Moyolema Daisy								
Laboratorio de Tribología		110 min		Fecha:		01/08/2023								
Nombre de la operación		Equipo/subsistema		Página:		1 de 1								
Ruta de Mantenimiento Preventivo		Módulo de desgaste en elementos rotativos												
MTS Base de conocimientos/formación (Entrenamiento)														
Base de conocimientos				Capacitación /entrenamiento										
<table border="1"> <tr><td>Mantenimiento industrial</td></tr> <tr><td>Seguridad industrial</td></tr> <tr><td>Gestión de herramientas</td></tr> <tr><td>Mantenimiento Correctivo</td></tr> </table>				Mantenimiento industrial	Seguridad industrial	Gestión de herramientas	Mantenimiento Correctivo	<table border="1"> <tr><td>Formación en procesos de gestión</td></tr> <tr><td>Capacitación en riesgos</td></tr> <tr><td>Capacitación en el uso de herramientas</td></tr> </table>				Formación en procesos de gestión	Capacitación en riesgos	Capacitación en el uso de herramientas
Mantenimiento industrial														
Seguridad industrial														
Gestión de herramientas														
Mantenimiento Correctivo														
Formación en procesos de gestión														
Capacitación en riesgos														
Capacitación en el uso de herramientas														
#	Tarea	TIS	Otros	Tiempo ciclo de tarea (min)	Frecuencia (D=día, S= semana, M= mes, A= año, O=Otros)		Total, de tiempo de ciclo (Año, mes, semana)							
1	Realizar una limpieza el sistema de lubricación (recipientes: aceite, grasa)	MP_MDR1	Según TIS	10,00	M	6	60,00							
2	Realizar el reajuste del sistema (pernos hexagonales y cilíndricos)	MP_MDR2	Según TIS	10,00	S	1	10,00							
3	Realizar el reajuste de las borneras (motor y variador)	MP_MDR3	Según TIS	10,00	M	3	30,00							
4	Inspeccionar el sistema (lubricación y eléctrico)	MP_MDR4	Según TIS	10,00	S	1	10,00							
Total, de tiempo (min)							110,00							
Bloque de firma				Historial de cambios en el trabajo										
Fecha	Revisa	Aprueba	Fecha	Nombre	Cambio									
01/08//2023	Ing. Fausto Caicedo	Ing. Félix García												

Realizado por: (Chilingua M; Moyolema D)





ANEXO M: TIS-MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Página 1 de 4	MP_MDR1		Task Instruction Sheet (HOJA DE INSTRUCCIONES DE TAREA)			Departamento / Área		Laboratorio de Tribología			
	Tarea: 1		Descripción de la tarea: Realizar una limpieza el sistema de lubricación (recipientes: aceite, grasa)			Fecha de Realización	0108/2023	Realizado por:	Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy		
	Descripción del equipo/No.		Ubicación	Símbolo	☒	▽	○	◇	▣	🌐	Tiempo estándar 10 min
	Módulo de desgaste en elementos rotativos				Seguridad	Critico	Secuencia mandatorio en los pasos	Calidad	Secuencia mandatorio en los pasos	Medio ambiente	
P	Sim.	No	Descripción de Pasos		Detalle del Paso		Diagramas: (Herramientas, Partes Especiales, EPP Especiales, Layouts, etc.)				
		1	Ubicar los recipientes de lubricación en el módulo		Para realizar una limpieza efectiva se necesitará las herramientas tanto para la grasa y aceite, detergente desengrasante toallas o trapos de limpieza, guantes de goma, espátula entre otros.		   				
		2	Desmontar y desarmar si es posible		Vaciar el exceso de grasa y aceite si los recipientes contienen residuos. Colocar los recipientes en el agua con detergente y dejar reposar unos 10-15 minutos. Enjuagar bien los recipientes y secar con toallas limpias.						
		3	Limpieza externa		No olvidar limpiar también el exterior de los recipientes para eliminar cualquier mancha o suciedad que pueda estar presente.						
		4	Mantenimiento regular		Realizar una limpieza regular de los recipientes, después de cada uso para evitar la acumulación de residuos y mantenerlos en buen estado.						
Bloque de Firmas						Fecha	Nombre	Descripción del cambio			
Turno		Revisa		Aprueba							
1	Firma	Ing. Fausto Caicedo		Ing. Félix García							
	Fecha	01/08/2023		01/08/2023							

Módulo de desgaste en elementos rotativos.

Página 2 de 4	MP_MDR2		Task Instruction Sheet (HOJA DE INSTRUCCIONES DE TAREA)			Departamento / Área		Laboratorio de Tribología			
	Tarea: 2		Descripción de la tarea: Realizar el reajuste del sistema (pernos hexagonales y cilíndricos)			Fecha de Realización		0108/2023		Realizado por:	
	Descripción del equipo/No.		Ubicación		Símbolo	☒	▽	○	∩	☐	🌐
	Módulo de desgaste en elementos rotativos					Seguridad	Critico	Secuencia mandatorio	Calidad	Secuencia mandatorio en los pasos	Medio ambiente
P	Sim.	No	Descripción de Pasos		Detalle del Paso			Diagramas: (Herramientas, Partes Especiales, EPP Especiales, Layouts, etc.)			
		1	Reajustar el sistema del módulo.		Identificar los pernos cilíndricos y hexagonales. Utilizar las herramientas adecuadas para los hexagonales (como llave hexagonal o llave inglesa), para los cilíndricos (llave plana, llave de tubo).			 			
		2	Ajuste gradual		Es necesario reajustar los pernos hexagonales y cilíndricos en sentido horario. Evitar apretar demasiado para no causar daños. Recuerda seguir las especificaciones y pautas del fabricante para el ajuste adecuado de los pernos hexagonales y cilíndricos.						
Bloque de Firmas					Fecha	Nombre	Descripción del cambio				
Turno		Revisa	Aprueba								
1	Firma	Ing. Fausto Caicedo	Ing. Félix García								
	Fecha	01/08/2023	01/08/2023								

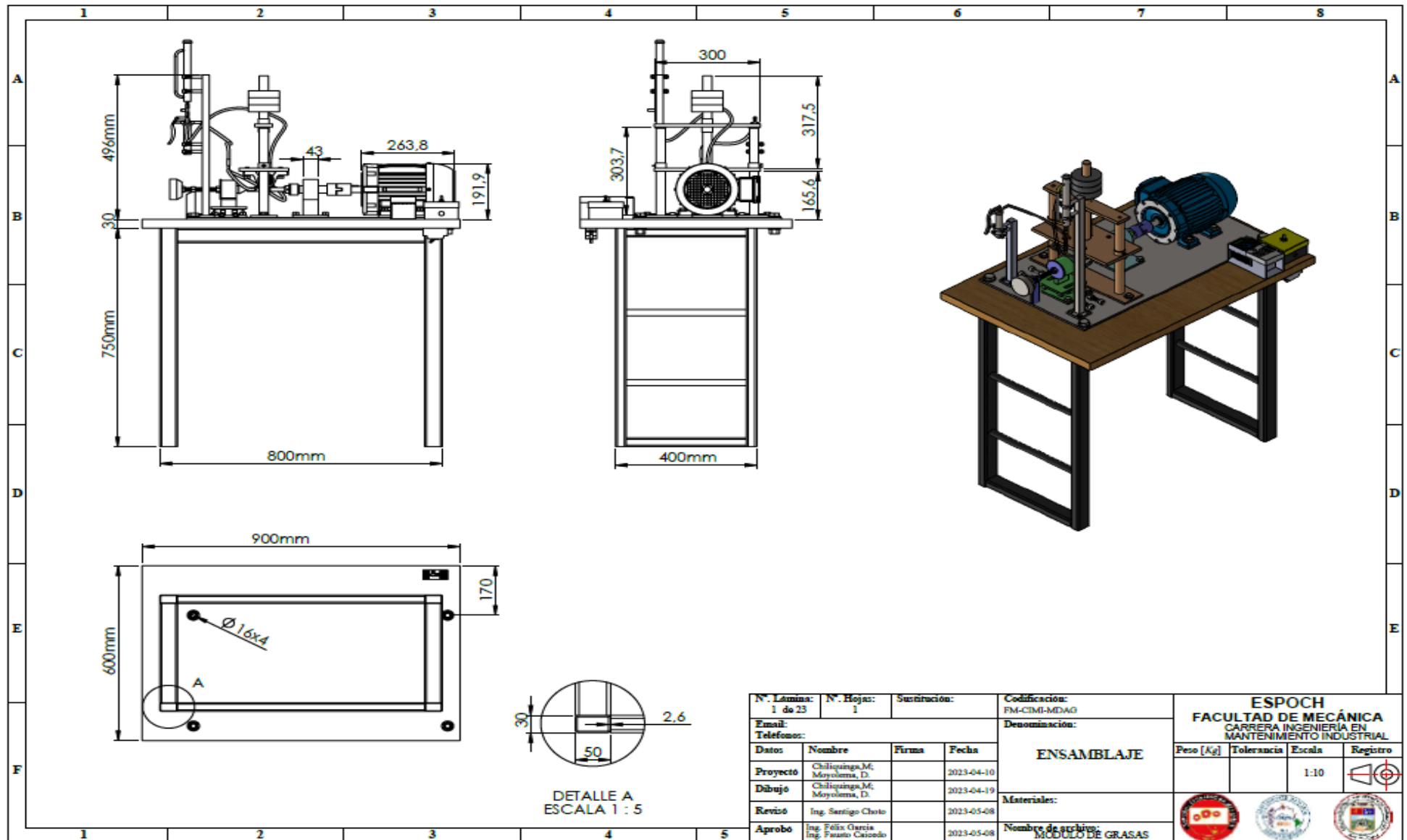
Módulo de desgaste en elementos rotativos.

