



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO

AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**DISEÑO Y ENSAMBLE DE UN OPRESOR NEUMÁTICO CON
ACCIONAMIENTO ELECTRÓNICO PARA ESPIRALES DE AUTOMÓVILES
LIVIANOS**

AUTORES: BYRON DAVID IBADANGO CACHIMUEL

EDISON RICARDO VINUEZA CHICAIZA

DIRECTOR: ING. CARLOS SEGOVIA, MSC.

Ibarra, Abril 2020

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "**Diseño y ensamble de un opresor neumático con accionamiento electrónico para espirales de automóviles livianos**", presentado por los señores: **Byron David Ibadango Cachimuel** con número de cedula 1004863195 y **Édison Ricardo Vinuesa Chicaiza** con número de cedula 0401800388 , doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 10 días del mes de Mayo del 2021.

Atentamente



firmado electrónicamente por:
**CARLOS MARCELO
SEGOVIA TROYA**

Ing. Carlos Segovia MSc.
Director del trabajo de grado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CEDULA DE IDENTIDAD:	1004863195		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ibadango Cachimuel Byron David		
DIRECCIÓN:	Velasco Ibarra, Natabuela-Atuntaqui		
EMAIL:	dbibadangoc@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062951024	TELÉFONO MOVIL:	0968506346
DATOS DE CONTACTO			
CEDULA DE IDENTIDAD:	0401800388		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Vinueza Chicaiza Édison Ricardo		
DIRECCIÓN:	Ibarra- Av. 13 de Abril y Guayas		
EMAIL:	edvinuezac@utn.edu.ec		
TELÉFONO MÓVIL:	0993161622		
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	Diseño y ensamble de un opresor neumático con accionamiento electrónico para espirales de automóviles livianos		
AUTOR:	Ibadango Cachimuel Byron David y Vinueza Chicaiza Édison Ricardo		
FECHA:	10 de Mayo del 2021		
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/>	PREGRADO	<input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ		
ASESOR/DIRECTOR:	Ing. Carlos Segovia MSc		

2. CONSTANCIA

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos del autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 21 días del mes de Junio del 2021

LOS AUTORES:



Byron David Ibadango Cachimuel
CC. 1004863195



Edison Ricardo Vinuesa Chicaiza
CC. 0401800388

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación en primer lugar a Dios y la Virgen María, por sus bendiciones derramadas en mí, y a toda mi familia con salud y prosperidad, de igual manera a mis padres Marcelo Ibadango, y María Cachimuel, quienes estuvieron hasta el final enseñándome a ser disciplinado, responsable, ejemplo de superación de vida y sobre todo brindándome su ayuda económicamente para culminar mis estudios, de igual manera dedico de manera especial y con mucho amor a mi hijo Thiago Ibadango, quien fue mi mayor inspiración cuando los días se tornaban con dificultades, y se ha convertido en el mayor regalo que DIOS me brindo para superarme personalmente y por mi hijo.

DAVID IBADANGO

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mis padres: Luis Vinueza y Mariana Chicaiza quienes fueron el pilar fundamental para finalizar este logro, a mis hermanos: Andrea Vinueza y Alfredo Vinueza quienes me apoyaron cuando más lo necesitaba, a mi familia en general que siempre me recibieron con una sonrisa al momento de pedirles ayuda, a mis amigos que el apoyo moral que nunca faltó en todo el transcurso de mi carrera universitaria.

A mis maestros quienes me brindaron el conocimiento para afrontar la vida laboral, a mi Universidad Técnica del Norte quien fue mi segundo hogar y a todas las personas que me brindaron un aliento para continuar y cumplir este gran objetivo muchas gracias a todos.

EDISON VINUEZA

AGRADECIMIENTO

Agradezco desde el fondo de mi corazón a mis padres por formar parte fundamental en el transcurso de mi vida con sus enseñanzas y valores que han logrado inculcar en mí y también por ser partícipes principales para el desarrollo de este trabajo de titulación, de igual manera agradezco a mi esposa Anita Huacan, con sus palabras de aliento día tras día ha logrado moldear varios aspectos en mi vida.

Quiero extender un sincero agradecimiento a la universidad Técnica del norte, facultad de ingeniera en ciencias aplicadas y la honorable carrera de Ingeniería Automotriz por ser mi segundo hogar, lugar donde inculcaron conocimientos profesionales y forjar un carácter ético y moral.

