



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE
ENSAMBLAJE DE UN ALTERNADOR PARA AUTOS WINGLE
DE GREAT WALL PARA INDUSTRIAS LOGACHO ALMEIDA
CIA. LTDA. ”**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO MECATRÓNICO**

GARY GUSTAVO LOGACHO CAICEDO

DIRECTOR: ING. ALEXY VINUEZA, MSC

Quito, Septiembre 2017

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2017
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO
PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1721251237
APELLIDO Y NOMBRES:	LOGACHO CAICEDO GARY GUSTAVO
DIRECCIÓN:	SANGOLQUI SELVA ALEGRE
EMAIL:	lccg91716@ute.edu.ec glogacho@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	022872404
TELÉFONO MOVIL:	0983895260

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño y construcción de un sistema de ensamblaje de un alternador para autos Wingle de Great Wall para Industrias Logacho Almeida Cia. Ltda.
AUTOR O AUTORES:	Logacho Caicedo Gary Gustavo
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	2017/09/15
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Alexy Vinueza
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mecatrónica
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	En la búsqueda de mejorar el proceso de ensamble de alternadores en una pequeña empresa se realizó el diseño y construir una estación de trabajo para ensamblar la tapa, rodamiento, polea, ventilador y rotor de un alternador del auto Wingle de Great Wall usando un sistema mecánico y de control para el posicionamiento correcto de acuerdo a las especificaciones y requerimientos de la empresa como parte inicial del proyecto de ensamblaje de un alternador. Usando la metodología en V se buscó que el diseño sea versátil para usarlo en varias marcas de alternadores sustituyendo piezas de manera rápida. Con un modelo mecánico controlado por un procesador el cual fue validado mediante cálculos tanto en su parte estructural como eléctrica, posteriormente se seleccionó sensores para comprobar el posicionamiento correcto de las piezas y los

	<p>actuadores que funcionaron como entradas y salidas para el proceso de control. El sistema está compuesto principalmente por un área de prensado neumático y un carro transportador accionado por un motor eléctrico, el operador coloca el rodamiento y la tapa sobre el carro transportador para luego accionar el sistema con un pulsador, se observa el estado del sistema en dos indicadores ubicados en la parte frontal del panel. Este sistema llevo a una mejora significativa en el proceso de prensado eliminando los daños a las piezas ensambladas. También se puede observar que se mejoró el proceso de la empresa disminuyendo el tiempo de prensado en un 41% demostrando las ventajas de un sistema semiautomático comparado con el proceso manual.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Neumática, tapa, rodamiento, polea, ventilador, rotor, prensa.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>In the quest to improve the process of assembly of alternators in a small company was designed and built a workstation to assemble the cap, bearing, pulley, fan and rotor of a Wingle car alternator of Great Wall using a mechanical and control system for correct positioning according to the specifications and requirements of the company as an initial part of the project of assembly of an alternator. Using the V methodology, the design was versatile for use in several brands of alternators replacing parts quickly, with a mechanical model controlled by a processor which was validated by calculations in both structural and electrical parts, was subsequently selected Sensors to check the correct positioning of the parts and the actuators that functioned as inputs and outputs for the control process. This system led to a significant improvement in the pressing process eliminating damage to the assembled parts. It can also be observed that the process of the company was improved, reducing the pressing time by 41%, demonstrating the advantages of a semi-automatic system compared to the manual process.</p>

KEYWORDS

Pneumatic, cap, bearing, pulley, fan, rotor, press.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f. 
LOGACHO CAICEDO GARY GUSTAVO
1721251237

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, LOGACHO CAICEDO GARY GUSTAVO, CI 1721251237 autor del proyecto titulado: Diseño y construcción de un sistema de ensamblaje de un alternador para autos Wingle de Great Wall para Industrias Logacho Almeida Cia. Ltda., previo a la obtención del título de Ingeniería en Mecatrónica en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 15 de septiembre del 2017

f:



LOGACHO CAICEDO GARY GUSTAVO
1721251237

DECLARACIÓN

Yo **GARY GUSTAVO LOGACHO CAICEDO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

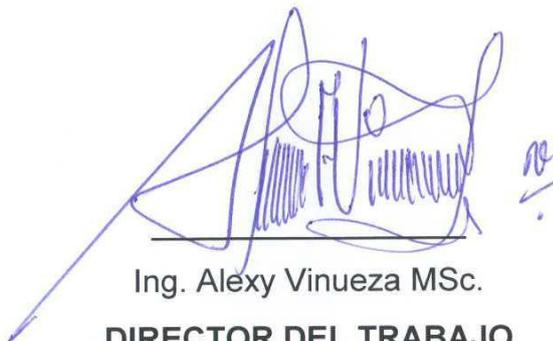


Gary Gustavo Logacho Caicedo

C.I. 172125123-7

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título "**Diseño y construcción de un sistema de ensamblaje de un alternador para autos Wingle de Great Wall para Industrias Logacho Almeida Cia. Ltda.**", que, para aspirar al título de **INGENIERO MECATRÓNICO** fue desarrollado por **GARY GUSTAVO LOGACHO CAICEDO**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Alexy Vinueza MSc.
DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 171472105-6

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico inicialmente a Dios, gracias a las fuerzas que me ha dado he logrado culminar una meta más en mi vida superando las dificultades que se han presentado.

A mis padres y mis hermanos que han sido un apoyo incondicional en todos los años de mi vida. También a todas las personas que estuvieron allí en estos años de mi formación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haber culminado satisfactoriamente mis estudios, a cumplir esta meta en mi vida y sobretodo haber superado con dignidad las dificultades que son al mismo tiempo enseñanzas en la vida para seguir adelante.

A mis padres Vicente Logacho y Dalila Caicedo por la confianza depositada en mí para continuar con mis estudios, por el apoyo moral, los valores inculcados que son los cimientos para mi crecimiento personal y profesional.

Agradezco a mis abuelos Isidro Logacho (†) y María Teresa Benavides por sus enseñanzas, su apoyo incondicional para que este proyecto culmine satisfactoriamente. Y de igual manera a mis abuelos Jeremías Caicedo (†) y Concepción López (†) que a pesar de la distancia sus enseñanzas y sus valores siempre están presentes en nuestra vida.

Al Ing. Alexy Vinuesa por los conocimientos brindados durante toda la universidad y especialmente en el trabajo de titulación, estos conocimientos son de gran utilidad para nuestra vida profesional.

A mis amigos y al resto de personas que me han acompañado en todos estos años de formación profesional

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA Y DISEÑO	6
2.1. MODELO EN V	6
2.1.1. Especificaciones	6
2.1.2. Requerimientos.....	6
2.1.3. Parámetros de borde	6
2.2. DISEÑO MECÁNICO	7
2.2.1. Cálculo del cilindro	7
2.2.2. Cálculo de fuerza para desplazamiento horizontal del carro transportador.....	7
2.2.3. Cálculo de columnas de soporte.....	8
2.2.4. Cálculo de vigas para soportar prensado	9
2.2.5. Tornillo de potencia.....	10
2.2.6. Motor.....	11
2.2.7. Tensión en correa V.....	11
2.2.8. Velocidad de poleas.....	12
2.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	12
2.3.1 Selección del PLC.....	14
2.4. DISEÑO ELÉCTRICO	15
2.5. PROTOTIPO FÍSICO	16
2.6. PROTOCOLO DE PRUEBAS.	18
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
BIBLIOGRAFÍA.....	24
ANEXOS.....	22

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Nombre Siglas y descripción del proceso.....	13
Tabla 2. Tiempos de proceso.....	19
Tabla 3. Proceso de prensado.....	20
Tabla 4. Daños en piezas.....	21
Tabla 5. Conclusiones de medición.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Total de exportaciones año 2015.....	2
Figura 2. Partes del alternador.....	3
Figura 3. Ensamble del estator en tapa	4
Figura 4. Ensamble del rodamiento en tapa	4
Figura 5. Ensamble rotor.....	4
Figura 6. Ensamble rotor, tapa, polea.....	4
Figura 7. Ensamble del alternador.....	5
Figura 8. Cilindro neumático.....	5
Figura 9. Válvulas.....	5
Figura 10. Metodología en V.....	6
Figura 11. Diagrama de fuerzas del carro transportador.....	7
Figura 12. Coeficiente de rozamiento	8
Figura 13. Coeficiente de fricción de collarín de empuje.....	10
Figura 14. Catálogo de motores.....	11
Figura 15. Poleas con relación 6 a 1 y banda de transmisión.....	11
Figura 16. Proceso de prensado de piezas.....	13
Figura 17. Esquema Grafcet del proceso.....	14
Figura 18. Diseño eléctrico	15
Figura 19. Prototipo.....	16
Figura 20. Mesa	16
Figura 21. Pieza de transporte.....	17
Figura 22. Mesa sobre el bastidor.....	17
Figura 23. Soporte y cilindro para prensado.....	17
Figura 24. Tablero de control.....	18
Figura 25. Tiempo de proceso manual y con la máquina.....	19
Figura 26. Prensado manual y con máquina.....	20
Figura 27. Piezas sin daños.....	21
Figura 28. Comparación máquina y manual.....	22

ÍNDICE DE ECUACIONES

	PÁGINA
Ecuación 1. Ecuación de presión.....	7
Ecuación 2. Área de la circunferencia.	7
Ecuación 3. Factor de seguridad.	7
Ecuación 4. Sumatoria de fuerzas en el eje X	7
Ecuación 5. Ecuación de fricción.	8
Ecuación 6. Ecuación de carga critica en columna corta.....	8
Ecuación 7. Momento flector máximo.	9
Ecuación 8. Módulo de sección de la viga	9
Ecuación 9. Ecuación cortante máximo	9
Ecuación 10. Esfuerzo cortante máximo	10
Ecuación 11. Ecuación de momento	10
Ecuación 12. Ecuación de torque en tornillos de potencia	10
Ecuación 13. Potencia de un motor eléctrico.....	11
Ecuación 14. Ecuación de Poncelet.	12
Ecuación 15. Ecuación de esfuerzo.....	12
Ecuación 16. Relación de velocidad	12

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
Anexo 1. Especificaciones ajustes rodamientos NTN	25
Anexo 2. Informe de esfuerzo para prensado	26
Anexo 3. Catálogo cilindros Mindman	27
Anexo 4. Tabla UNE para factor de potencia	28
Anexo 5. Planos de máquina	29

RESUMEN

En la búsqueda de mejorar el proceso de ensamble de alternadores en una pequeña empresa se realizó el diseño y construir una estación de trabajo para ensamblar la tapa, rodamiento, polea, ventilador y rotor de un alternador del auto Wingle de Great Wall usando un sistema mecánico y de control para el posicionamiento correcto de acuerdo a las especificaciones y requerimientos de la empresa como parte inicial del proyecto de ensamblaje de un alternador. Usando la metodología en V se buscó que el diseño sea versátil para usarlo en varias marcas de alternadores sustituyendo piezas de manera rápida, con un modelo mecánico controlado por un procesador el cual fue validado mediante cálculos tanto en su parte estructural como eléctrica, posteriormente se seleccionó sensores para comprobar el posicionamiento correcto de las piezas y los actuadores que funcionaron como entradas y salidas para el proceso de control. El sistema está compuesto principalmente por un área de prensado neumático y un carro transportador accionado por un motor eléctrico, el operador coloca el rodamiento y la tapa sobre el carro transportador para luego accionar el sistema con un pulsador, se observa el estado del sistema en dos indicadores ubicados en la parte frontal del panel. Este sistema llevó a una mejora significativa en el proceso de prensado eliminando los daños a las piezas ensambladas. También se puede observar que se mejoró el proceso de la empresa disminuyendo el tiempo de prensado en un 41% demostrando las ventajas de un sistema semiautomático comparado con el proceso manual.

Palabras clave: Neumática, tapa, rodamiento, polea, ventilador, rotor, prensa

ABSTRACT

In the quest to improve the process of assembly of alternators in a small company was designed and built a workstation to assemble the cap, bearing, pulley, fan and rotor of a Wingle car alternator of Great Wall using a mechanical and control system for correct positioning according to the specifications and requirements of the company as an initial part of the project of assembly of an alternator. Using the V methodology, the design was versatile for use in several brands of alternators replacing parts quickly, with a mechanical model controlled by a processor which was validated by calculations in both structural and electrical parts, was subsequently selected Sensors to check the correct positioning of the parts and the actuators that functioned as inputs and outputs for the control process. This system led to a significant improvement in the pressing process eliminating damage to the assembled parts. It can also be observed that the process of the company was improved, reducing the pressing time by 41%, demonstrating the advantages of a semi-automatic system compared to the manual process.