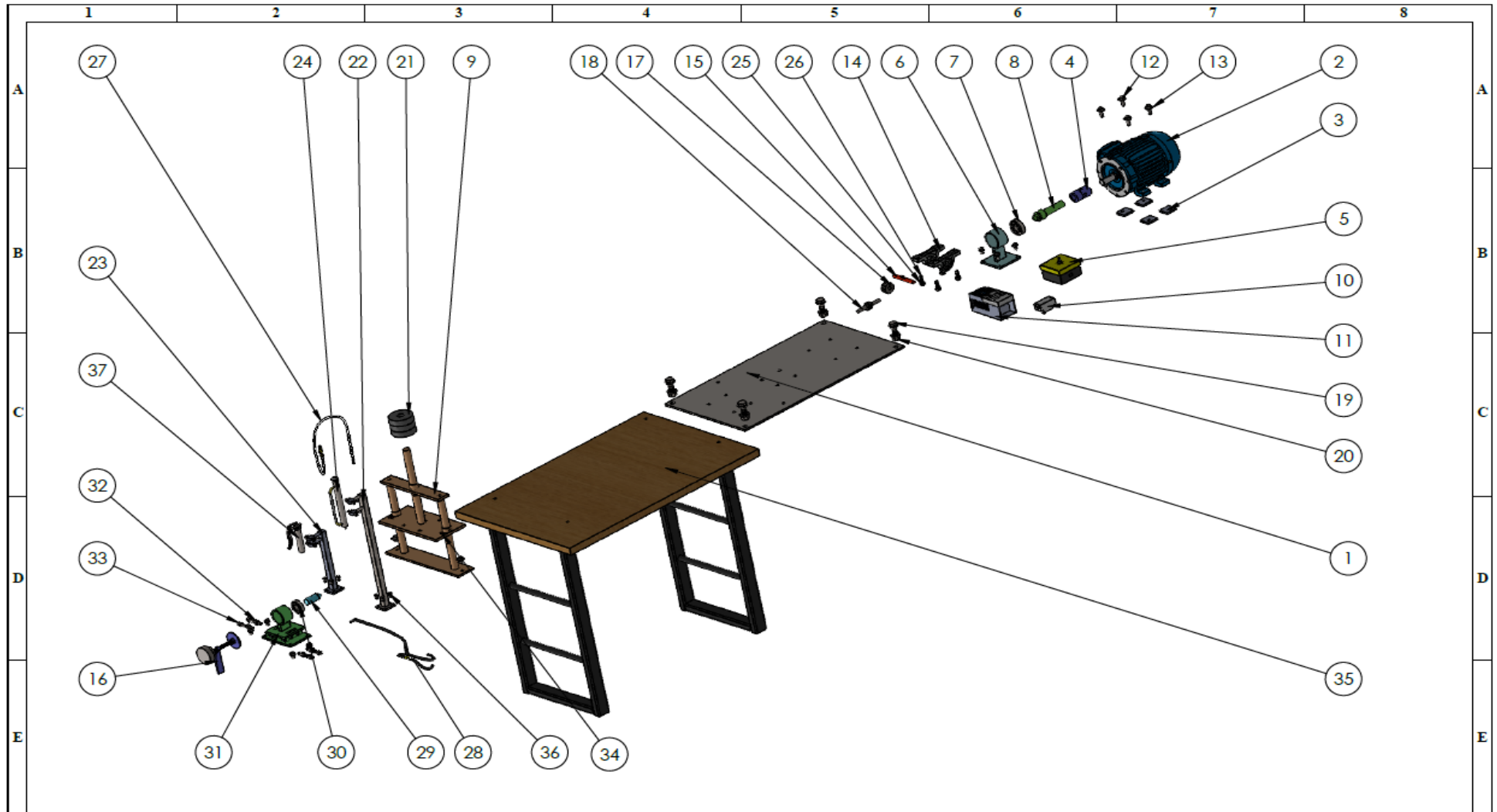
Página 3 de 4	MP_MDR3		Task Instruction Sheet (HOJA DE INSTRUCCIONES DE TAREA)			Departamento / Área		Laboratorio de Mantenimiento Correctivo			
	Tarea: 3		Descripción de la tarea: Realizar el reajuste de las borneras (motor y variador)			Fecha de Realización	0108/2023	Realizado por:	Chiliquinga Mónica, Moyolema Daisy		
	Descripción del equipo/No.		Ubicación	Símbolo	 Seguridad	 Critico	 Secuencia mandatorio en los pasos	 Calidad	 Secuencia mandatorio en los pasos	 Medio ambiente	Tiempo estándar 10 min
	Módulo de desgaste en elementos rotativos										
P	Sim.	No	Descripción de Pasos		Detalle del Paso		Diagramas: (Herramientas, Partes Especiales, EPP Especiales, Layouts, etc.)				
		1	Reajustar las borneras (motor y variador)		Identificar las borneras del motor y del variador. Las borneras son bloques o terminales donde se conectan los cables eléctricos.		 1  2  3  4				
		2	Apagado de la energía eléctrica.		Antes de realizar cualquier ajuste, asegúrese de apagar la energía eléctrica tanto del motor como del variador para evitar descargas eléctricas. Consulta el manual del motor y del variador para conocer la configuración de las borneras y asegurarte de que los cables están conectados correctamente.						
		3	Apriete de los tornillos		Si las borneras tienen tornillos de fijación, asegúrese de apretarlos correctamente para mantener los cables en su lugar. Verificar que los cables estén alineados adecuadamente en las borneras y que no haya cables cruzados o en contacto entre sí.						
		4	Verificación final		Limpiar las superficies de las borneras y los cables para eliminar cualquier suciedad o residuo que pueda afectar la conexión eléctrica. Antes de encender la energía eléctrica, realice una verificación final para asegurarte de que todas las conexiones están bien ajustadas.						
Bloque de Firmas							Fecha	Nombre	Descripción del cambio		
Turno		Revisa		Aprueba							
1	Firma	Ing. Fausto Caicedo		Ing. Félix García							
	Fecha	01/08/2023		01/08/2023							

Módulo de desgaste en elementos rotativos.

Página 4 de 4	MP_MDR4		Task Instruction Sheet (HOJA DE INSTRUCCIONES DE TAREA)			Departamento / Área		Laboratorio de Tribología					
	Tarea: 4		Descripción de la tarea: Inspeccionar el sistema (lubricación y eléctrico)			Fecha de Realización		01/08/2023		Realizado por:			
	Descripción del equipo/No.		Ubicación		Símbolo	☐	▽	○	◇	▣	🌐	Tiempo estándar 10 min	
	Módulo de desgaste en elementos rotativos					Seguridad	Critico	Secuencia mandatorio en los pasos	Calidad	Secuencia mandatorio en los pasos	Medio ambiente		
P	Sim.	No	Descripción de Pasos		Detalle del Paso			Diagramas: (Herramientas, Partes Especiales, EPP Especiales, Layouts, etc.)					
		1	Inspección del sistema (lubricación y eléctrico)		Realizar una inspección visual del sistema de lubricación en busca de fugas de aceite o grasa. Realizar una inspección que no haya cables sueltos o conexiones flojas.								
		2	Comprobación (lubricante, inspección de conexiones)		Verificar los niveles de aceite o grasa en los depósitos de lubricación. Verificar que las mangueras y conexiones del sistema de lubricación estén en buen estado y no presenten fugas o daños. Verificar todas las conexiones eléctricas, incluidos los terminales y las borneras, para asegurarte de que estén bien apretados y en buen estado. Asegúrese de que los dispositivos de protección estén funcionando correctamente.								
Bloque de Firmas											Fecha	Nombre	Descripción del cambio
Turno		Revisa		Aprueba									
1	Firma	Ing. Fausto Caicedo		Ing. Félix García									
	Fecha	01/08/2023		01/08/2023									