Finalizo este agradecimiento de manera muy especial al Ing. Carlos Segovia principal colaborador de este tema de investigación, gracias a sus críticas, consejos y conocimientos adquiridos en su trayectoria de vida, cualidades que me permiten emitir que es un gran ser humano y sobre todo excelente tutor de igual manera extendiendo un agradecimiento rotundo y sincero para el Ing. Fausto Tapia e Ing. Ramiro Rosero quienes forman parte de este trabajo de titulación con sus conocimientos adquiridos a lo largo de su vida profesional, gracias a todos por su tiempo empleado para el desarrollo de este tema investigativo y agradezco infinitamente por sus conocimientos impartidos en clases, ya que tuve la dicha de conocerlos en diferentes asignaturas y hoy en día esos conocimientos impartidos por ustedes hicieron realidad este sueño.

DAVID IBADANGO

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios por ayudarme y guiarme hasta el final de este gran camino, porque hiciste realidad este gran sueño.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE por darme la oportunidad de estudiar y formarme como profesional.

A mi director de tesis Msc. Carlos Segovia por su constancia, esfuerzo y dedicación siempre estuvo guiándonos, además con su experiencia y conocimientos ha logrado que finalice esta gran etapa de mi vida.

Agradecer a todos mis maestros que con sus conocimientos y experiencia formaron una persona con grandes valores tanto profesionales como humanos que siempre estarán en mí.

Agradecer a mamá y papá, hermanos, amigos y demás familiares que estuvieron siempre pendiente de mí en los días buenos como en los malos y nunca me dejaron solo ayudándome a que todo salga bien en toda mi etapa universitaria gracias a todos por estar a mi lado.

EDISON VINUEZA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	XVII
ABSTRACT	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX
CAPITULO I	1
1. REVISIÓN BIBLOGRÁFICA	1
1.1 Objetivos	1
1.1.1 Objetivo general	1
1.1.2 Objetivos específicos	1
1.2 Justificación	1
1.3 Alcance	2
1.4 Antecedentes	3
1.5 Planteamiento del problema	4
1.6 Neumática	5
1.6.1 Aire comprimido	6
1.7 Componentes de un sistema neumático	6
1.7.1 Actuadores neumáticos	7
1.7.2 Válvulas	8
1.8 Criterio de selección de cilindros neumáticos	9
1.8.1 Cálculo de la fuerza	10
1.8.2 Consumo de aire	10
1.8.3 Caudal de aire	11
1.9 Panel de control	12
1.9.1 Controlador lógico programable	12

1.9.2 Software y lenguaje de programación	13
1.10 Sistema de suspensión	13
1.10.1 Suspensión independiente	14
1.10.3 Partes de suspensión	15
1.11 Prensas	16
1.11.1 Prensas neumáticas	16
CAPITULO II	17
2. MATERIALES Y MÉTODOS	17
2.1 Clasificación vehicular según normativa inen	17
2.2 Cálculos matemáticos	18
2.2.1 Calculo de la fuerza necesaria para comprimir el resorte	18
2.2.2 Dimensionamiento del cilindro neumático	22
2.2.3 Calculo de la fuerza real de retroceso	23
2.2.4 Calculo del consumo de aire	24
2.2.5 Cálculo del caudal de aire	24
2.3 Diseño del circuito neumático	25
2.4 Diseño del opresor neumático	26
2.4.1 Parámetros de selección	27
2.4.2 Alternativas de diseño del opresor	28
2.4.3 Selección de la alternativa de diseño	32
2.4.4 Selección de materiales mecánicos de la estructura	33
2.4.5 Diseño de modelado cad	34
2.4.6 Análisis estructural mediante programa cae	35
2.5 Diseño electrónico	39
2.5.1 Control del opresor neumático	40
2.5.2 Lenguaje de programación plc	41
CAPITULO III	42
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42