Keywords: Pneumatic, cap, bearing, pulley, fan, rotor, press

1. INTRODUCCIÓN

La empresa Industrias Logacho Almeida dedicada al reciclaje de alternadores desea incursionar en el ensamblaje de estos. La propuesta está enfocada en estandarizar los procesos de producción. El ensamble de los alternadores en la actualidad se los realiza de modo artesanal y el método empleado no optimiza los recursos de manera adecuada, como consecuencia se obtiene un margen de error mayor arriesgando la integridad tanto del operador como del alternador. Se propone utilizar un sistema mecatrónico para automatizarlo. Este sistema realiza el proceso inicial del ensamble

El alternador es la parte del auto que se encarga de transformar la energía mecánica producida por el motor del auto en energía eléctrica que es aprovechada en varios componentes del mismo como iluminación, audio y uno de los principales es la chispa para generar la combustión del motor.

En el sector automotriz ecuatoriano se encuentran presentes ensambladoras como General Motors Ómnibus BB GM-OBB, AYMESA, y CIAUTO que producen vehículos de las marcas Chevrolet, Mazda, Kia y Great Wall respectivamente con reconocimiento a nivel nacional e internacional por la calidad de los productos aplicando normativas como la ISO TS 16949:2002, QS 9000, ISO 14000, OHSAS 18001.

Para abastecer a las ensambladoras, Ecuador consta con un aproximado de 200 empresas proveedoras de bienes y servicios para el sector automotriz entre las cuales se puede citar a la metalmecánica, petroquímica, servicios, textiles y transferencia tecnológica. Ayudando al crecimiento de estas empresas la nueva legislación obliga a las ensambladoras a buscar más proveedores nacionales para sus partes.

El objetivo general es diseñar y construir una estación de trabajo para ensamblar la tapa, rodamiento, polea, ventilador y rotor de un alternador del auto Wingle de Great Wall usando un sistema mecánico y de control para el posicionamiento correcto de acuerdo a los requerimientos especificados por la empresa auspiciante.

Los objetivos específicos son:

- Definir el proceso de ensamble para cumplir el correcto posicionamiento de las piezas mediante herramental de ensamble o JIG's.
- Desarrollar el diseño mecánico, electrónico y de control para la estación de ensamble.
- Construir la estación de ensamble para realizar las pruebas de funcionamiento y validación del equipo

Se propone diseñar y construir un sistema de ensamble empleando partes mecánicas semiautomáticas precautelando la seguridad del operador y de las piezas que van a ser ensambladas. Controlando con un sistema eléctrico para su funcionamiento por medio de un PLC el cual seguirá el algoritmo de control y verificará las protecciones necesarias.

La empresa ecuatoriana automotriz ha ensamblado alrededor de 600000 autos de distintas marcas y modelos, muchos de estos autos son exportados por políticas internacionales de las diferentes casas como es el caso de General Motors, de esta manera se observa que el producto nacional es apto para la exportación y competir en mercados internacionales como se muestra en la figura 1. (Revista CINAIE, 2015)

PAIS	MODELO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total 2015
0	COLOMBIA Rio LS 1.5 A/C	-	40	-	-	-	-	-	300
0	COLOMBIA Cerato 1.6 MT A/C	40	-	-	-	-	-	-	430
	Sportage 2.0 LX	70	70	70	-	-	-	-	280
	Sportage 2.0 LX AT	30	30	30	-	-	-	-	120
		140	140	100	-	-	-	-	1.130
0	COLOMBIA Pregio 3.0 A/C	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-
		140	140	100	-	-	-	-	1.130
0	COLOMBIA Luv D-Max 4X2 2,5 Diesel C/D TM Std. A/C	-	-	-	-	-	-	-	-
	Luv D-Max 4X2 2,5 Diesel C/S TM Std.	15	-	-	-	15	-	-	105
	Luv D-Max 4X4 2,5 Diesel C/D TM A/C	-	-	90	30	15	30	-	585
	Luv D-Max 4X4 2,5 Diesel C/D TM Full	60	30	105	60	74	150	30	944
	Luv D-Max 4X4 2,5 Diesel C/D TM Std.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Luv D-Max 4X4 2,5 Diesel C/S TM A/C	15	75	30	15	-	-	-	180
	Luv D-Max 4X2 2,5 Diesel C/D TM A/C	45	15	15	15	45	-	60	255
		135	120	240	120	149	180	90	2.069
0	OCTUBRE Luv D-Max 4X4 2,5 C/D Chasis TM AC	-	-	-	-	30	30	15	75
		-	-	-	-	30	30	15	75
		135	120	240	120	179	210	105	2.144
		275	260	340	120	179	210	105	3.274

Figura 1. Total de exportaciones año 2015
(Revista CINAIE, 2015)

Las líneas de producción son un tipo de manufactura utilizada para crear grandes lotes de productos con similares o las mismas características. El diseño de este proceso consiste en dividir el trabajo total en varias tareas pequeñas asignadas a trabajadores o maquinas específicas para aumentar la eficiencia de la producción (Groover, M. 2007).

Las líneas de ensamble automotriz es un claro ejemplo de este tipo de manufactura, desarrollada inicialmente por Ford Motor Company y manteniendo este tipo de manufactura hasta la actualidad en todos los procesos de producción masiva. Existen tres tipos de líneas de ensamble: manuales, automatizadas e hibridas, en nuestro país se encuentran manuales e hibridas debido a que la automatizada tiene altos costos de implementación y mantenimiento (Groover, M. 2007).

El área automotriz en el año 2015 tuvo una producción de 50732 unidades, buscando incrementar el aporte por parte de empresas nacionales, parte de los procesos realizados en la industria automotriz son automatizados tanto en las ensambladoras como en los proveedores de autopartes para de esta

manera poder competir y abastecer las partes necesarias para cumplir las metas planteadas por las grandes empresas.

El alternador es un convertidor de energía mecánica que es suministrada por el movimiento del motor del vehículo a energía eléctrica, se compone principalmente de partes mecánicas, devanados y circuitos electrónicos como se muestra en la figura 2 (Santander, J 2010).

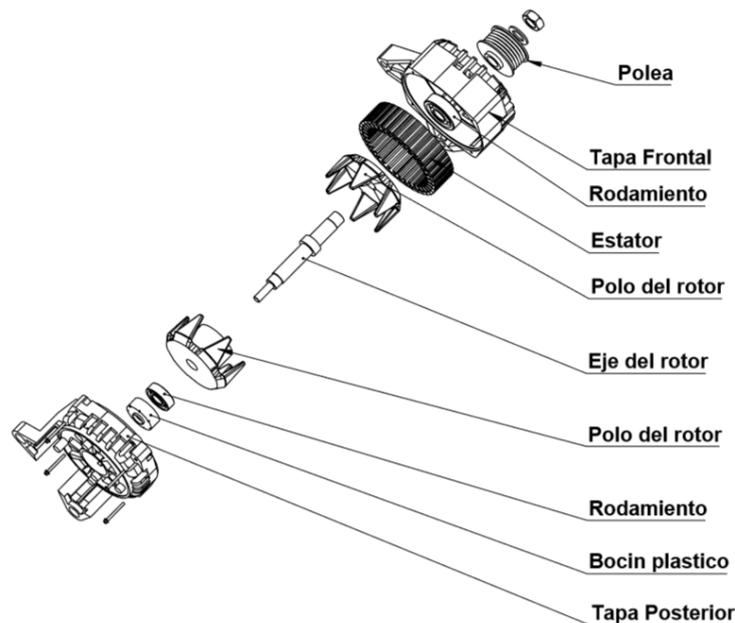


Figura 2. Partes del alternador.

- Rotor: Es el componente giratorio que está compuesto por un eje, un devanado de campo, dos polos magnéticos y dos anillos de deslizamiento que se encuentran conectados cada uno a un extremo del devanado.
- Estator: Es el componente estático del equipo que se encarga de interceptar el campo magnético generado por el rotor, está compuesto por varias laminas y devanados.
- Rectificador o puente rectificador: Es un grupo de diodos en un disipador con varias conexiones eléctricas.
- Porta escobillas: Una pieza comúnmente plástica para alojar las escobillas y sus terminales, las escobillas se encargan de suministrar la corriente al rotor por medio de los anillos de deslizamiento (Santander, J 2010).

Para ensamblar un alternador se realizan varios procesos en paralelo entre los cuales se puede detallar:

- Las salidas eléctricas del estator se sueldan a la placa de diodos y al rectificador, colocándolo posteriormente en su tapa como se muestra en la figura 3.

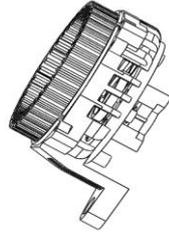


Figura 3. Ensamble del estator en tapa

- En las tapas de las carcasas se coloca los rodamientos como se muestra en la figura 4, arandelas, placas de seguridad para los rodamientos y se los asegura por pernos a estas placas.

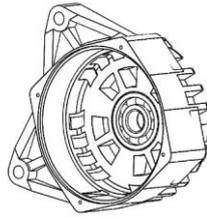


Figura 4. Ensamble del rodamiento en tapa

- En el eje del rotor se coloca el devanado, posteriormente los dos polos magnéticos en cada lado como se muestra en la figura 5 y al final del proceso se colocan los anillos de desplazamiento en la posición adecuada.

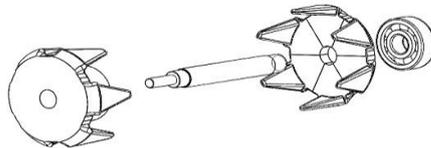


Figura 5. Ensamble rotor

- Se coloca la polea con las arandelas y la tuerca que sujeta a la misma como se muestra en la figura 6.

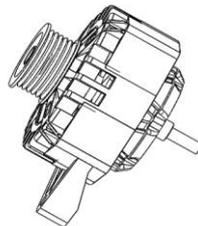


Figura 6. Ensamble rotor, tapa, polea.

- Finalmente se tienen 3 conjuntos de partes, el estator y la placa rectificadora se los aseguran a la segunda tapa de la carcasa, el rotor

ensamblado se lo coloca en la tapa que estaba con los rodamientos como se muestra en la figura 7.

- Se prensa las dos tapas con el estator en medio de estas tapas asegurando que los anillos de deslizamiento no rompan a los carbones.

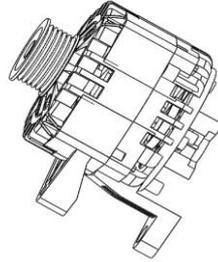


Figura 7. Ensamble del alternador.

Se pueden automatizar las centrales neumáticas o hidráulicas usadas para prensar o ensamblar distintas piezas. Constan de partes como red de tubería, tomas de aire, filtro regulador lubricador de aire (FRL) o también conocido como unidad de mantenimiento, actuadores neumáticos o hidráulicos, entre otros. En el control se puede encontrar sensores magnéticos, electroválvulas y el controlador que puede ser un PLC.

El cilindro es un pistón en la parte interior que se desliza en una dirección, este movimiento es transmitido a un vástago, este se encarga de transmitir el movimiento a la parte exterior del cilindro como se muestra en la figura 8. A los cilindros neumáticos se los puede clasificar de acuerdo a su funcionamiento, entre los cuales se puede citar de simple efecto, doble efecto, de impacto, entre otros.

(Creus, A. 2011).



Figura 8. Cilindro neumático.
(Festo, 2016)

Las válvulas son elementos encargados de dirigir el aire a distintas salidas, estas pueden ser accionadas de manera mecánica o eléctrica con el uso de electroimanes como se muestra en la figura 9. (Creus, A. 2011).



Figura 9. Válvulas.
(Festo, 2016)

2. METODOLOGÍA Y DISEÑO

2.1. MODELO EN V

Se utiliza la metodología en V como se muestra en la figura 10, que posee la ventaja de verificar y validar periódicamente el diseño antes mencionado mientras se desarrolla el proyecto.