ANEXO N: PLANOS DEL MÓDULO DE DETERMINACIÓN DE GRASA

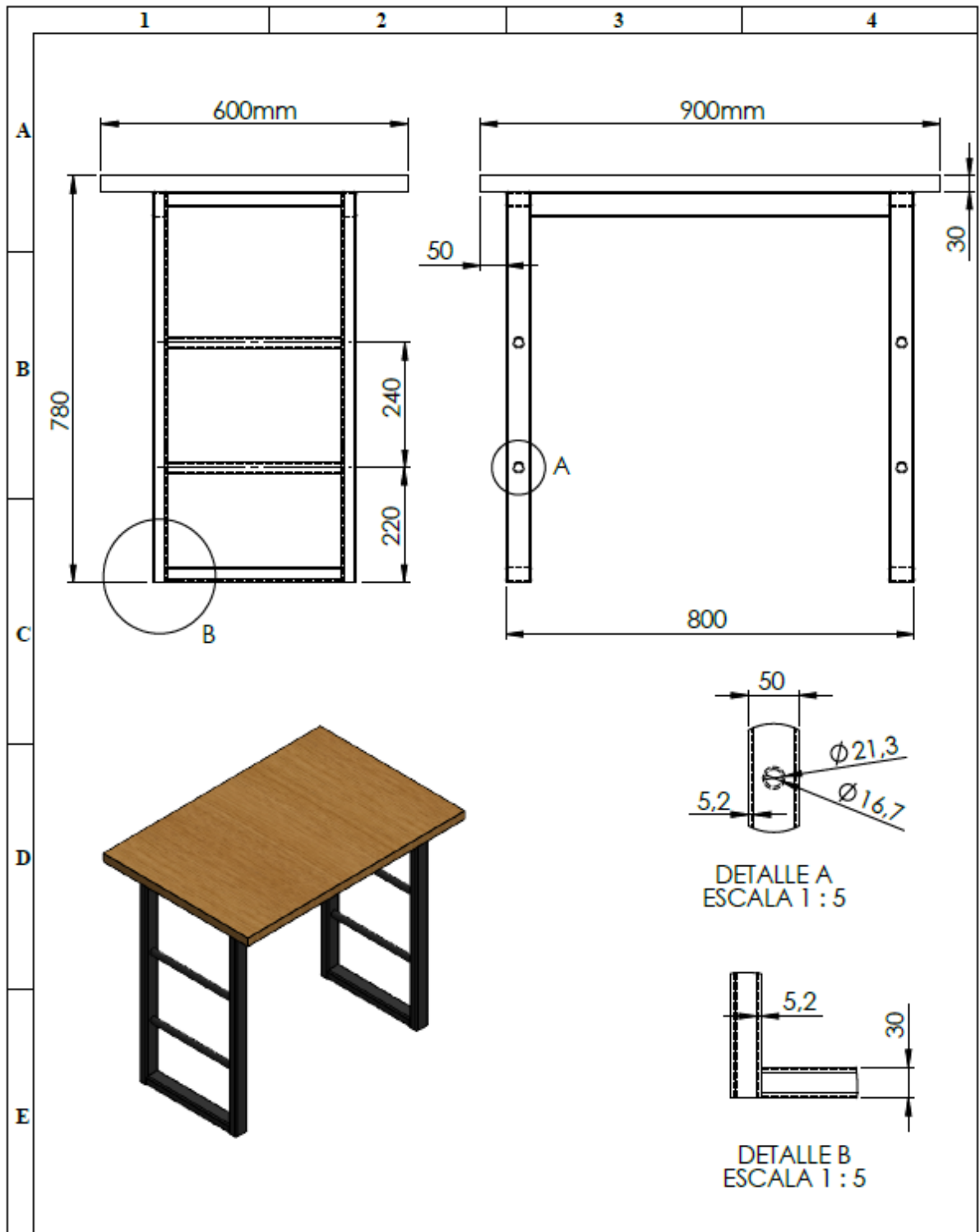




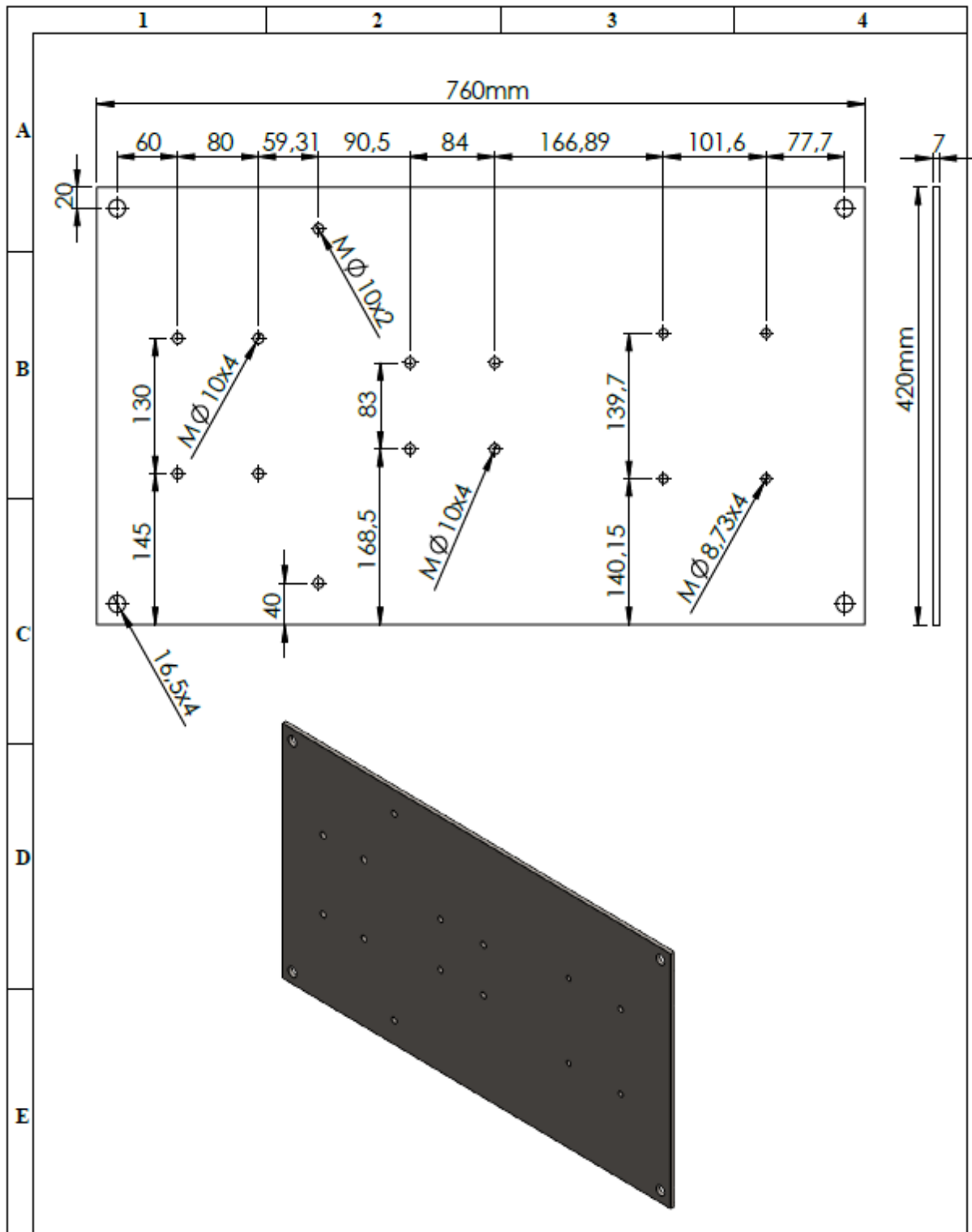
N° Lámina: 02 de 23		N° Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CMI-MDAG		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL									
Email:				Denominación:													
Teléfonos:				VISTA EXPLOSIONADA				Peso [Kg]		Tolerancia		Escala		Registro			
Datos		Nombre						Firma		Fecha				1:13			
Proyectó		Chiliquinga M. Moyolema, D.								2023-04-10							
Dibujó		Chiliquinga M. Moyolema, D.								2023-04-19							
Revisó		Ing. Santiago Choto								2023-05-08							
Aprobó		Ing. Félix García Ing. Fausto Caicedo				2023-05-08											
Materiales:																	
Nombre de archivo: MODULO DE GRASAS																	

	1	2	3	4
	N°	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANT.
A	1	PLACA BASE	ACERO ASTM A36	1
	2	MOTOR - 143T - LEFT	LEADER - 1HP - 1705 RPM	1
	3	ALZAS - MOTOR	ACERO ASTM A36	4
	4	MATRIMONIO O ACOUPLE	LOVE JOY - L090	1
	5	BASE PORTA - BROCAS	ACERO ASTM A36	1
	6	RODAMIENTOS	SKF - 6305 - 10,DE,NC,10 - 68	2
B	7	PORTA - BOROCAS	ACERO ALEADO FUNDIDO	1
	8	BASE - RODAMIENTOS	ACERO(ASTM A36 - 1018)	1
	9	CHUMACERA	FAG - UC201- 08	2
	10	BREAKER	CAMSACA 50 - 100A	1
	11	VARIADOR DE FRECUENCIA	RELKOM PI 500 A	1
	12	PERNOS	B18.6.7M - M10 x 1.5 x 30 Plain HHMS --30S	8
	13	ARANDELAS	B18.22M - Plain washer, 10 mm, regular	8
	14	PESA	ACERO 1018 (1 KG)	3
	15	EJE DE CHUMACERAS	ACERO DE TRANSMISIÓN 1018	1
	16	PERNOS	B18.6.7M - M10 x 1.5 x 16 Plain HHMS --16S	10
	C	17	ARANDELAS	ISO 8738 -10
18		TORNILLO SIN FIN	ACERO DE TRANSMISIÓN 1018	1
19		PIÑÓN	ACERO DE TRANSMISIÓN 1018	1
20		PERNOS	ISO 7412 - M16 x 50 --- 31-WS	4
21		TUERCAS	ISO - 4034 - M16 - S	4
22		BASE - ACEITE	201 ACERO INOXIDABLE RECOCIDO.	1
23		BASE - GRASA	201 ACERO INOXIDABLE RECOCIDO.	4
24		RECIPIENTE - ACEITE	AISI 316L ACERO INOXIDABLE	1
25		RECIPIENTE - GRASA	AISI 316L ACERO INOXIDABLE	1
26		ENSAMBLAJE EMPUJE	ACERO ASTM A36	1
D	27	MANGUERA DEL ACEITE	CAUCHO (BUTYL)	1
	28	MANGUERA DE LA GRASA	CAUCHO (BUTYL)	3
	29	PUNTO CENTRO	ACERO DE TRANSMISIÓN 1018	1
	30	BASE CONTRAPUNTO	ACERO ASTM A36	1
	31	PERNO	DIN 912 M10 x 60 --- 60S	4
	32	TUERCA	DIN 6330-B-M10-S	4
	33	PERNO - MAIPOSA	ISO 4762 M6 x 10 - 10S	2
	34	PERNO HUECO HEXAGONAL	DIN 7984 - M8 x 14 --- 10.25S	8
	35	MESA	MADERA -TUBO RECTANGULAR 50*40	1
	36	POTENCIÓMETRO	TAYEE INDUSTRIAL - 10K	1