3.1 Descripción general del opresor neumático	42
3.2 Resultados de la simulación cae	43
3.3 Construcción de la estructura	45
3.4 Ensamble del circuito electrónico	50
3.4.1 conexión del circuito electrónico	57
3.5 Ensamble del circuito neumático	58
3.5.1 conexión del circuito neumático	59
3.6 Ensamble de los componentes, estructurales neumáticos y electrónicos	61
3.7 Protocolo de pruebas	61
3.7.1 Características del opresor neumático	62
3.7.2 Equipo de medición	62
3.7.3 Requisitos para el funcionamiento del opresor	62
3.7.3 Conjunto resorte / amortiguador (desmontaje)	63
3.7.4 Ubicación del resorte en el opresor	68
3.8 Prueba de funcionamiento sin carga	69
3.9 Prueba de funcionamiento con carga	71
3.10 Análisis de resultados obtenidos	78
3.11 Análisis económico del proyecto	79
3.11.1 Costos directos	79
3.11.2 Costos indirectos	81
3.11.3 Costo total	81
CAPITULO IV	83
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
4.1 Conclusiones	83
4.2 Recomendaciones	85
BIBLIOGRAFÍA	86
ANEXOS	112

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA NÚM.	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
2.1	Clasificación vehicular según la normativa NTE INEN 2656	17
2.2	Fuerza aplicada para comprimir el resorte del vehículo Chevrolet LUV DMAX	19
2.3	Fuerza para comprimir el espiral más un coeficiente de seguridad	21
2.4	Datos técnicos del compresor de aire	22
2.5	Cuadro de selección de la alternativa por el método de criterio ponderado	32
2.6	Materiales seleccionados para la estructura	33
3.1	Resultados de la simulación CAE de la estructura	44
3.2	Procesos de fabricación para elementos estructurales	45
3.3	Proceso para el desmontaje del conjunto de suspensión amortiguador resorte	64
3.4	Datos obtenidos sin carga	70
3.5	Resultados obtenidos del resorte del vehículo Suzuki uno del año 1990	72
3.6	Resultados obtenidos del resorte Chevrolet corsa evolución 2004	74
3.7	Resultados obtenidos Chevrolet luv dmax 4x4 2009	75
3.8	Resultados obtenidos del resorte FORD F350 1985	77
3.9	Costo de material para la construcción del opresor neumático	80
3.10	Costos Indirectos del Proyecto	81
3.11	Comparación de herramientas para comprimir espirales	82

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA NÚM.	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
1.1	Actuadores Neumáticos	5
1.2	Componentes de un sistema neumático	6
1.3	Cilindro Doble Efecto	8
1.4	Representación gráfica de una válvula	9
1.5	Controlador Lógico Programable	12
1.6	Suspensión Independiente	14
1.7	Suspensión McPherson	14
2.1	Diagrama fuerza – deformación de la fuerza aplicada al resorte	20
2.2	Diagrama del circuito neumático realizado en FESTO Fluid Sim	26
2.3	Prensa de espirales de columna simple	28
2.4	Prensa Neumática para resortes de doble columna	29
2.5	Prensa hidráulica de doble columna para espirales de vehículos	30
2.6	Prensa Hidráulica de columna simple para espirales de vehículos	31
2.7	Diagrama de flujo de diseño del opresor	34
2.8	Vista isométrica del opresor neumático	35
2.9	Entorno grafico del software SOLIDWORKS	36
2.10	Simulación de cargas mediante software CAE	38
2.11	Diseño del panel de control del opresor neumático	39
2.12	Diagrama de flujo del panel de control	40
2.13	Comandos de programación PLC	41
3.1	Tubo rectangular para la construcción	46
3.2	Fabricación de bocines de bisagras	47
3.3	Nivelación de la estructura del elevador	47
3.4	Soporte superior	48
3.5	Corte del tubo para la rejilla	49
3.6	Controlador lógico LOGO 230 RC	50
3.7	Código principal de control	51
3.8	Funcionamiento, circuito selector encender/apagar	52
3.9	Diagrama, circuito pulsador SUBIR	53
3.10	Diagrama, circuito pulsador BAJAR	54

3.11	Diagrama, circuito pulsador COMPRIMIR	55
3.12	Diagrama, circuito pulsador EMERGENCIA	56
3.13	Ensamble circuito electrónico	57
3.14	Circuito electro neumático activación bobina SUBE	58
3.15	Circuito electro neumático activación bobina BAJAR	59
3.16	Conexión física del circuito electro neumático	60
3.17	Ensamble final del opresor neumático	61
3.18	Diagrama de flujo para el cambio del sistema de suspensión delantero	63
3.19	Ubicación del resorte en el opresor neumático	68
3.20	Diagrama de flujo del funcionamiento del opresor	69
3.21	Deformación resorte Suzuki uno 1990	72
3.22	Deformación resorte Chevrolet corsa evolución 2004	74
3.23	Deformación resorte Chevrolet luv dmax 4x4 2009	76
3.24	Deformación del resorte FORD F350 1985	77