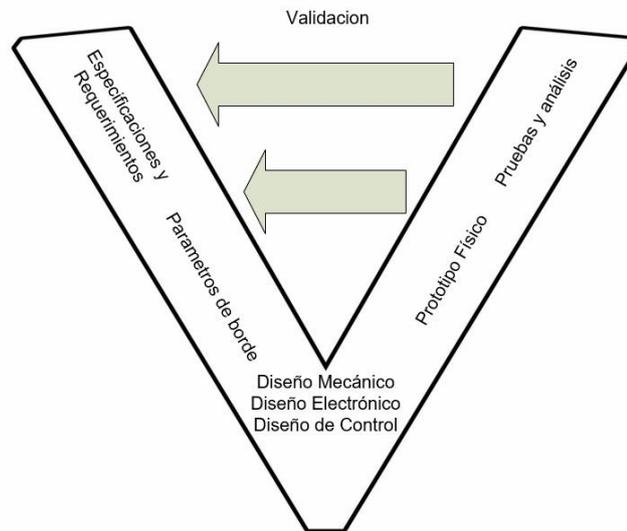


Figura 10. Metodología en V.

2.1.1. Especificaciones

La tolerancia para el ajuste entre los rodamientos y el alojamiento de equipos rotativos eléctricos como es el caso de motores y generadores es H6 o J6 como recomienda el manual de rodamientos de NTN que ingresa forzado ligeramente como se muestra en el anexo 1.

Se utiliza la norma ISO 286 para su posicionamiento.

2.1.2. Requerimientos

La empresa auspiciante requiere una máquina que cumpla con las siguientes especificaciones:

- El tiempo del proceso debe ser 120 segundos por unidad.
- Emplear el sistema de aire comprimido
- Las medidas del sistema son: 1.5 [m] x 1.5 [m] x 2.5 [m]
- Contar con control automático del proceso

2.1.3. Parámetros de borde

- Se realizó un ensayo de compresión en el cual se determinó que la fuerza necesaria para prensar el rodamiento y es de 3757 [N] como se puede evidenciar en el anexo 2.

- La presión de trabajo de la red de aire comprimido en la empresa es de 6[bar]

2.2. DISEÑO MECÁNICO

2.2.1. Cálculo del cilindro

El proceso de prensado se realizó con cilindros neumáticos, usando la formula

$$P = \frac{F}{A} \quad [1]$$

Donde

P: presión de trabajo del sistema de 6 [bar]

F: fuerza de prensado equivalente a 3757 [N]

A: área de la circunferencia

El área de la circunferencia interna del cilindro neumático es 0.006261 m².

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad [2]$$

Despejando el diámetro, D = 0.08928 [m], aplicando un factor de seguridad de 1.2, se tiene (Budynas, G. Diseño en ingeniería mecánica, 2011):

$$D_r = D * f_s \quad [3]$$

El diámetro real para dimensionar el cilindro es de 107,14 [mm], la medida normalizada más cercana es 125mm como se puede ver en el anexo 3.

Usando la ecuación 1 y 2 se puede concluir que el cilindro con un diámetro de 125mm tiene una fuerza de 7363 [N]

2.2.2. Cálculo de fuerza para desplazamiento horizontal del carro transportador

En el sistema de prensado se calculó la fuerza para mover el carro transportador en función del rozamiento como se muestra en la figura 11:

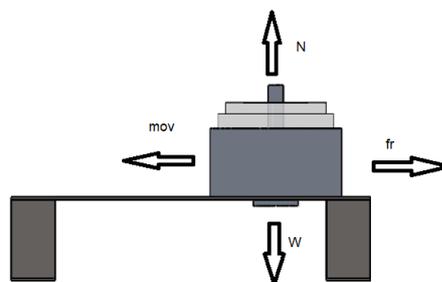


Figura 11. Diagrama de fuerzas del carro transportador

$$\sum F_y = 0 \quad [4]$$

$$m * g - N = 0$$

Donde:

m: masa de los cuerpos en desplazamiento horizontal

g: gravedad de 9.8 [m/s²]

N: normal

Con una masa de 3.66 [Kg] el cálculo de la fuerza normal es igual a 35.86 [N].

La fuerza de rozamiento de un cuerpo es igual a:

$$Fr = \mu * N \quad [5]$$

Donde:

Fr= fuerza de rozamiento

u= coeficiente de rozamiento

Superficies en contacto	μ_s	μ_k
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Caucho sobre concreto	1.0	0.8
Madera sobre madera	0.25-0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Articulaciones sinoviales en humanos	0.01	0.003

Figura 12. Coeficiente de rozamiento
(Serway, 2008)

El coeficiente de rozamiento entre el acero y el aluminio es de 0.61 como se muestra en la figura 12, la fuerza de rozamiento a vencer es de 23.31 [N]

2.2.3. Cálculo de columnas de soporte

Para el cálculo de columnas que soportaran el área de presado se usó la ecuación de columna corta (Budynas, G. Diseño en ingeniería mecánica, 2011):

$$P_{crit} = A * Sy * \left(\frac{1 - Sy * \left(\frac{L * k}{r} \right)^2}{4 * \pi^2 * E} \right) \quad [6]$$

Donde:

Pcrit: carga crítica que soportara la columna

A: área de la sección transversal de la columna

Sy: esfuerzo a la fluencia del material

L: longitud de la columna

k: constante de los extremos

r: radio mínimo

E: módulo de elasticidad

Con un área de 294 [mm], el esfuerzo a la fluencia de 290 [MPa] y un módulo de elasticidad de 200 [GPa]. Se calculó para una columna con dos empotramientos una carga crítica de 82859.07 [N]. Las 4 columnas soportaran la carga ejercida por el cilindro neumático (Budynas, G. Diseño en ingeniería mecánica, 2011).

Para el duralon que recibe la carga del cilindro también trabaja como columna, con un área de 706.86 [mm²], un esfuerzo a la fluencia de 78 [N/mm²], una longitud de 70 [mm] soporta una carga crítica de: 53728.2 [N]

2.2.4. Cálculo de vigas para soportar prensado

Para calcular el factor de seguridad usando el momento flector máximo se usó la ecuación (Mott, R. Diseño de elementos de máquinas, 2006):

$$\frac{M}{w} = \frac{S_y}{N} \quad [7]$$

Donde:

M: momento flector máximo

N: factor de seguridad

w: módulo de sección de la viga

Con un momento máximo de 323 [Nm] se encontró que la viga usada tiene un factor de seguridad de N=2.5 para materiales dúctiles. El módulo de sección de la viga es de 2.78x10⁻⁶ [m³] (Mott, R. Diseño de elementos de máquinas, 2006).

La viga a usarse que soporta la carga vertical tiene un espesor de 25.4 [mm] y una inercia de 218494 [mm⁴]. Se calculó el módulo de sección de la viga:

$$w = \frac{I}{C} \quad [8]$$

Donde:

C: distancia desde el punto medio al extremo de la viga

I: inercia de la viga

El módulo de sección de la viga es igual a 1.72x10⁻⁵ [m³]

Usando el método de cortante máximo con la ecuación (Budynas, G. Diseño en ingeniería mecánica, 2011):

$$\tau_{\max} = \frac{3V}{2A} \quad [9]$$

Donde

V= cortante máxima en la viga

Se usó la ecuación 9 con una cortante de 3681.5 [N] encontrando que el momento máximo es de 1.358 [MPa]. Con el método del esfuerzo cortante máximo se calculó el factor de seguridad con la ecuación (Mott, R. Diseño de elementos de máquinas, 2006):

$$\tau_{\max} = \frac{0,5 \cdot S_y}{N} \quad [10]$$

El factor de seguridad para la plancha de una pulgada es de 106,71.

La viga que sostiene al cilindro está sometida a flexión, se usó la ecuación:

$$M = F \cdot d \quad [11]$$

Donde:

F: fuerza

d: distancia perpendicular

Con una distancia de 40 [mm] y una fuerza de 7367.1 [N], el momento es igual a 294.52 [Nm].

Con un factor de seguridad de 2.5 y la ecuación 8, el módulo de la sección es 2.53×10^{-6} [m³]. La viga a usarse tiene una inercia de 68.30 [cm⁴] y una distancia c igual a 7.7 [cm]. Se usó la ecuación 8 el módulo de sección de la viga es igual a 8.87×10^{-6} [m³]

2.2.5. Tornillo de potencia

El movimiento horizontal se realizara por un tornillo de potencia de rosca recta del cual se disponía previamente, para calcular el torque necesario se usa la ecuación para el torque de tornillo de potencia (Budynas, G. Diseño en ingeniería mecánica, 2011):

$$T = \frac{F \cdot d_m \cdot (1 + \pi \cdot \mu \cdot d_m)}{2 \cdot (\pi \cdot d_m \cdot \mu \cdot l)} \quad [12]$$

Donde:

d_m: diámetro medio del tornillo

l: avance

Combinación	En operación	Arranque
Acero suave sobre hierro fundido	0.12	0.17
Acero duro sobre hierro fundido	0.09	0.15
Acero suave sobre bronce	0.08	0.10
Acero duro sobre bronce	0.06	0.08

Figura 13. Coeficiente de fricción de collarín de empuje (Shigley, 2008)

Con la fuerza de 23.31 [N] obtenida en la ecuación 4, un diámetro medio del tornillo de 26 [mm], un avance de 9 [mm], y un factor de rozamiento de 0,17 como se muestra en la figura 13 se obtuvo un torque necesario de 3.85 [Nm].

2.2.6. Motor

Para el movimiento de este se ocupó un motor eléctrico.

$$P = M * \omega \quad [13]$$

Donde

P: potencia del motor

M: torque o momento

W: velocidad angular

Con un motor de 248,56 [W] y una velocidad angular de 36 [rad/s], el momento o torque producido por este es de 6.89 [Nm] como se muestra en la figura 12 del catálogo de motores de la marca Lesson con una caja reductora de velocidad los cuales se disponía previamente.

LOW VOLTAGE MOTORS

IEC 71 and 80 FRAMES

12, 24 or 36 VOLTS

kW	HP	RPM	Full Load Amperage			S1 Continuous Duty Enclosures			
			12V	24V	36V	ODP Frame	C Dim.	TEFC Frame	C Dim.
0,18	¼	1200	20	10	6,7	71	234	71	262
		1500	20	10	6,7	71	234	71	262
		1800	21	10	6,9	71	234	71	262
		2500	21	11	7,0	71	234	71	249
		3000	21	11	7,0	71	234	71	249
0,25	⅓	1200	27	13	8,9	71	247	71	287
		1500	27	13	8,9	71	234	71	275
		1800	27	14	9,2	71	234	71	262
		2500	28	14	9,2	71	234	71	262
		3000	28	14	9,3	71	234	71	262

Figura 14. Catálogo de motores.

(Lesson, 2001)

2.2.7. Tensión en correa V

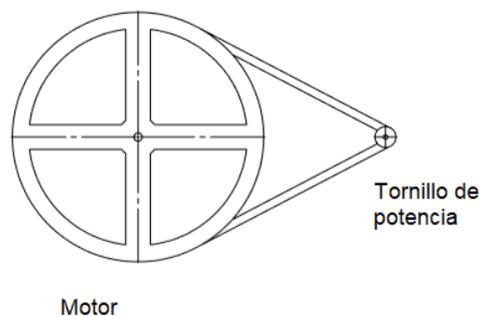


Figura 15. Poleas con relación 6 a 1 y banda de transmisión.

Se usó la ecuación 11 de momento para las poleas mostradas en la figura 15 la tensión o fuerza ejercida en la banda por la polea de 304.8 [mm] con la

ecuación 11 es igual a 22.60 [N], para la polea de 50.8 [mm] de radio existe una tensión de 75.70 [N] como se muestra en la figura 14. Con la ecuación de Poncelet se conoce que:

$$T_0 = \frac{T_1 - T_2}{2} \quad [15]$$

Donde:

T_0 : Tensión inicial

T_1 : tensión de la primera polea

T_2 : tensión de la segunda polea

Con las dos tensiones de 22.60 y 75.70 [N] se tiene una tensión inicial de 98.36 [N]

El esfuerzo de tensión inicial de la banda es:

$$\sigma_0 = \frac{T_0}{A} \quad [16]$$

El esfuerzo por tensado inicial es igual a: 1.22 [KPa]. El cual es mejor al módulo de elasticidad del caucho que se encuentra entre 80-100 [MPa]

2.2.8. Velocidad de poleas

La relación de velocidad de la polea aumenta 6 veces la velocidad del motor, usando la relación de velocidad:

$$\omega_2 * r_2 = \omega_1 * r_1 \quad [17]$$

Donde:

r: es el radio de cada polea

Con una velocidad angular del motor de 36 [rad/s] y un radio de 304.8 [mm] en la polea de 50.8 [mm] tiene una velocidad angular de 216 [rad/s]. Con un avance de 9[mm] por revolución, la velocidad de avance es igual a 5,4 [mm/s].