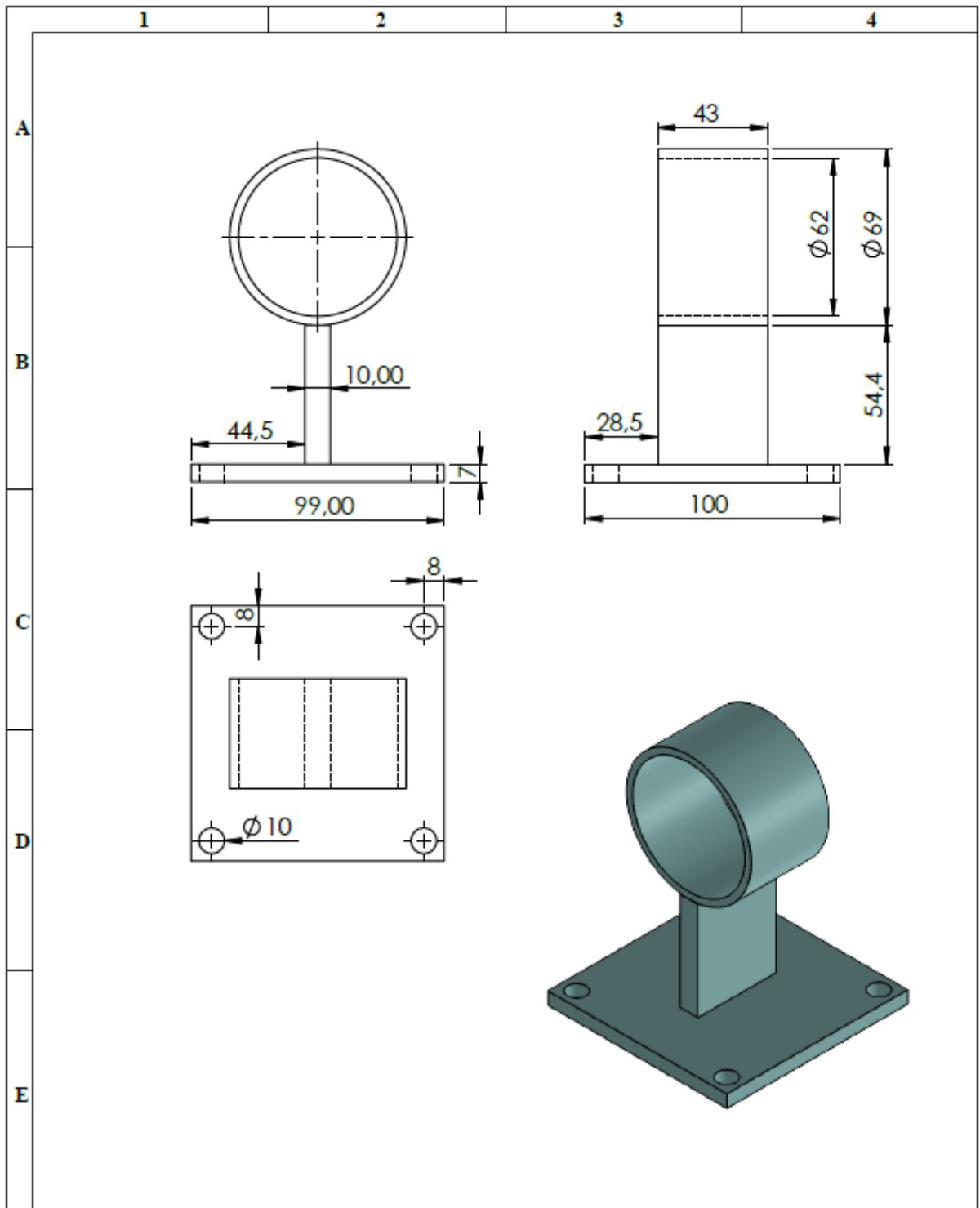
N°. Lámina: 02 de 23	N°. Hojas: 2	Sustitución:	Codificación: FM-CIMI-MDAG	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL				
Email: Teléfonos:			Denominación:					Peso [Kg]
Datos	Nombre	Firma	Fecha	LISTA DE MATERIALES				
Proyectó	Chiliquina, M. Moyolema, D.		2023- 04-10					
Dibujó	Chiliquina, M. Moyolema, D.		2023-04-19	Materiales:				
Revisó	Ing. Santiago Choto		2023-05-08					
Aprobó	Ing. Félix García Ing. Fausto Caicedo		2023-05-08	Nombre de archivo: MÓDULO DE GRASAS				



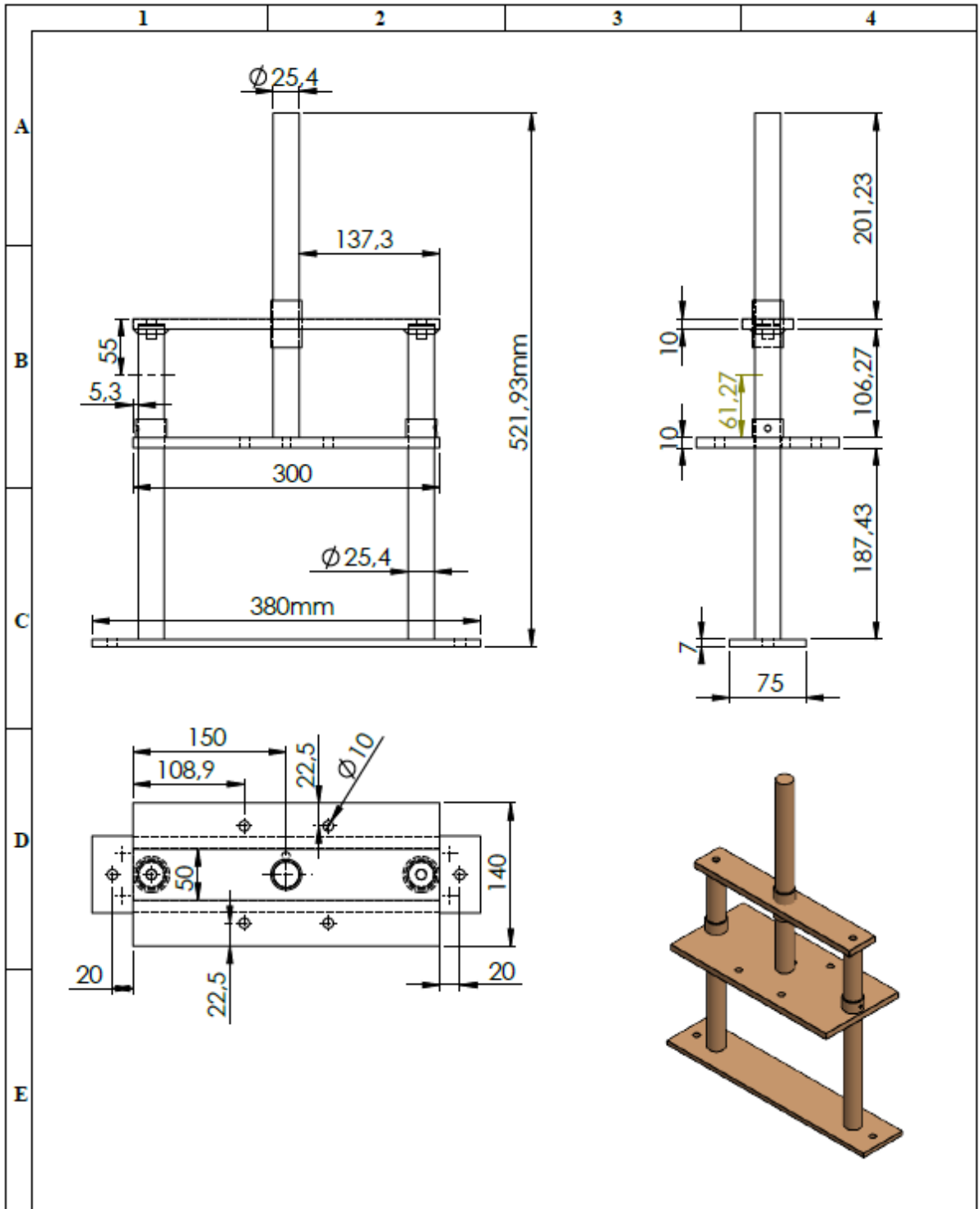
N°. Lámina: 23 de 23		N°. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CIMI-MDAG		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERIA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
Email: Teléfonos:				Denominación: MESA							
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales:							
Proyectó	Chiliquinga, M. Moyolema, D.		2023- 04-10								
Dibujó	Chiliquinga, M. Moyolema, D.		2023- 04-10								
Revisó	Ing. Santiago Choto		2023-05-08								
Aprobó	Ing. Félix Garcia Ing. Fausto Caicedo		2023-05-08	Nombre de archivo: MODULO DE GRASAS							