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN NÚM.		PÁGINA
1.1	Fuerza efectiva de avance en cilindros doble efecto	10
1.2	Fuerza de retroceso de cilindros doble efecto	10
1.3	Calculo del volumen de aire por ciclo completo	11
1.4	Calculo caudal de aire por ciclo completo en cilindros doble efecto	11
1.6	Fuerza máxima de compresión del vástago del cilindro	16
1.8	La constante de rigidez de un muelle de compresión	17
1.9	Constante de Wahl	17
2.1	Pendiente de una recta	27
2.2	Constante del resorte	27
2.3	Diámetro del cilindro neumático	29
2.4	Calculo fuerza real de retroceso	30
2.5	Calculo consumo de aire	31
2.6	Calculo caudal de aire	31
2.7	Costo total	82

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO NÚM	PÁGINA
1. Plano estructural principal del opresor neumático	113
2. Análisis estructural CAE en Solid Works	115
3. Circuito electrónico	121
4. Circuito neumático	124
5. Propiedades mecánicas acero ASTM a36	125
6. Modulo electronico plc logo 230 RC	126
7. Tablas técnica para seleccionar cilindros neumáticos	128
8. Ficha técnica cilindro neumático deam	130
9. Prensa universal para comprimir resortes (ensayos)	131
10. Construcción del opresor neumático	131

RESUMEN

El objetivo del estudio realizado fue diseñar y ensamblar un opresor neumático con accionamiento electrónico para espirales de automóviles livianos y evaluación e implementación en el taller automotriz de la Universidad Técnica del Norte campus Colegio Universitario UTN. En base al estudio realizado se consideró necesario la implementación esta herramienta neumática en el taller mencionado con la finalidad de proporcionar herramientas educativas para los estudiantes de la carrera Ingeniería Automotriz. Para obtener datos técnicos relacionados a la fuerza necesaria para comprimir el resorte de la camioneta *Chevrolet luv dmax 4x4 del año 2009* se realizó por el método experimental, con ayuda de una prensa universal hidráulica la fuerza promedio obtenida fue 782 kgf a esta fuerza se aplicó el 30% mas según el autor Moreno que pregona lo siguiente: para obtener un mejor rendimiento del opresor neumático y un factor de seguridad optimo, a la fuerza encontrada asignar un porcentaje de 10 a 30 % más del total encontrado, con el fin de cumplir los requerimientos de la investigación. En relación a lo mencionado los resortes del sistema de suspensión delantera para cada vehículo liviano presentan diferentes características de fabricación, considerando la normativa NTE INEN 2656, la clasificación M1 al ser vehículos tipo sedán la fuerza necesaria para comprimir el resorte es un 45 % menos que un vehículo tipo N1 ya que esta clasificación se encuentran camionetas doble cabina y las características del resorte presentan mayor dureza y la fuerza que se necesita total es de 945kgf asignando el 30% más, fuerza obtenida por medio de pruebas experimentales y fórmulas matemáticas.

ABSTRACT

The objective of the study carried out was to design and assemble a pneumatic oppressor with electronic drive for light automobile spirals and evaluation and implementation in the automotive workshop of the Universidad Técnica del Norte campus Colegio Universitario UTN. Based on the study carried out, it was considered necessary to implement this pneumatic tool in the aforementioned workshop in order to provide educational tools for students of the Automotive Engineering career. To obtain technical data related to the force necessary to compress the spring of the 2009 *Chevrolet luv dmax 4x4* truck, it was carried out by the experimental method, with the help of a universal hydraulic press, the average force obtained was 782 kgf at this force, the 30% more according to the author Moreno who proclaims the following: to obtain a better performance of the pneumatic oppressor and an optimal safety factor, assign a percentage of 10 to 30% more than the total found to the force found, in order to comply with the research requirements. In relation to the aforementioned, the springs of the front suspension system for each light vehicle have different manufacturing characteristics, considering the NTE INEN 2656 standard, the M1 classification, being sedan-type vehicles, the force necessary to compress the spring is 45% less than a vehicle type N1 since this classification is double cabin vans and the characteristics of the spring present greater hardness and the total force required is 945kgf assigning 30% more, force obtained through experimental tests and mathematical formulas.