2.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

Para el proceso de prensado se puede visualizar en la figura 16 un esquema donde se toma en cuenta las entradas principales del sistema, los elementos involucrados en el mismo y las principales fuentes de energía como son el aire y la electricidad.

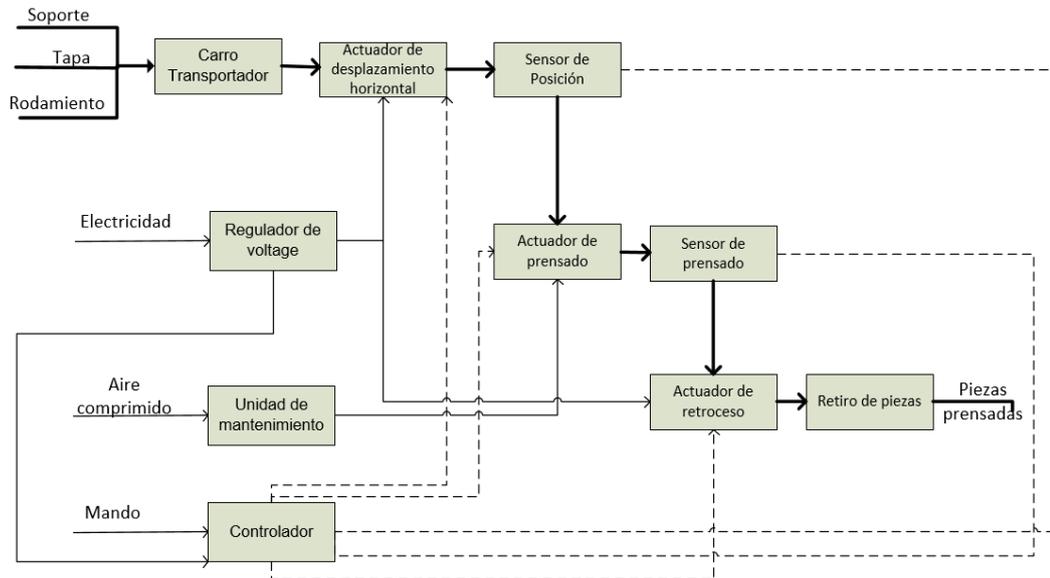


Figura 16. Proceso de prensado de piezas

En la tabla 1 se observa los principales elementos que existen en el proceso de prensado, sus entradas y salidas del mismo con su respectivo símbolo para que se representen en el esquema Grafcet:

Tabla 1. Nombre Siglas y descripción del proceso

Nombre	Sigla	Descripción	Entrada digital	Salida digital
Selector	S	Energiza la máquina	X	
Pulsador 1	P1	Inicia el proceso	X	
Pulsador 2	P2	Pausa el proceso	X	
Final de carrera 1	A0	Detiene el cilindro en la posición inicial	X	
Final de carrera 2	A1	Detiene el cilindro en la posición final	X	
Final de carrera 3	B0	Detiene el motor en la posición inicial	X	
Final de carrera 4	B1	Detiene el motor en la posición final	X	
Motor avance	MA	Enciende motor en avance		X
Motor retroceso	MR	Enciende motor en retroceso		X
Cilindro descenso	CD	Baja el vástago del cilindro		X
Cilindro ascenso	CA	Sube el vástago del cilindro		X

En la figura 17 se observa una representación del proceso de prensado para el ensamble del rodamiento donde se identifica los distintos componentes y transiciones

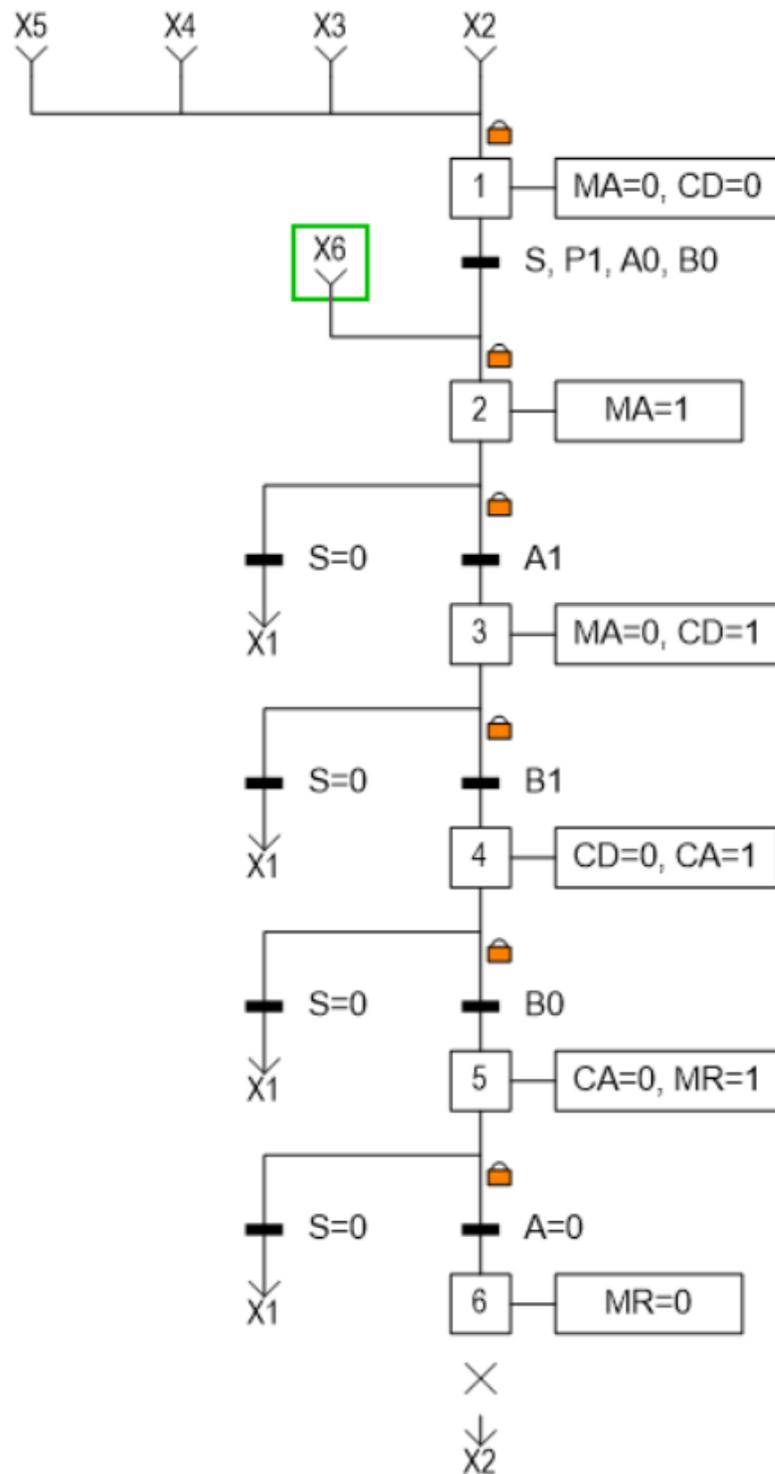


Figura 17. Esquema Grafcet del proceso.

2.3.1 Selección del PLC

Entradas y Salidas

Total de 7 entradas digitales.

Total de 6 salidas digitales.

Voltaje de operación.

Las bobinas de los relés, electroválvulas y entradas funcionan a 24 [V] en DC.

Control Lógico Programable.

Se seleccionó un CPU 1212C AC/DC/Relé, alimentación 110/220VAC. Incorpora 8 entradas digitales a 24 VDC, 6 salidas tipo relé, 2 entradas análogas (0-10VDC), memoria 50KB. Con puerto de comunicación Profinet / Industrial Ethernet RJ45 10/100Mbps. Capacidad de ampliación hasta 2 módulos de señal (SM) y 3 módulos de comunicación (CM).

2.4. DISEÑO ELÉCTRICO

- Consumo de corriente del PLC = 300mA
- Consumo fuente DC= 2A
- Consumo motor DC= 1.5 A
- Consumo 4 relés= 0.16 A

El total de consumo de corriente del sistema es 3.8 A

Usando la ecuación 3 en corrientes con un factor de mayoración de 1.25 como sugiere la tabla UNE en el anexo 4. La protección para el sistema debe ser de 4.95 A. El diagrama del circuito esta presentado en la figura 18.

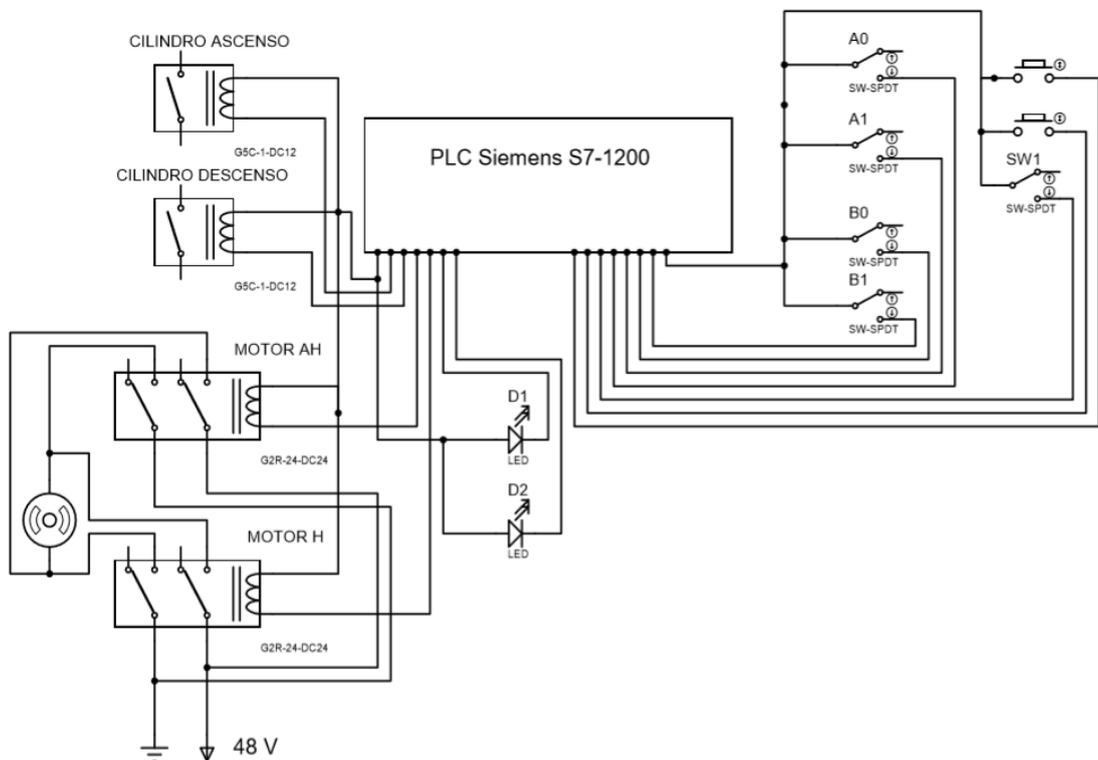


Figura 18. Diseño eléctrico

2.5. PROTOTIPO FÍSICO

Con la finalidad de disminuir costos se propuso reusar partes de máquinas ya existentes que estaban fuera de uso. Inicialmente se basó el diseño en un bastidor que se muestra en la figura 19.