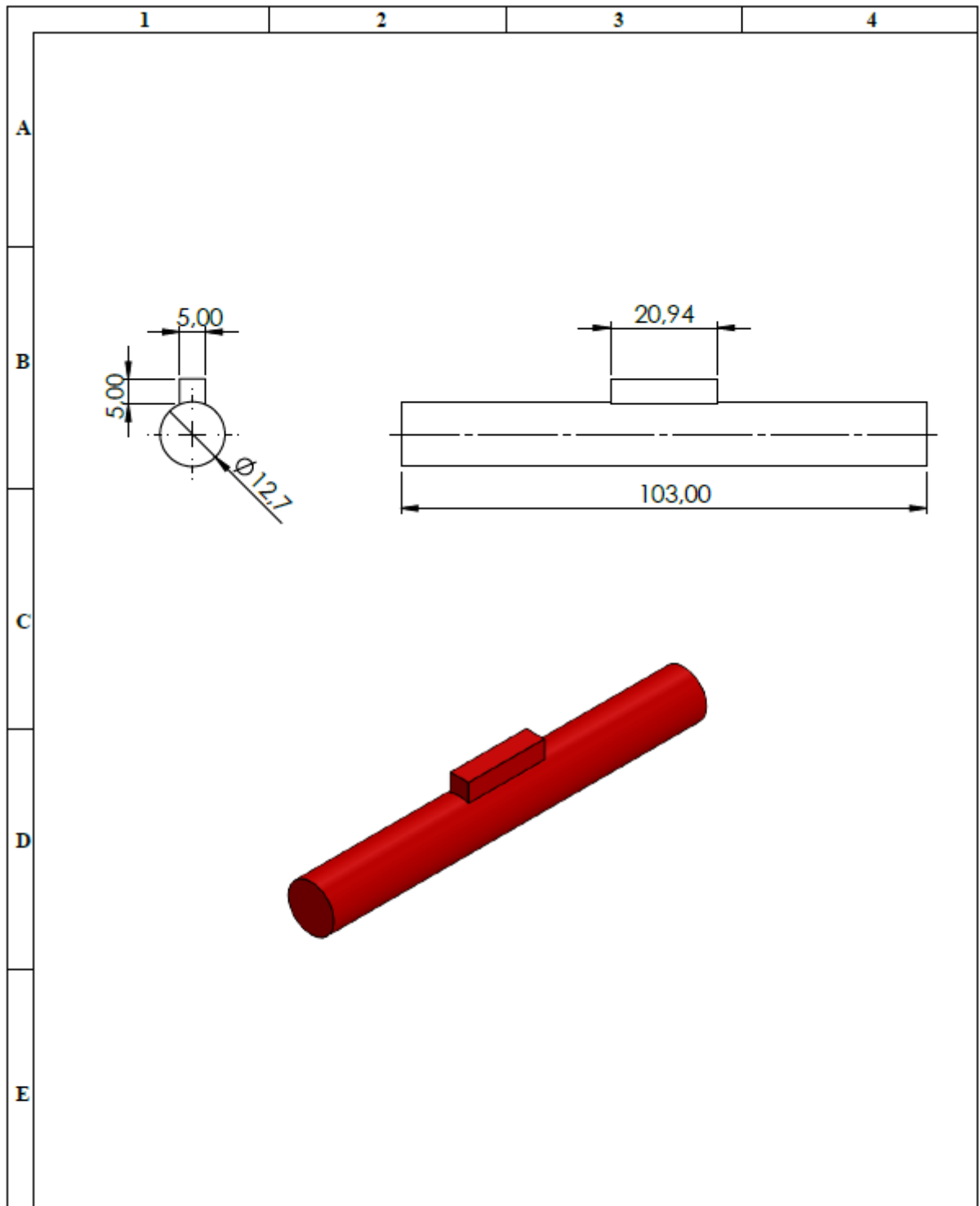
Nº. Lámina: 03 de 23		Nº. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CIMI-MDAG		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERIA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
Email: Teléfonos:				Denominación: PLACA BASE							
Datos	Nombre	Firma	Fecha							1:5	
Proyectó	Chiliquina, M. Moyolema, D.		2023-04-10								
Dibujó	Chiliquina, M. Moyolema, D.		2023-04-10								
Revisó	Ing. Santiago Choto		2023-05-08								
Aprobó	Ing. Félix García Inz. Fausto Caicedo		2023-05-08								
				Materiales:							
				Nombre de archivo: MÓDULO DE GRASAS							



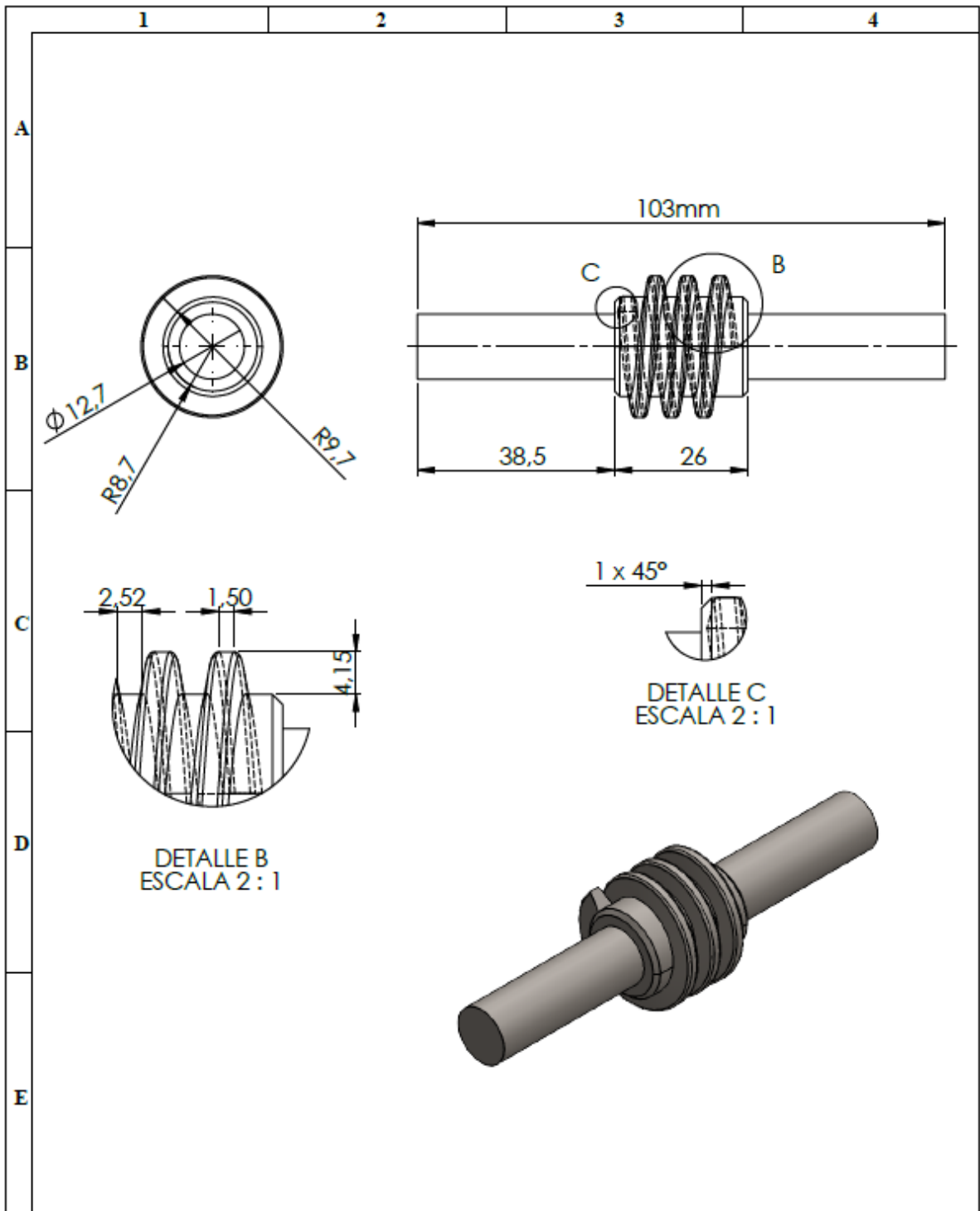
N°. Lámina: 06 de 23		N°. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CIMI-MDAG		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL				
Email: Teléfonos:						Denominación:						Peso [Kg]
Datos		Nombre	Firma	Fecha		BASE PORTA BROCAS				1:2		
Proyectó		Chiliquina, M. Moyolema, D.		2023- 04-10				Materiales:				
Dibujó		Chiliquina, M. Moyolema, D.		2023-04-19				Nombre de archivo: MÓDULO DE GRASAS				
Revisó		Ing. Santiago Choto		2023-05-08								
Aprobó		Ing. Félix García Ing. Fausto Caicedo		2023-05-08								



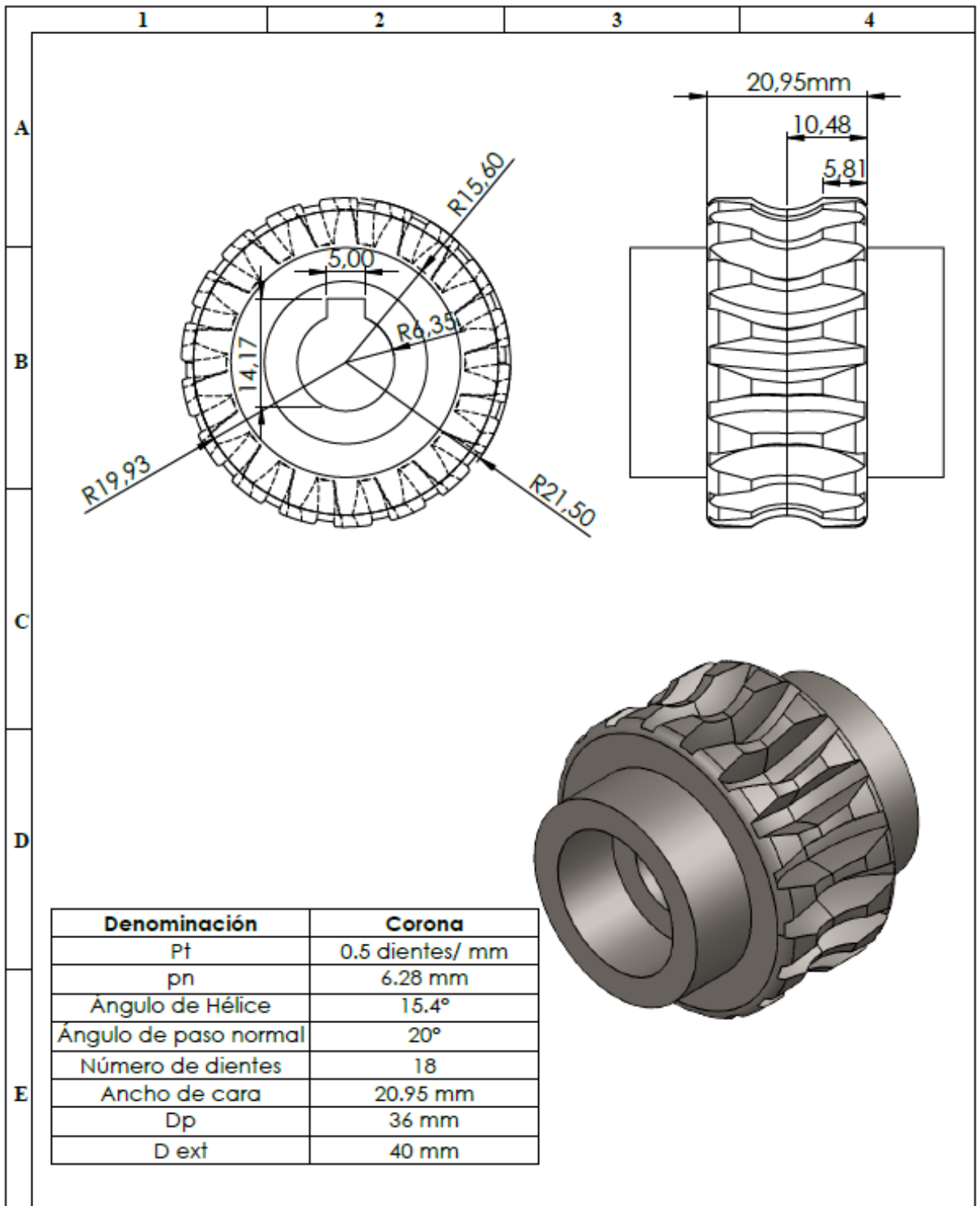
N°. Lámina: 08 de 23		N°. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CIMI-MDAG		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERIA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL							
Email: Teléfonos:						Denominación:						Peso [Kg]		Tolerancia	
Datos		Nombre		Firma		Fecha		BASE RODAMIENTOS							
Proyectó		Chiliquina, M. Moyolema, D.				2023- 04-10									
Dibujó		Chiliquina, M. Moyolema, D.				2023-04-19		Materiales: Nombre de archivo: MODULO DE GRASAS							
Revisó		Ing. Santiago Choto				2023-05-08									
Aprobó		Ing. Félix García Ing. Fausto Caicedo				2023-05-08		  		1:5					