INTRODUCCIÓN

El sistema de amortiguación del vehículo está sometido a diferentes cargas irregulares lo que genera fricciones, fatiga, etc. Por lo general estas cargas se producen por el mal estado de las vías, el conjunto de suspensión tiene la función de absorber los movimientos irregulares, brindar confort y seguridad al conducir, cuando se realiza un mantenimiento o cambio de amortiguador es necesario tener una herramienta que permita comprimir el espiral, al utilizar herramientas inadecuadas conlleva a tener riesgos laborales. En el presente trabajo de investigación se propone la automatización de una herramienta neumática que facilite comprimir el resorte, el mando electrónico LOGO 230 RC permite controlar diferentes funciones y resguardar la integridad física del operador utilizando funciones de emergencia. La utilización e integración de mandos electrónicos y electroneumáticos en herramientas destinadas al campo automotriz para el mantenimiento del vehículo genera diferentes ventajas entre las cuales podemos describir las más importantes, seguridad y tiempo de ejecución.

La constante investigación y desarrollo de los sistemas de automatización adaptables a procesos industriales resolviendo métodos más complejos y con un coste de implantación cada vez más bajo, hace que el sector industrial suba en la tendencia de implantar sistemas automatizados (Delgado, 2019, pág. 1).

Por lo tanto, en base a lo mencionado se ha tomado como tema de investigación, el diseño y ensamble de un opresor neumático con accionamiento electrónico para espirales de vehículos livianos menor a 3.5 toneladas (PBV), considerando la normativa de clasificación de vehículos vigente en Ecuador NTE INEN 2656. Esta herramienta automatizada permite al operario automotriz realizar el trabajo de cambio de amortiguador de manera segura y sobre todo reduciendo el tiempo de ejecución en un 30%.

CAPITULO I

1. REVISIÓN BIBLOGRÁFICA

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y ensamblar un opresor neumático con accionamiento electrónico para espirales de automóviles livianos.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la fuerza necesaria para la compresión del espiral mediante cálculos matemáticos.
- Diseñar y simular los componentes del opresor neumático mediante software de diseño.
- Seleccionar el módulo de controlador lógico programable.
- Ensamblar la prensa neumática de acuerdo al diseño seleccionado.
- Evaluar e implementar el opresor neumático con accionamiento PLC.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La neumática es una técnica cuya aplicación reduce costos de operación y aumenta la productividad de la planta, utilizar aire comprimido en herramientas automotrices para realizar una actividad es la alternativa de mejor viabilidad para llevar a los talleres automotrices a un trabajo optimo y seguro, ya que el aire comprimido es más seguro que otro fluido y además sus componentes tienen coste menor, y tiene mejor facilidad de diseño e instalación cumpliendo los trabajos requeridos por el operario (Guillermo, 2003, pág. 63).

En los talleres automotrices tienen incorporado al menos una línea neumática para pistolas neumáticas, pulverizadores, destornilladores pero no cuenta con herramientas destinadas para la compresión de los espirales con accionamiento neumático y electrónico esto se realiza con el objetivo de optimizar el trabajo de la extracción del amortiguador, se plantea

esta investigación para contribuir con el desarrollo industrial nacional, así como también permite al usuario analizar el funcionamiento de la máquina y generalizar una idea de la globalización de herramientas neumáticas en talleres automotrices.

Según el Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador 2017-202 en el Objetivo 5 dice: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria, con la política 5.3 da a conocer: Fomentar el desarrollo industrial nacional mejorando los encadenamientos productivos con participación de todos los actores de la economía (Senplades, 2017, pág. 80-83). A través de este eje de desarrollo de la producción industrial nacional, permite desarrollar máquinas nacionales con diseños obtenidos de una investigación, lo que permite aportar y mejorar las operaciones de mantenimiento en talleres automotrices.

1.3 ALCANCE

Para la presente investigación se realizará el diseño y ensamble de un opresor neumático con accionamiento electrónico para el cambio de amortiguadores con espirales para automóviles livianos para el taller de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

El diseño será realizado mediante el software SOLID WORKS, así como también determinar los esfuerzos del bastidor a través del mismo software ya que es una máquina que posee un bastidor sometido a cargas externas. Los componentes neumáticos están determinados mediante cálculos matemáticos y a través del programa FluidSim Neumática permite una simulación del circuito y además brinda una aproximación para seleccionar los componentes de catálogos para la adquisición para realizar el ensamble del opresor de espirales, a excepción del circuito neumático ya que se cuenta con este sistema instalado en el taller automotriz del colegio Universitario de la Universidad Técnica del Norte, el opresor neumático lleva una unidad PLC para su programación se utilizara un software libre LOGO Soft Comfort con funciones programables gráficas ideal para esta investigación, con la utilización de software permite cumplir con todos los objetivos propuestos en el tiempo establecido.