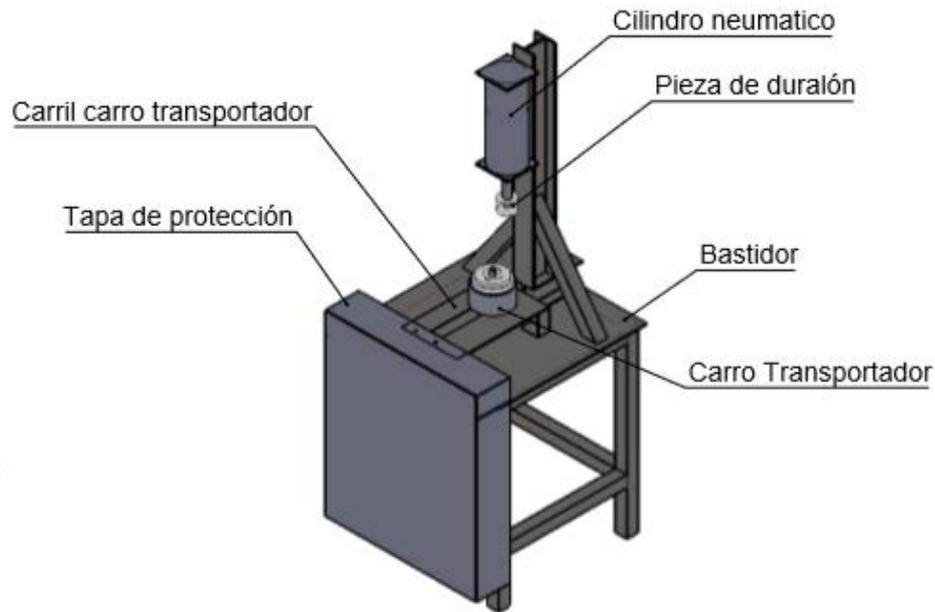


Figura 19. Prototipo

Para posicionar los elementos en el área de prensado se colocó una mesa sobre el bastidor como se muestra en la figura 20 en la cual se movería una pieza de aluminio que servirá como transportador de la tapa, rodamiento y la pieza de duralón como se muestra en la figura 21, esta última se encarga de proteger a la pieza de aluminio para que no reciba daños físicos.

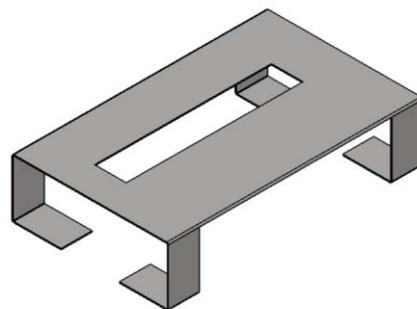


Figura 20. Mesa

Este transportador es accionado por un tornillo de potencia el cual es movido por un motor eléctrico como se muestra en la figura 22.

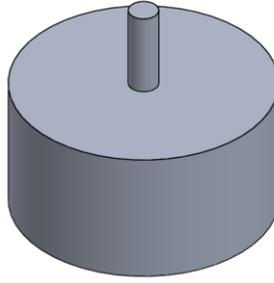


Figura 21. Pieza de transporte.

Se ubicaron dos finales de carrera en el tornillo de potencia para controlar las posiciones inicial y final del mismo.



Figura 22. Mesa sobre el bastidor.

Para la zona de prensado se usa una viga vertical que sostendrá al cilindro neumático, se soldó dos piezas metálicas para separar el cilindro neumático de la viga como se muestra en la figura 23, de esta manera el cilindro tiene espacio para trabajar con otros tipos de alternadores.



Figura 23. Soporte y cilindro para prensado.

También se usó finales de carrera para comprobar la posición del cilindro, estas señales entran a un tablero de control que contiene en su interior un PLC Siemens S7-1200 para el control del proceso, una fuente de 24v para

activar las bobinas. Los relees protegen al PLC y borneras para realizar la conexión como se muestra en la figura 24.



Figura 24. Tablero de control.

El motor es activado por una fuente de 48V, la inversión de giro del motor es controlado por dos relees que invierten la polaridad de entrada

2.6. PROTOCOLO DE PRUEBAS.

Con una muestra de 10 piezas diarias durante 3 días se evalúa tres parámetros fundamentalmente, el tiempo de prensado, la cantidad de reproceso, daños físicos existentes en la tapa del alternador tanto en el alojamiento del rodamiento como en el área de prensado.

- Se cronometra el tiempo de trabajo desde el momento de colocar el rodamiento hasta el momento que se retira la tapa con el rodamiento colocado en su alojamiento.
- Se revisa que el rodamiento este alojado completamente en la tapa para considerar que el proceso ha sido completado, caso contrario se contara como volverá a realizar el proceso para realizar un segundo prensado.
- Se realiza una inspección visual de los elementos prensados para revisar daños producidos en la superficie, especialmente en la tapa de aluminio.
- Al final se revisa que el ajuste entre el rodamiento y el alojamiento sea el adecuado.

Al momento del ensamble final del alternador se verifica que no existan ruidos extraños al realizar la prueba mecánica y eléctrica

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el protocolo de pruebas planteado se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 2. Tiempos de proceso.

Tiempo			
Muestra	Día 1[s]	Día 2[s]	Día 3[s]
1	78	75	81
2	75	75	80
3	78	79	90
4	76	72	82
5	73	85	81
6	70	80	75
7	73	72	79
8	78	71	72
9	80	75	72
10	81	78	75
Promedio Máquina	76	76	79
Promedio Manual	45	50	40

Al cronometrar los tiempos se obtuvo un promedio de 77 segundos por proceso como se muestra en la tabla 2, el cual es menor al requerido por la empresa. El proceso manual conlleva menos tiempo de operación en un 27% con respecto al tiempo requerido.

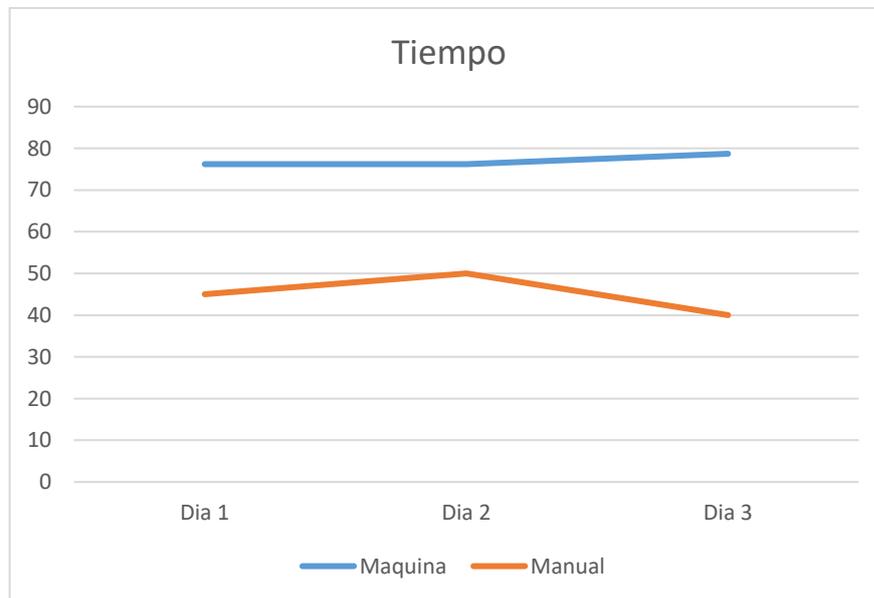


Figura 25. Tiempo de proceso manual y con la máquina.

El tiempo de prensado en la maquina tiene un comportamiento estable como se muestra en la figura 25, esto ayuda a controlar el proceso completo de ensamble del alternador en conjunto.

Para la revisión del tipo de prensado se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 3. Proceso de prensado

Prensado			
Muestra	Día 1	Día 2	Día 3
1	ok	ok	No ok
2	ok	ok	ok
3	ok	ok	ok
4	ok	ok	ok
5	ok	ok	No ok
6	ok	ok	ok
7	ok	ok	ok
8	ok	ok	ok
9	ok	ok	ok
10	ok	ok	ok
Maquina OK	10	10	8
Maquina Ok	100%	100%	80%
Maquina No OK	0	0	2
Manual OK	7	10	9
Manual OK	70%	100%	90%
Manual no OK	3	0	1

El prensado realizado con la maquina disminuye la cantidad de reprocesos en un 10% comparando a un prensado manual como se muestra en la tabla 3. En el tercer día de análisis existió dos reprocesos (No ok) por la disminución de la presión en la red de aire comprimido, este problema fue solventado al modificar el punto de conexión a la red de aire comprimido de la máquina.

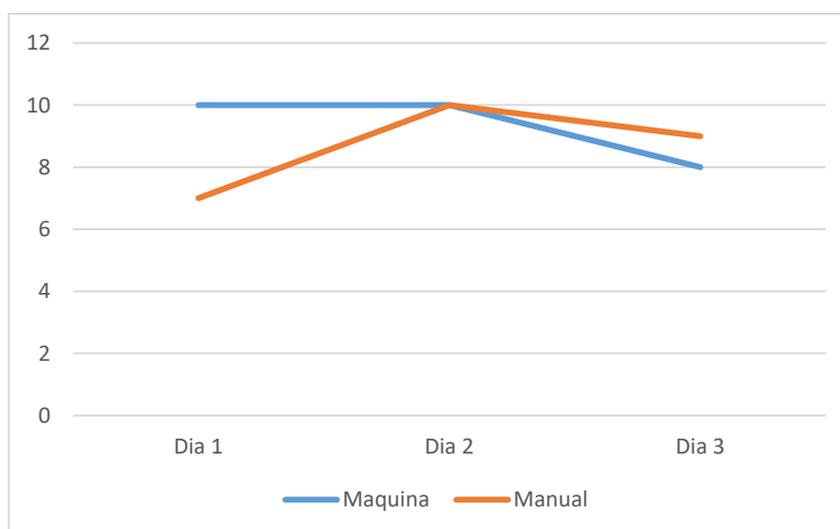


Figura 26. Prensado manual y con máquina.

El proceso de prensado con maquina reduce la cantidad de reprocesos como se observa en la figura 26 comparado con el proceso manual que no asegura que el rodamiento se aloje de manera adecuada en la tapa con el ajuste necesario.

Al revisar los daños superficiales en las piezas de aluminio se obtuvo los siguientes datos.

Tabla 4. Daños en piezas

Daños			
Muestra	Día 1	Día 2	Día 3
1	no	no	no
2	no	no	no
3	no	no	no
4	no	no	no
5	no	no	no
6	no	no	no
7	no	no	no
8	no	no	no
9	no	no	no
10	no	no	no
Total daños	0	0	0
Maquina OK	10	10	10
Maquina Ok	100%	100%	100%
Manual OK	9	6	8
Manual Ok	90%	60%	80%

Por el uso de duralon para el prensado la cantidad de daños es cero en las piezas de aluminio como se muestra en la tabla 4. Del total de piezas prensadas sin la maquina un 24% de estas tenían daños en su superficie.

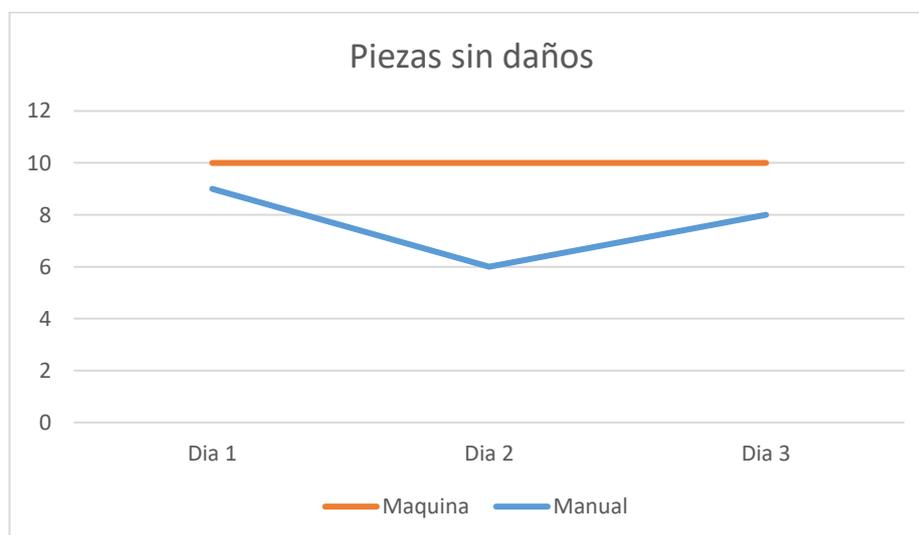


Figura 27. Piezas sin daños.

Al comparar el proceso realizado con maquina al proceso manual en el cual se usan piezas metálicas para realizar el prensado se puede observar una mejora en las tapas al tener un 100% de estas sin daños físicos como muestra la figura 27.