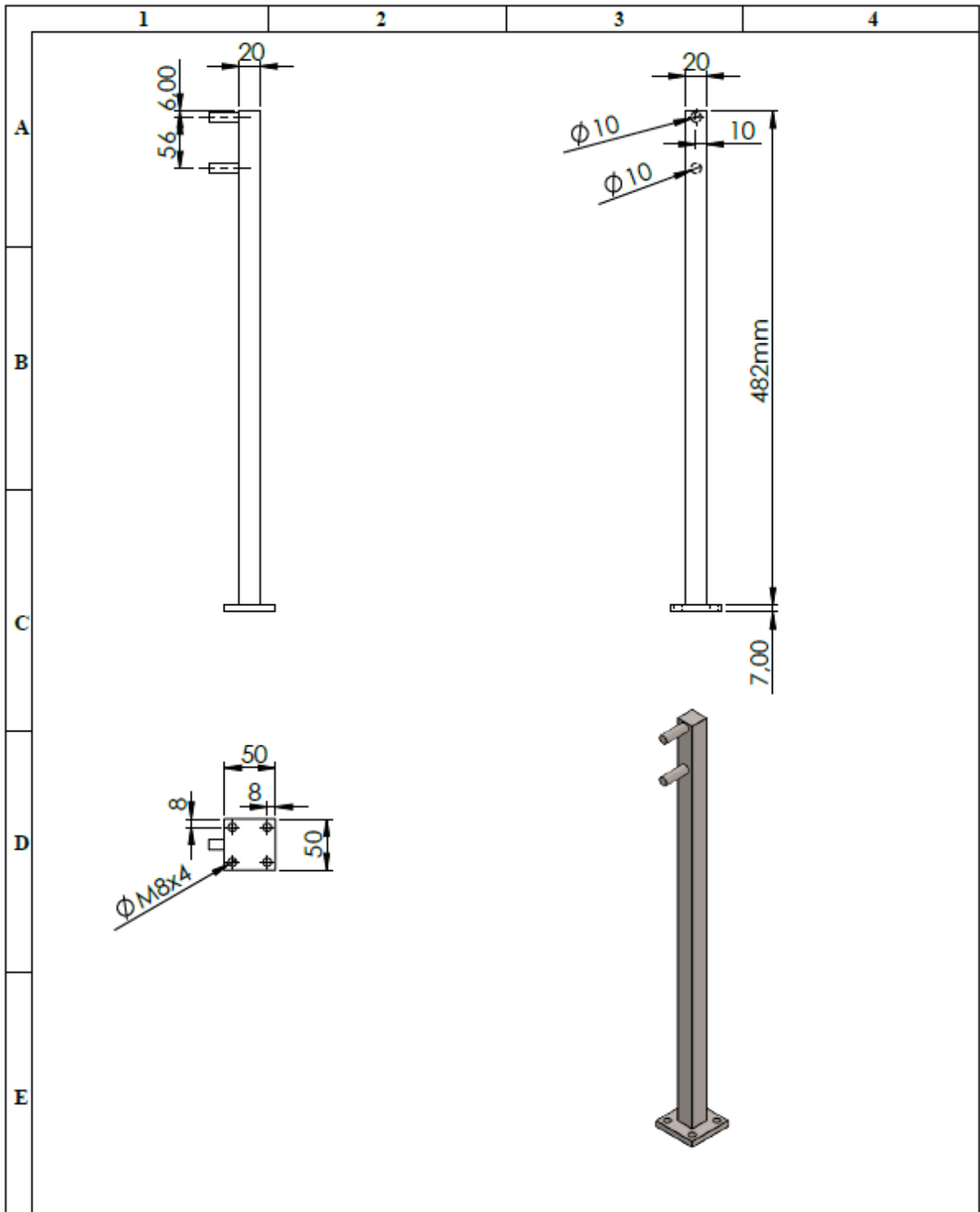
Nº. Lámina: 11 de 23		Nº. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CIMI-MDAG		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
Email:						Denominación:					
Teléfonos:						EJE DE CHUMACERA				1:1	
Datos	Nombre	Firma	Fecha					Materiales:			
Proyectó	Chiliquinga, M. Moyolema, D.		2023-04-10			Nombre de archivo:		MODULO DE GRASAS			
Dibujó	Chiliquinga, M. Moyolema, D.		2023-04-19								
Revisó	Ing. Santiago Choto		2023-05-08								
Aprobó	Ing. Félix García Ing. Fausto Caicedo		2023-05-08								



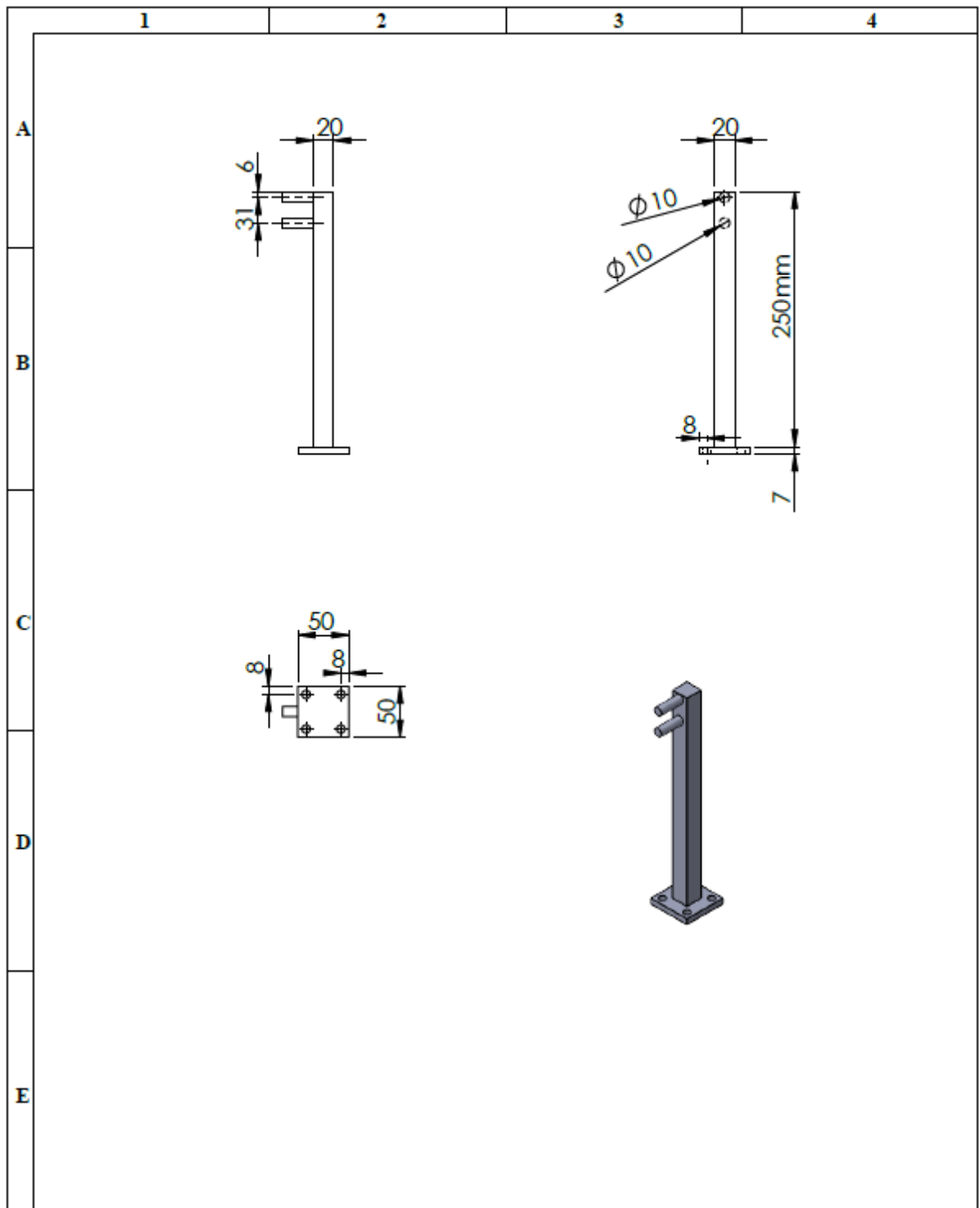
Nº. Lámina: 12 de 23		Nº. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CDMI-MDAG		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
Email: Teléfonos:				Denominación: TORNILLO SIN FIN							
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: Nombre de archivo: MODULO DE GRASAS						1:1	
Proyectó	Chiliquinga, M. Moyolema, D.		2023- 04-10								
Dibujó	Chiliquinga, M. Moyolema, D.		2023- 04-10								
Revisó	Ing. Santiago Choto		2023-05-08								
Aprobó	Ing. Félix García Ing. Fausto Caicedo		2023-05-08								