1.4 ANTECEDENTES

Las máquinas fueron diseñadas para reducir el esfuerzo físico del humano, debido a que estas máquinas son accionadas por diferentes fuentes de energía, entre las maquinas comunes podemos destacar: máquinas manuales, neumáticas, hidráulicas. La importancia de una máquina como herramienta en el campo laboral se debe a la carencia lo que obliga a construir o ensamblar una herramienta con un modelo de componentes que intervengan en el diseño de construcción.

El tema de automatización nos dará una visión mucho más amplia de lo que puede ayudar a una empresa para reducir la mano de obra, la automatización en el campo automotriz ha conllevado a tener mejores resultados mejorando la calidad, ya que son dispositivos eficientes lo que conlleva a mayor precisión para los determinados procesos al realizar el mismo trabajo (Vargas, 2012, pág. 15).

El aire comprimido es una técnica utilizada desde hace mucho tiempo atrás como energía ya que es un fluido compresible lo cual permite llevar a cabo una actividad que involucre presión- movimiento. La neumática es un conjunto de elementos que involucra un gas para transmitir fuerza, este gas puede ser aire o nitrógeno, un sistema neumático emplea los principales componentes: compresor, válvulas, tuberías de conducción del fluido, sistema de control, filtros, entre los elementos fundamentales (Vega, 2010, pág.24).

El sistema de control de seguridad es una medida que se debe tener presente en sistemas neumáticos ya que el trabajo generado por la máquina es a través de presión lo que sería peligroso para la integridad física del operario, en caso de una fuga de aire, daño en los mandos de control y elementos en mal estado, una unidad de control permite un desarrollo más eficaz del sistema permitiendo al operario realizar la actividad de manera segura (Logreira, & Zamora, 2015, pág.112).

El vehículo incorpora diferentes tipos de sistemas entre los cuales se encuentra el sistema de amortiguación que brinda confort, estabilidad para el ocupante del vehículo ya que un sistema de suspensión inestable llevaría a accidentes de tránsito. El sistema de suspensión del automóvil su función principal es una mejor maniobrabilidad, estabilidad y confort en la conducción, los sistemas de suspensión se constituyen mediante pasiva o activa (Ezeta & Cerezo, 2013, pág.1).

La suspensión pasiva su funcionamiento se basa principalmente en resortes que son los que absorben la energía producto de una anomalía del camino y esta energía es disipada por medio de los amortiguadores. La suspensión activa es comandada mediante electrónica ya que incorpora para su funcionamiento sensores y para la liberación de energía actuadores.

Los espirales son un elemento que conforma el sistema de suspensión, que permiten un mayor control de oscilaciones, un espiral es un alambre grueso enrollado en forma de cilindro, las separaciones de espiras no deben estar en contacto ya que perderá su función de absorber la energía producida por las vibraciones del contacto del neumático con el suelo.

Sin duda alguna, uno de los fenómenos del movimiento por lo general en nuestro entorno consiste en la acción oscilatoria o de vibración, la acción de una compresión del resorte y la liberación de esta energía es a mediante la utilización de un amortiguador que permite el contacto constante de la rueda con la calzada (Urueña & Quintero, 2009, pág. 221).

1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sistema de amortiguación está sometido a cargas anormales lo que genera fricciones esto se debe generalmente al mal estado de las vías, el conjunto de amortiguamiento tiene como función absorber los movimientos irregulares producidos por los elementos de la suspensión y brindar mejor comodidad al conducir, cuando se realiza un mantenimiento o cambio de amortiguador es necesario tener una herramienta que permita la compresión del espiral, al realizar este trabajo conlleva a tener riesgos al comprimir un espiral utilizando una herramienta inadecuada para este tipo de trabajo.

El mayor número de herramientas para realizar el desmontaje del amortiguador son manuales, esto conlleva a un problema por la variedad de espirales de acuerdo a diferentes tipos de vehículo, el cual en algunos casos es necesario aplicar una gran fuerza para comprimirlos y el operador tiene que aplicar métodos tradicionales, poco técnicos o herramientas que no están destinadas para este trabajo.