Comparando los 3 parámetros medidos previamente se puede observar en la tabla 5 las mejoras que presenta en el proceso de prensado con maquina comparado con el proceso de prensado manual en porcentaje.

Tabla 5. Conclusiones de medición

	Porcentaje	
	Maquina	Manual
Tiempo	64%	37%
Prensado OK	93%	86%
Sin Daños	100%	76%

Al comparar el tiempo del prensado tanto manual como con la maquina con el tiempo solicitado en los requerimientos se puede observar un aumento del mismo. La mejora en el uso de la maquina se ve al disminuir los reprocesos de un 14% a un 7% y las piezas con daño físico de un 24% a un 0% como se muestra en la figura 28.

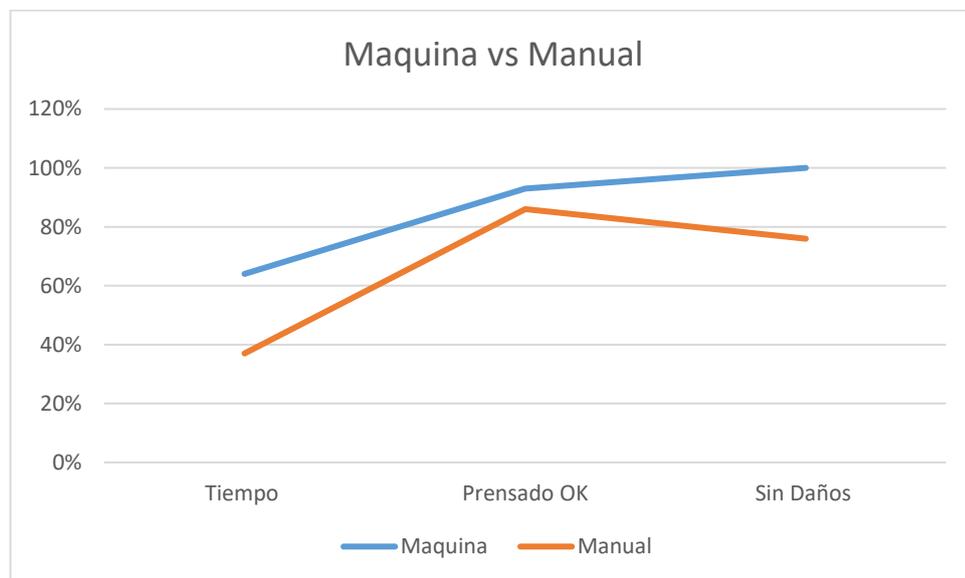


Figura 28. Comparación máquina y manual.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Las piezas mencionadas en el objetivo principal se ensamblan de una manera semiautomática brindando mejora en los tiempos y disminuyendo los reprocesos en esta primera parte del ensamble del alternador. Mediante el uso de JIG's elaborados de duralón y acero se asegura el correcto posicionamiento, como también como la disminución de daños físicos en las piezas.

Aprovechando la red de aire comprimido existente se usó un sistema neumático para el prensado de las piezas controlado por un PLC.

Se comprobó mediante la máquina D&V JBT-6 de prueba para alternadores el correcto ensamble de las piezas al someterlas a pruebas de sobrecarga sin presentar vibraciones anormales en el ensamble.

La máquina presenta versatilidad para funcionar con otras marcas únicamente cambiando las piezas de duralón de la misma ya que otras marcas de autos usan la misma tapa posterior del alternador.

RECOMENDACIONES

Al terminar la construcción de la estación se puede recomendar que el uso de prensa chapas ayuda a un posicionamiento previo de una manera correcta, en el caso de la tapa y el rodamiento los centraba previamente.

Previo al inicio del proceso se recomienda revisar la presión de la red de aire comprimido, esta debe encontrarse entre 0.5 y 0.7 [MPa], esto evitara volver a prensar las piezas por la falta de fuerza generada por el cilindro.

Es importante revisar que los resortes se encuentren alineados con las marcas realizadas previamente para evitar rozamientos entre las piezas en el momento del prensado.

BIBLIOGRAFÍA

- AEADE. Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 07 de mayo del 2016 <<http://www.aeade.net>>
- Alonso, J. Técnicas del automóvil equipo eléctrico. (2012) Ediciones Paraninfo.
- Análisis Del Sector Automotriz (2015), Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones del Instituto de Promoción De Exportaciones (Pro Ecuador).
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador AEADE, Anuario 2015 70 años de camino.
- Budynas, G. Diseño en ingeniería mecánica (2011), Mexico DF, Editorial McGrawHill
- CINAIE. Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana. 07 de mayo del 2016 <http://www.cinae.org.ec/>
- Criollo, D. Diagnóstico del sector automotriz (2009), Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Quito.
- Creus, A. Instrumentación Industrial (2010). México DF, Ediciones Alfaomega.
- Creus, A. Neumática e hidráulica (2011). México DF, Ediciones Alfaomega.
- Groover, M. Fundamentos de manufactura moderna (2007) Mexico DF, Editorial Mc GrawGill
- Lesson Electric, Direct Current Motors and Gearmotors(2001),U.S.A
- ISO 286-1:2010 - Geometrical product specifications (GPS) - ISO code system for tolerances on linear sizes - Part 1: Basis of tolerances, deviations and fits. 2010: International Organization for Standardization (ISO).
- Mindman, Catalogo de cilindros neumáticos de tensores ISO 6431 (2015).
- Mott, R. (2009). Resistencia de materiales. México Quinta edición .
- Mott, R. L. (2006). Diseño de elementos de máquinas. Naucalpan de Juárez, México: PEARSON. Recuperado el 25 de Febrero de 2015`
- Rodas, P. Estrategias de mercado para el crecimiento local de la empresa "Sobreruedas" para el año 2012 (Tesis para maestría), Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.
- Rodamiento de Bolas y Rodillos. (2004)., NTN, p.436.
- Santander, J. Técnico en Mecánica y electrónica Automotriz (2010), Colombia, Editorial Diseli.
- Serway, R. (2014). Física para Ciencias e Ingeniería Vol II. Cengage Learning Editores.
- Norma UNE 20460-5-523: 2004 Instalaciones eléctricas en edificios Parte5: Selección e instalación de materiales eléctricos. Seccion 523: Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.

ANEXOS

ANEXO 1

Especificaciones ajustes rodamientos NTN

● Ajuste en los Rodamientos

Tabla 7.3 Ajustes estándares para rodamientos axiales (JIS Clase 0 y 6)

Tabla 7.3 (1) Ajustes con el eje

Tipo de rodamientos	Condiciones de carga		Ajuste	Diametro del eje mm Más de incluye	Tipo de ajuste
Todos los rodamientos axiales	Carga axial centrada solamente		Ajuste en transición	Todos los tamaños	js6 o h6
Rodamientos axiales de rodillos esféricos	Carga combinada	Carga estacionaria en el anillo interior	Ajuste en transición	Todos los tamaños	js6
		Carga rotativa en el anillo interior o de dirección indeterminada	Ajuste en transición Ajuste en aprieto	— ~ 200 200 ~ 400 400 ~	k6 o js6 m6 o k6 n6 o m6

Tabla 7.3 (2) Ajustes con el alojamiento

Tipo de rodamiento	Condiciones de carga		Ajuste	Tipo de ajuste	Observaciones
Todos los rodamientos axiales	Carga axial centrada solamente		Ajuste holgado	H8	Seleccione un ajuste que permita holgura entre el anillo exterior y el alojamiento. Se requiere mayor precisión con los rodamientos axiales de bolas.
Rodamientos axiales de rodillos esféricos	Carga combinada	Carga estacionaria en el anillo interior		H7	—
		Carga indeterminada o carga rotativa en el anillo exterior	Ajuste en transición	K7 M7	Condiciones normales de operación. Para cargas radiales relativamente grandes.

Nota: todos los valores y ajustes listados en las tablas arriba son para alojamientos de hierro fundido o de acero.

Tabla 7.4 Ajustes para rodamientos de motores eléctricos

Tipo de rodamiento	Ajuste con el eje		Ajuste con el alojamiento	
	Díametro del eje mm más de	mm incluye Tipo de ajuste	Díametro interior del alojamiento	Tipo de ajuste
Rodamientos rígidos de bolas	~ 18 18 ~ 100 100 ~ 160	j5 k5 m5	Todos los tamaños	H6 o J6
Rodamientos de rodillos cilíndricos	~ 40 40 ~ 160 160 ~ 200	k5 m5 n6	Todos los tamaños	H6 o J6

(Rodamiento de Bolas y rodillos, 2004)

ANEXO 2

Informe de esfuerzo para prensado



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA



LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE ESFUERZOS Y VIBRACIONES

INFORME TÉCNICO

LAEV – NOV.16.01

Quito, 7 de noviembre de 2016

TRABAJO SOLICITADO POR: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Ing. Alexy Vinueza

ORDEN DE TRABAJO N° 0004969

Los resultados contenidos en el presente informe corresponden al ensayo realizado en muestras metálicas pertenecientes al Sr. Gary Gustavo Logacho Caicedo, para el proyecto de titulación "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENSAMBLAJE DE UN ALTERNADOR PARA AUTOS WINGLE DE GREATWALL". La muestra fue entregada en el Laboratorio de Análisis de Esfuerzos y Vibraciones de la Escuela Politécnica Nacional.

RESULTADOS

1. **MUESTRAS:** Una (1) tapa de alternador y un (1) rodamiento para ensayo de compresión (ensamble).

2. ENSAYO DE CARGA

En la tabla 1 se presentan los resultados del ensayo de compresión sometido al rodamiento y la tapa del alternador para su ensamble.

Tabla 2. Resultados del ensayo de compresión.

Carga máxima registrada		Observaciones
N	lbf	
3.757	845	El rodamiento es introducido totalmente en la tapa del alternador

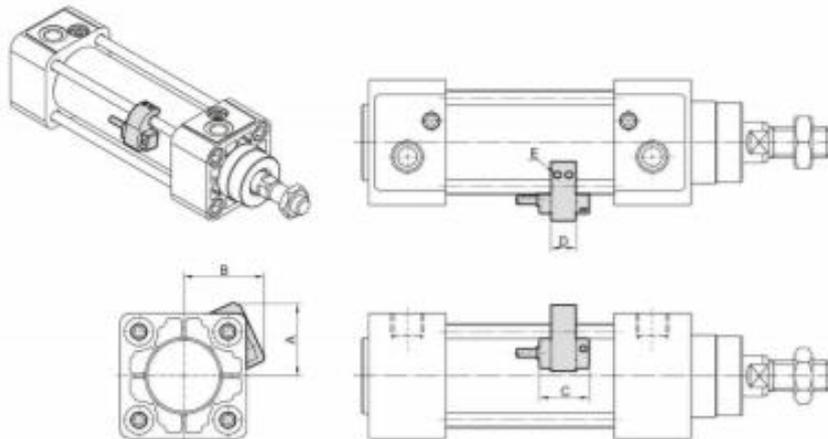
En el anexo se presentan fotografías del ensayo de compresión sometido a los elementos.