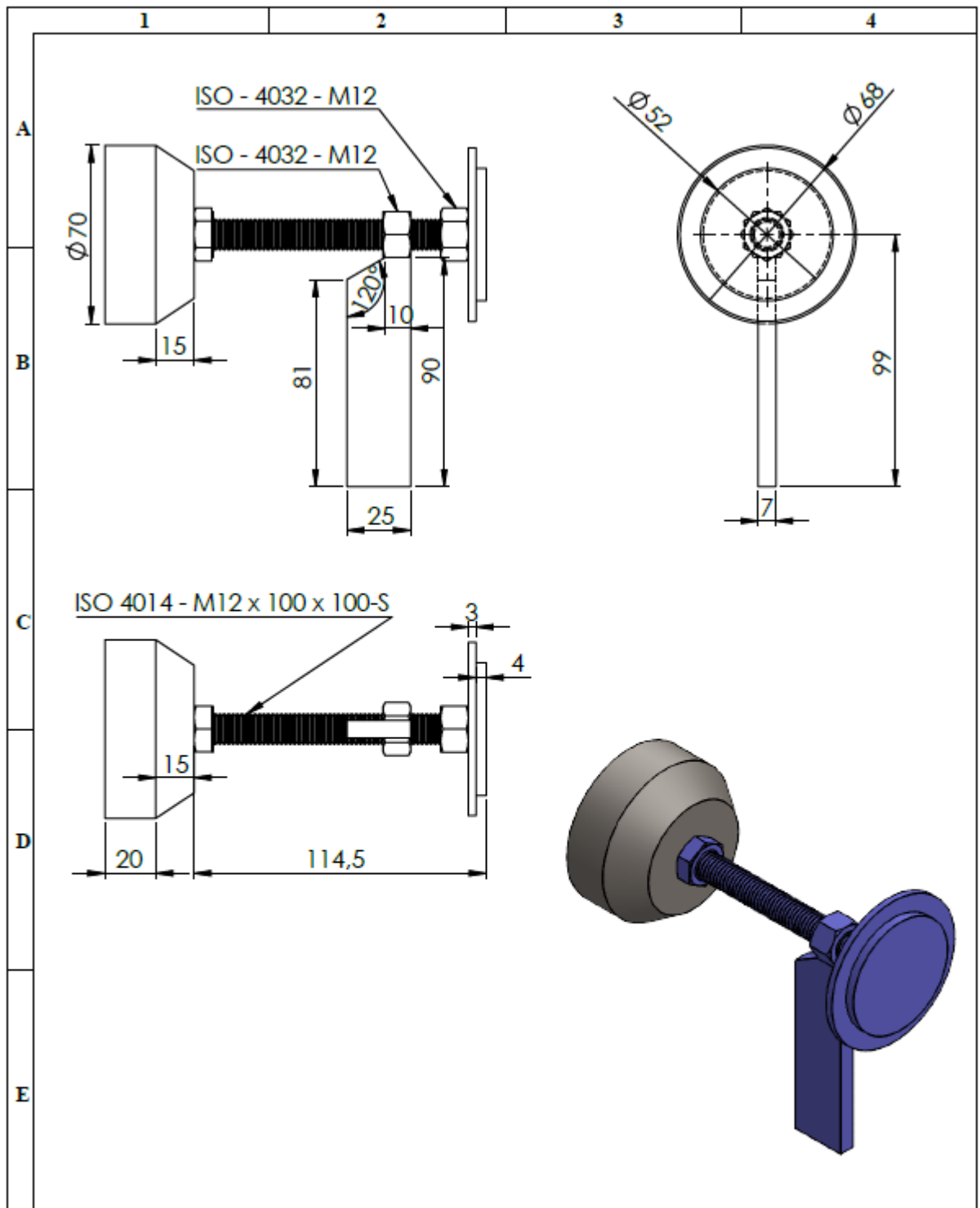
Nº. Lámina: 13 de 23		Nº. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CIMI-MDAG		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL							
Email:				Denominación:								Peso [Kg]		Tolerancia	
Teléfonos:				PIÑÓN								1.5:1			
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales:				ASTM-A36							
Proyectó	Chiliquina, M. Moyolema, D.		2023- 04-10	Nombre de archivo:				MODULO DE GRASAS							
Dibujó	Chiliquina, M. Moyolema, D.		2023- 04-10												
Revisó	Ing. Santiago Choto		2023-05-08												
Aprobó	Ing. Félix Garcia Ing. Fausto Caicedo		2023-05-08												



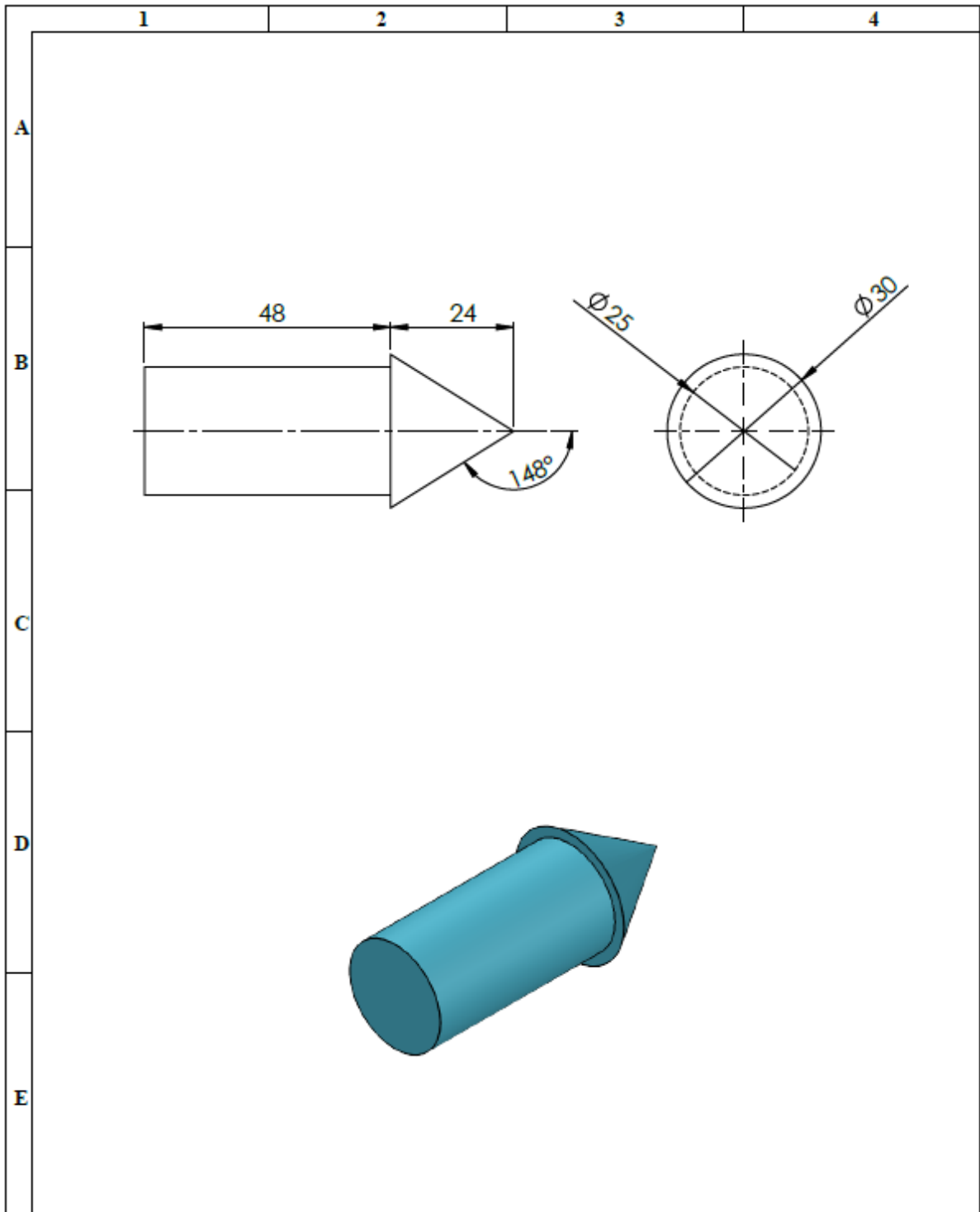
N°. Lámina: 14 de 23		N°. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CIMI-MDAG		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
Email: Teléfonos:				Denominación: BASE DEL ACEITE							
Datos	Nombre	Firma	Fecha							1:5	
Proyectó	Chiliquinga, M. Moyolema, D.		2023- 04-10								
Dibujó	Chiliquinga, M. Moyolema, D.		2023- 04-10								
Revisó	Ing. Santiago Choto		2023-05-08	Materiales:				 			
Aprobó	Ing. Félix García Ing. Fausto Caicedo		2023-05-08	Nombre de archivo: MODULO DE GRASAS							