Ing. Jonathan Castro
JEFE (E) DEL LABORATORIO DE
ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y VIBRACIONES

ANEXO 3

Catalogo cilindros Mindman

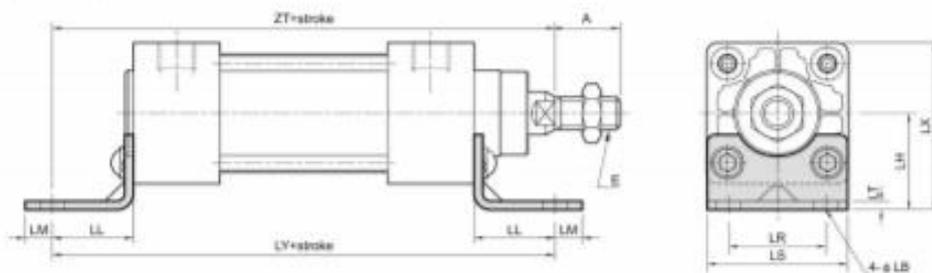
MCQV Installation of sensor switch $\phi 32\text{--}\phi 160$
 ISO-VDMA STANDARD CYLINDERS



Code Tube / Ø	Sensor switch	Hold	A	B	C	D	E
32	RCA	HV1	26.5	33.5	26	13	M4 × 10L
40	RCA	HV1	29.5	36.5	26	13	M4 × 10L
50	RCA	HV2	37.5	41.5	26	13	M4 × 10L
63	RCA	HV2	42.5	46.5	26	13	M4 × 10L
80	RCA	HV3	49.5	54.5	26	13	M5 × 16L
100	RCA	HV3	57.5	62.5	26	13	M5 × 16L
125	RCA	HV4	—	—	26	13	M4 × 10L
160	RCA	PW16	—	—	26	12	M4 × 10L

■ Mounting accessories

LB



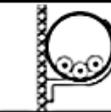
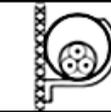
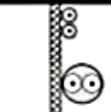
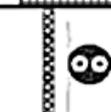
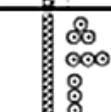
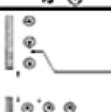
Code Tube / Ø	A	E	LB	LH	LL	LM	LR	LS	LT	LX	LY	ZT
32	22	M10 × 1.25	7	32	24	8	32	47	5	55.5	142	144
40	24	M12 × 1.25	9	36	28	10	36	53	5	62.2	161	163
50	32	M16 × 1.5	9	45	32	10	45	65	5	77.5	170	175
63	32	M16 × 1.5	9	50	32	10	50	75	5	87.5	185	190
80	40	M20 × 1.5	12	63	41	13	63	95	6	110.5	210	215
100	40	M20 × 1.5	14	71	41	13	75	115	6	128.5	220	230

(Catálogo de cilindros neumáticos de tensores ISO 6431, 2015).

Anexo 4

Tabla UNE para factor de potencia

TABLA 52-B1 (UNE 20460-5-523:2004) Métodos de instalación de referencia

Instalación de referencia		Tabla y columna				
		Intensidad admisible para los circuitos simples				
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		
		Número de conductores				
		2	3	2	3	
	Local Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla A.52-1 bis columna 4	Tabla A.52-1 bis columna 3	Tabla A.52-1 bis columna 7	Tabla A.52-1 bis columna 6
	Local Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla A.52-1 bis columna 3	Tabla A.52-1 bis columna 2	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 5
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 5	Tabla A.52-1 bis columna 10	Tabla A.52-1 bis columna 8
	Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla A.52-1 bis columna 5	Tabla A.52-1 bis columna 4	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 7
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 11	Tabla A.52-1 bis columna 9
	Cable multiconductor en conductos enterrados	D	Tabla A.52-2 bis columna 3	Tabla A.52-2 bis columna 4	Tabla A.52-2 bis columna 5	Tabla A.52-2 bis columna 6
	Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla A.52-1 bis columna 9	Tabla A.52-1 bis columna 7	Tabla A.52-1 bis columna 12	Tabla A.52-1 bis columna 10
	Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Tabla A.52-1 bis columna 10	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 13	Tabla A.52-1 bis columna 11
	Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	—	Ver UNE 20460-5-523	—	Ver UNE 20460-5-523

XLPE: Polietileno reticulado (90°C) EPR: Etileno-propileno (90°C) PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

Cobre: $\rho_{20} = 1/56 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$; Aluminio: $\rho_{20} = 1/35 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$

$$\rho = K_{\theta} \cdot \rho_{20}$$

Para el cobre y el aluminio: $\theta = 70^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,20$; $\theta = 90^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,28$

POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN KVA):

5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

FACTORES DE MAYORACIÓN K_{θ} : 1,25 para motores y 1,8 para lámparas de descarga

(UNE, 2004)

1

2

3

4

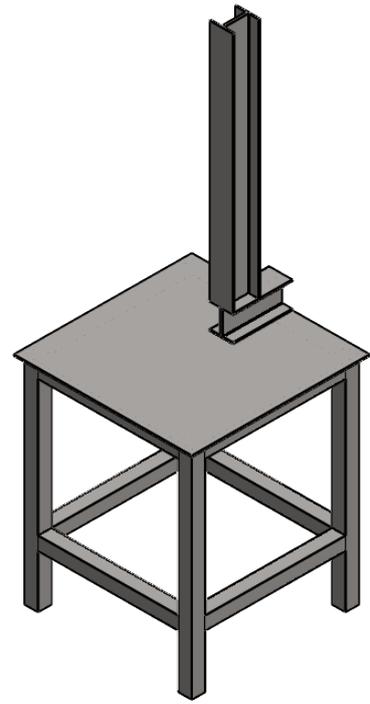
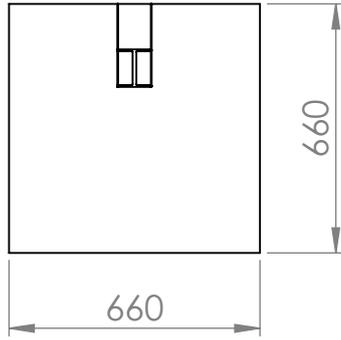
A

B

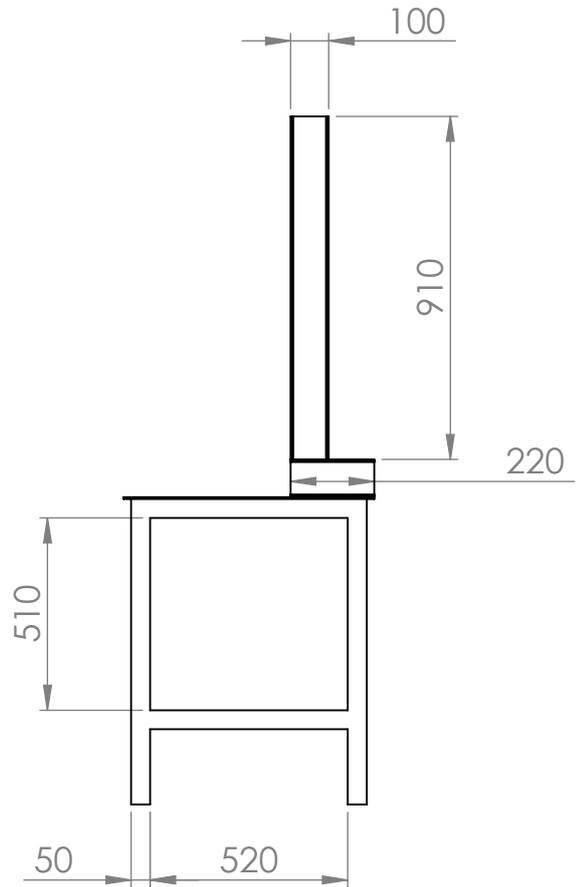
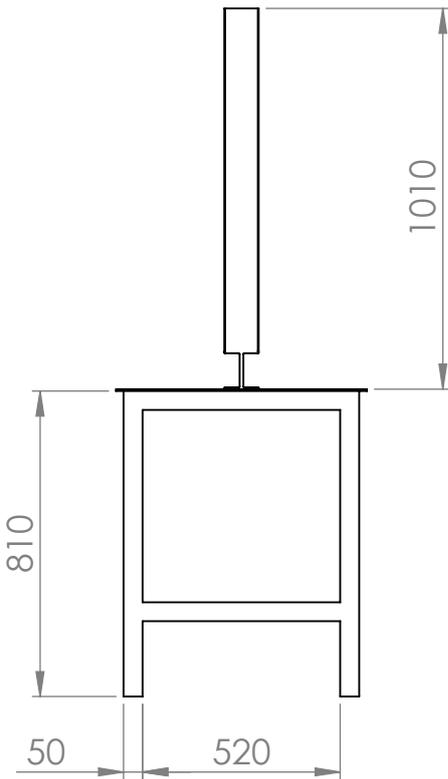
C

D

E



VISTA ISOMÉTRICA



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:		
				± 1	55692.79	AISI 1020		
				Fecha	Nombre	Bastidor		ESCALA:
				Dibujado 9/5/2017	Gary Logacho			1:20
				Revisado 9/5/2017	Ing Alexi Vinueza			
				Aprobado 9/5/2017	Ing Alexi Vinueza			
				FIRMA / EMPRESA:	DIBUJO Nº:		HOJA:	
				UTE			A4	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

1

2

3

4

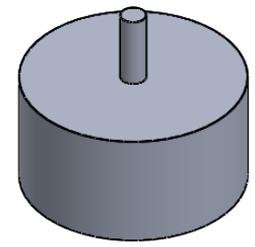
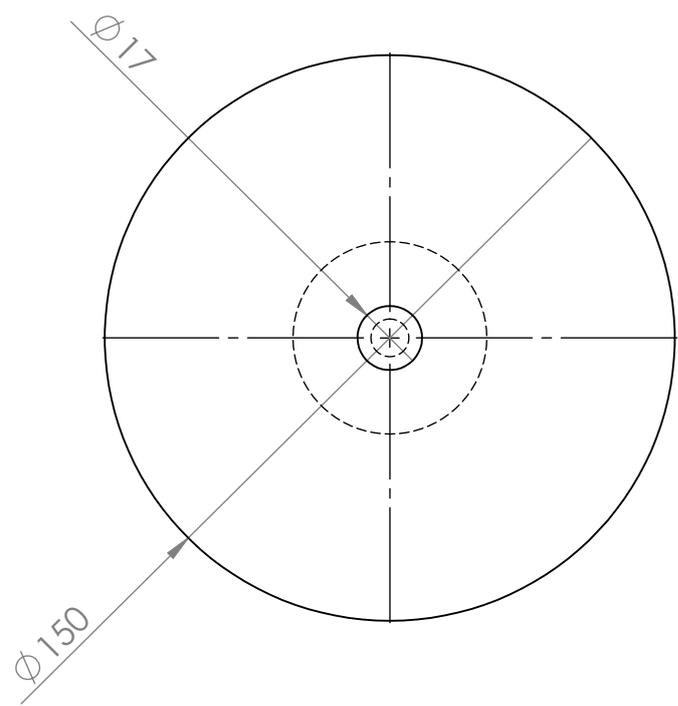
A

B

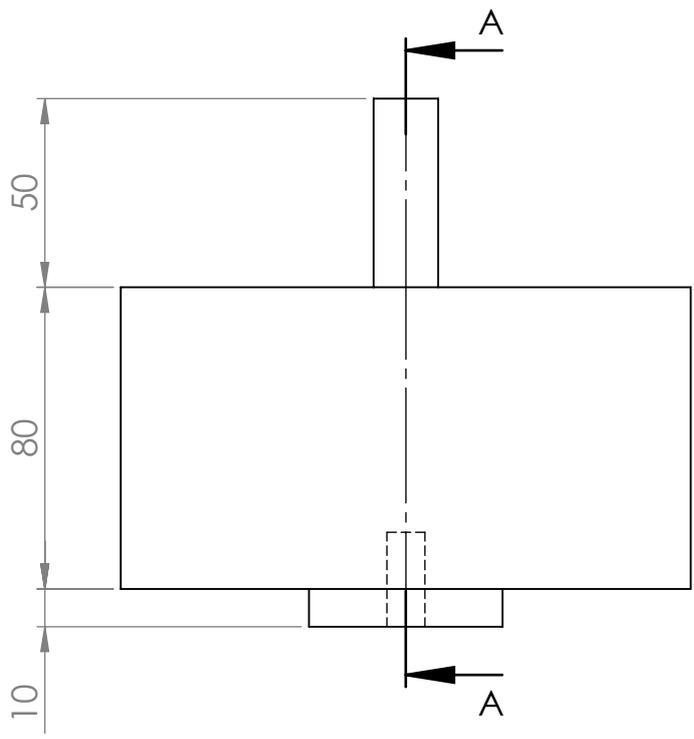
C

D

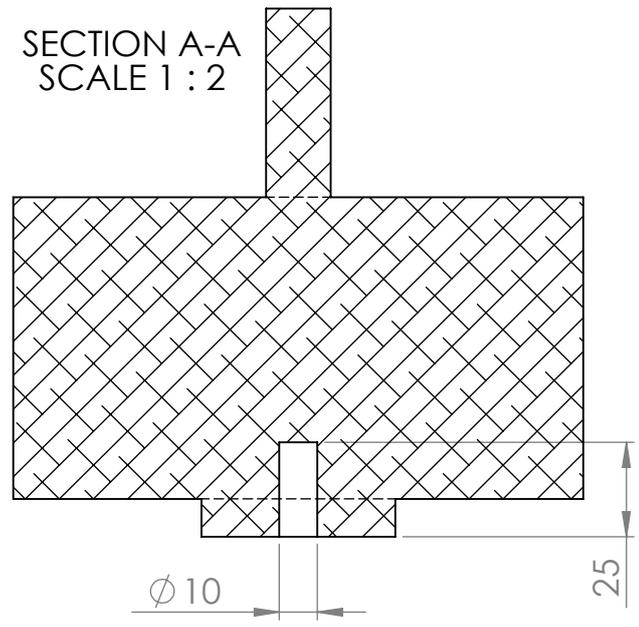
E



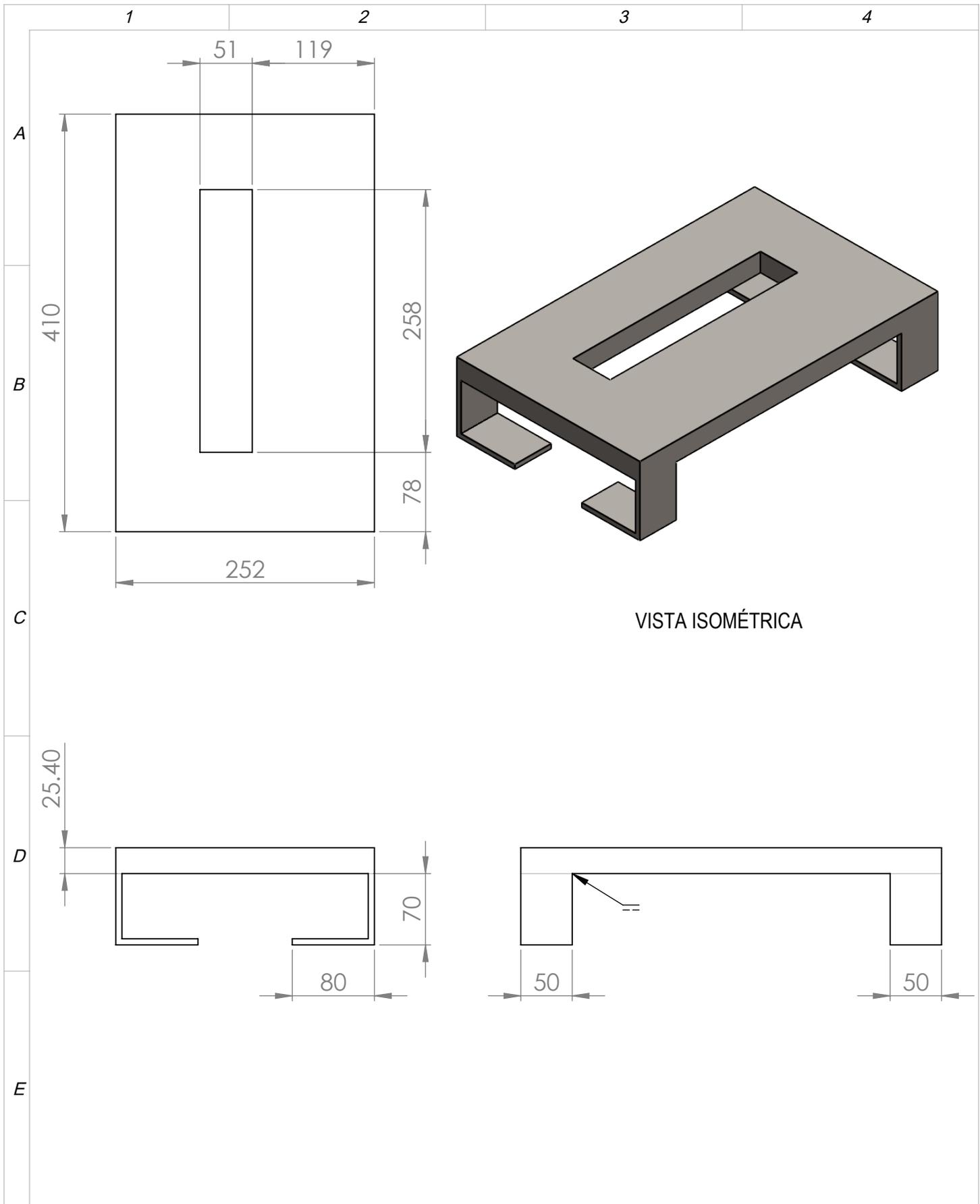
VISTA ISOMÉTRICA



SECTION A-A
SCALE 1 : 2

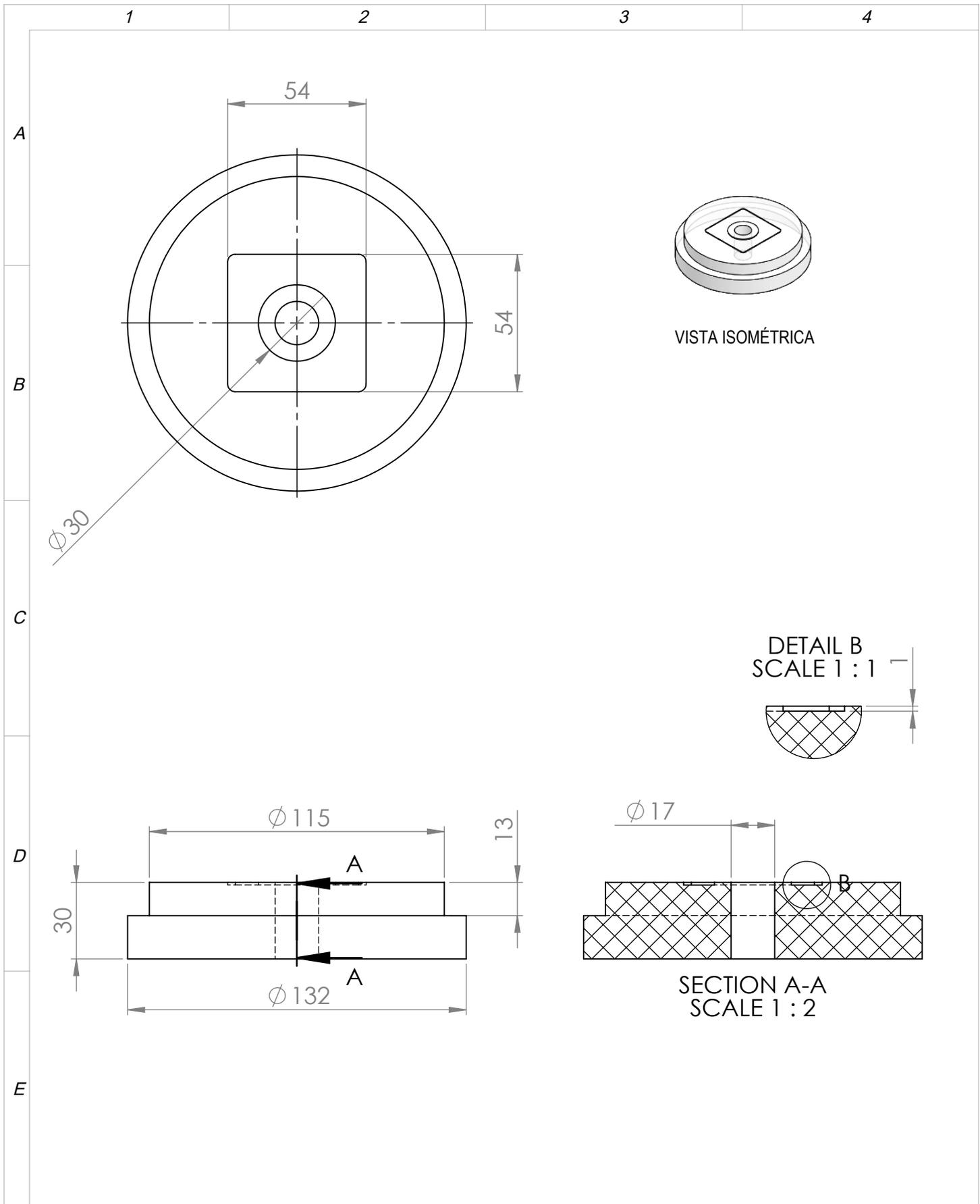


				TOLERANCIA: ± 1	PESO [Kg]: 3897.53	MATERIAL: 1345 Alloy	
					Fecha	Nombre	ESCALA:
				Dibujado	8/30/2017	Gary Logacho	1:2
				Revisado	8/30/2017	Ing Alexi Vinueza	Carro Transportador
				Aprobado	8/30/2017	Ing Alexi Vinueza	
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº:	HOJA:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				A4



VISTA ISOMÉTRICA

				TOLERANCIA: ± 1	PESO [Kg]: 19383.14	MATERIAL: AISI 1020 Steel, Cold Rolled	
						<h1>Mesa</h1>	ESCALA: 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dibujado 8/30/2017	Gary Logacho		
				Revisado 8/30/2017	Ing Alexi Vinueza		
				Aprobado 8/30/2017	Ing Alexi Vinueza		
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº:	HOJA: A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1	502.12	Nylon 6/10	
				Fecha	Nombre	Soporte inferior	
				Dibujado 8/30/2017	Gary Logacho		
				Revisado 8/30/2017	Ing Alexi Vinueza		
				Aprobado 8/30/2017	Ing Alexi Vinueza		
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	ESCALA:
				UTE			1:5
							HOJA:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				A4

1

2

3

4

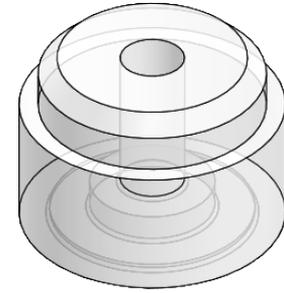
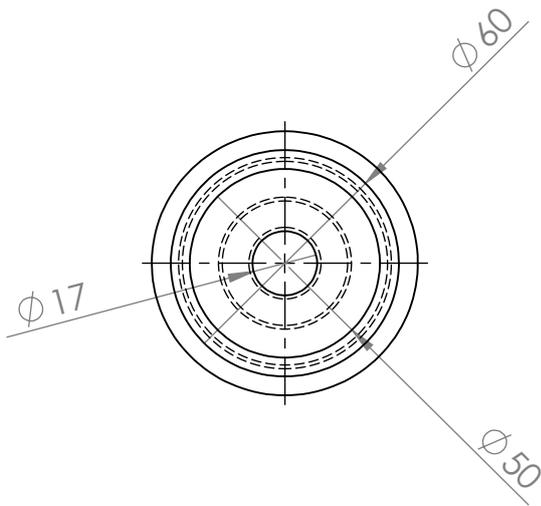
A

B

C

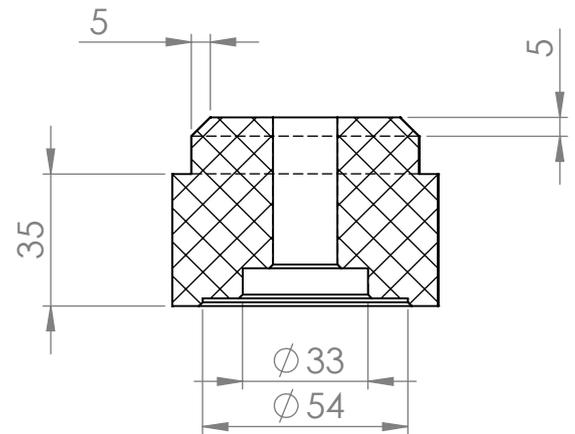
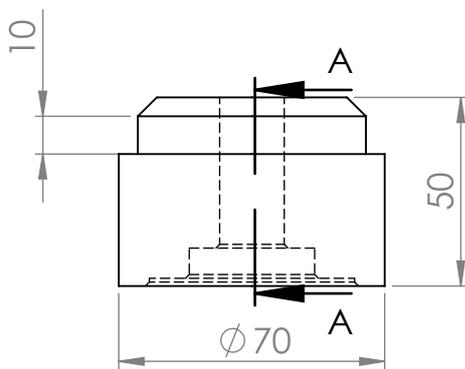
D

E



VISTA ISOMÉTRICA

SECCION A-A



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]: 215.90	MATERIAL: Nylon 6/10	
						Soporte Superior	ESCALA: 1:2
				Fecha	Nombre		
				Dibujado 8/30/2017	Gary Logacho		
				Revisado 8/30/2017	Ing Alexi Vinueza		
				Aprobado 8/30/2017	Ing Alexi Vinueza		
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº:	HOJA: A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				