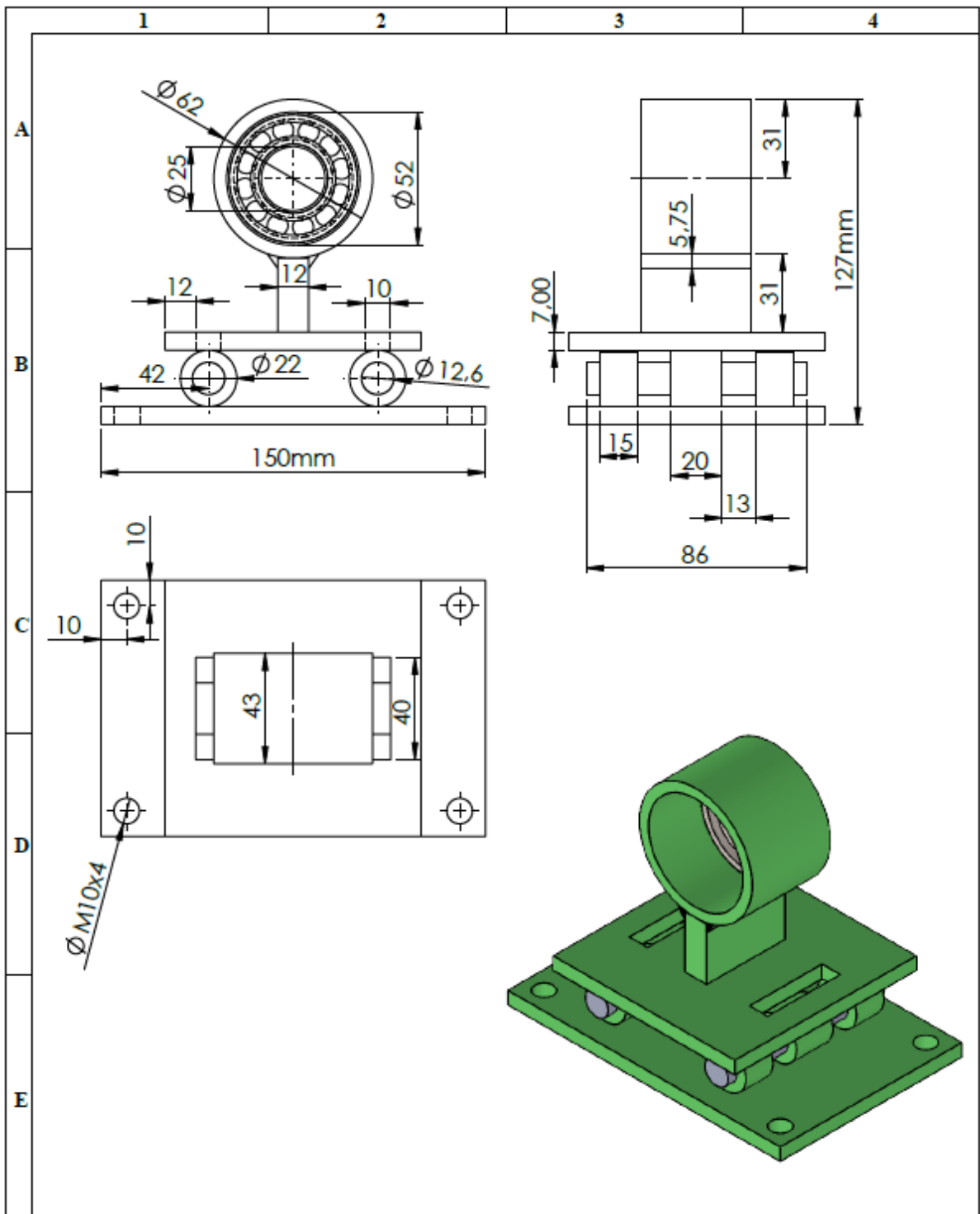
N°. Lámina: 15 de 23		N°. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CIMI-MDAG		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERIA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
Email: Teléfonos:						Denominación: BASE DE LA GRASA					
Datos	Nombre	Firma	Fecha							1:5	
Proyectó	Chiliquina, M. Moyolema, D.		2023- 04-10								
Dibujó	Chiliquina, M. Moyolema, D.		2023- 04-10	Materiales:							
Revisó	Ing. Santiago Choto		2023-05-08								
Aprobó	Ing. Félix Garcia Ing. Fausto Caicedo		2023-05-08	Nombre de archivo: MODULO DE GRASAS							



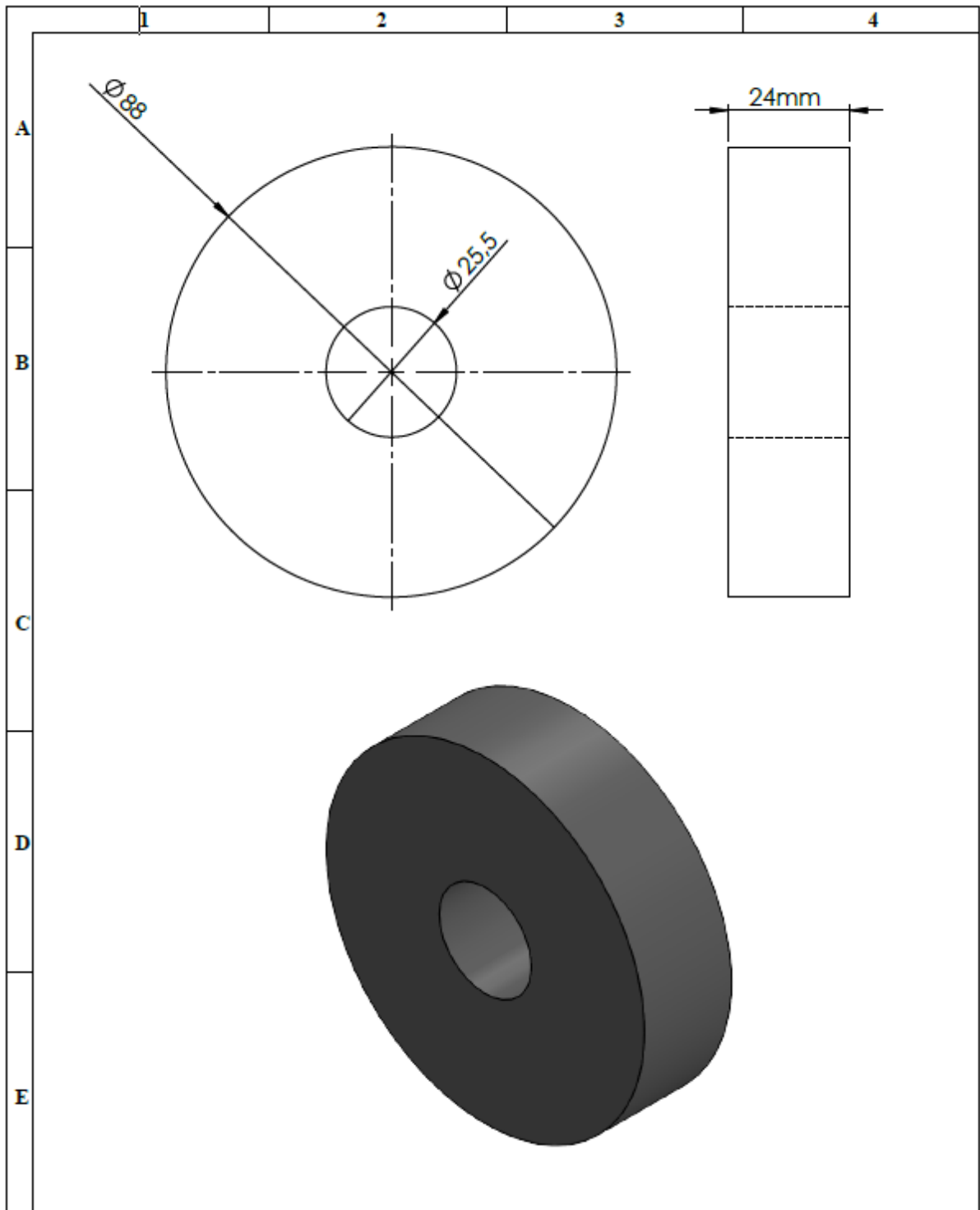
N°. Lámina: 18 de 23		N°. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CIMI-MDAG		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
Email: Teléfonos:				Denominación: ENSAMBLE DEL EMPUJE							
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales:						1:2	
Proyectó	Chiliquina, M. Moyolema, D.		2023-04-10					Nombre de archivo: MODULO DE GRASAS			
Dibujó	Chiliquina, M. Moyolema, D.		2023-04-19								
Revisó	Ing. Santiago Choto		2023-05-08								
Aprobó	Ing. Félix Garcia Ing. Fausto Caicedo		2023-05-08								



N°. Lámina: 21 de 23		N°. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CIMI-MDAG		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERIA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
Email: Teléfonos:				Denominación: PUNTO CENTRO							
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales:				  	1:1		
Proyectó	Chiliquinga, M. Moyolema, D.		2023- 04-10								Nombre de archivo: MODULO DE GRASAS
Dibujó	Chiliquinga, M. Moyolema, D.		2023-04-19								
Revisó	Ing. Santiago Choto		2023-05-08								
Aprobó	Ing. Félix García Ing. Fausto Caicedo		2023-05-08								



N°. Lámina: 22 de 23		N°. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CIMI-MDAG		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERIA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL							
Email: Teléfonos:						Denominación: ENSAMBLAJE CONTRAPUNTO						Peso [Kg]		Tolerancia	
Datos		Nombre		Firma		Fecha		Materiales: Nombre de archivo: MÓDULO DE GRASAS							
Proyectó		Chiliquinga, M. Moyolema, D.				2023- 04-10									
Dibujó		Chiliquinga, M. Moyolema, D.				2023-04-19									
Revisó		Ing. Santiago Choto				2023-05-08									
Aprobó		Ing. Félix Garcia Ing. Fausto Caicedo				2023-05-08									



N°. Lámina: 10 de 23		N°. Hojas: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CIMI-MDAG		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL							
Email: Teléfonos:						Denominación:						Registro			
Datos		Nombre		Firma		Fecha		Peso [Kg]		Tolerancia		Escala		Registro	
Proyectó		Chiliquinga, M. Moyolema, D.				2023-04-10						1:1			
Dibujó		Chiliquinga, M. Moyolema, D.				2023-04-19									
Revisó		Ing. Santiago Choto				2023-05-08		Materiales:							
Aprobó		Ing. Félix García Ing. Fausto Caicedo				2023-05-08		Nombre de archivo: MODULO DE GRASAS							



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 08 / 02 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Chiliquinga Moreta Mónica Karina. Moyolema Sailema Daisy Paola.
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Mecánica.
Carrera: Mantenimiento Industrial.
Título a optar: Ingeniera en Mantenimiento Industrial.
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

0017-DBRA-UPT-2024