En la actualidad se presenta en talleres o concesionarios de mantenimiento automotriz, al momento de realizar una práctica de cambio o extracción del amortiguador el operador utiliza instrumentos manuales para este tipo de trabajo, el mal uso de estas herramientas

conllea al resorte se descomprima inesperadamente y de manera repentina salga expulsado, causando daños al operador.

1.6 NEUMÁTICA

La neumática es la utilización de un gas por lo general aire para la transmisión de energía para generar movimiento de trabajo en un mecanismo producto del incremento de la presión del aire sobre los componentes del circuito neumático, el fluido principal que emplea la neumática es el aire que se encuentra sobre una presión determinada que circula por diferentes elementos neumáticos (cañerías, válvulas, cilindros neumáticos, etc.) para realizar un trabajo final (Soneira, 2017, pág. 1).

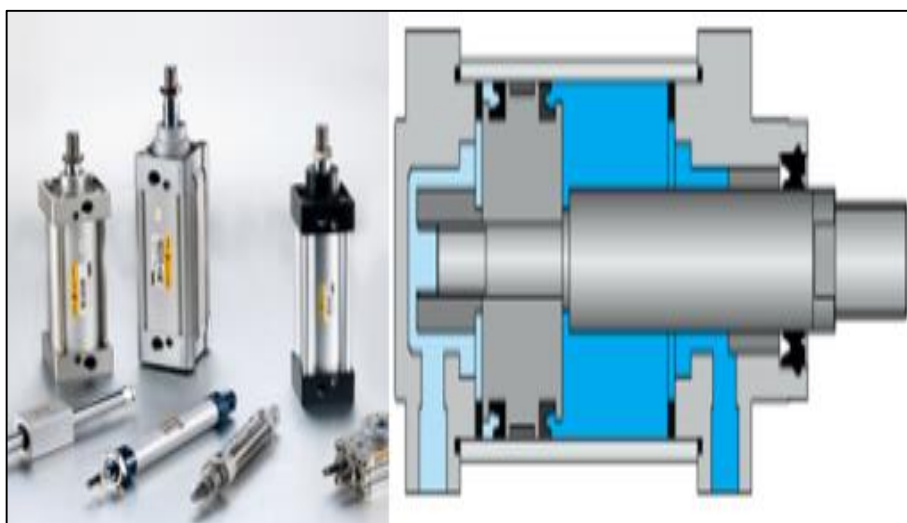


Figura 1.1 Actuadores Neumáticos

Fuente: (Zamora, 2013, pág. 28)

En la Figura 1.1 indica los diferentes actuadores neumáticos (cilindros doble efecto, simple efecto) , en la parte derecha de la figura indica, cuando el aire entra en el cilindro, el aire en expansión hace moverse el pistón hacia arriba o hacia abajo, dependiendo del puerto de aire a través del que pase el aire. en esta investigación se utilizara un cilindro neumático de doble efecto con el objetivo de poder controlar la salida y entrada del vástago mediante la utilización de controles electrónicos. Mediante un fluido, ya sea aire comprimido o hidráulico hoy en día es utilizado para accionar un motor en movimiento giratorio de igual forma se puede activar un cilindro obteniendo un movimiento rectilíneo, la neumática en la actualidad ha tomado gran terreno en la industria por su coste, eficiencia y mantenimiento.

1.6.1 AIRE COMPRIMIDO

El aire comprimido es la aplicación técnica que hace uso del aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor, que aspira aire a la presión atmosférica y lo comprime a una presión más elevada, generar energía a partir de un recurso natural como el aire a presión, el cual es comprimido a 6 bares, facilita en gran porcentaje el trabajo en las industrias (Ordóñez & Cifuentes, 2016, pág. 2).

1.7 COMPONENTES DE UN SISTEMA NEUMÁTICO

Un sistema neumático es un grupo de elementos que se encuentran lógicamente conectados entre sí para un correcto funcionamiento, una red neumática está dividida en dos grupos el sistema de generación y el sistema de utilización, donde el sistema de generación es el encargado de suministrar aire presurizado, así como también el tratamiento del aire, el sistema de utilización transforma el aire comprimido en trabajo mediante los diferentes actuadores instalados.

- Abastecimiento de energía
- Elementos de entrada
- Elementos de procesamiento
- Actuadores

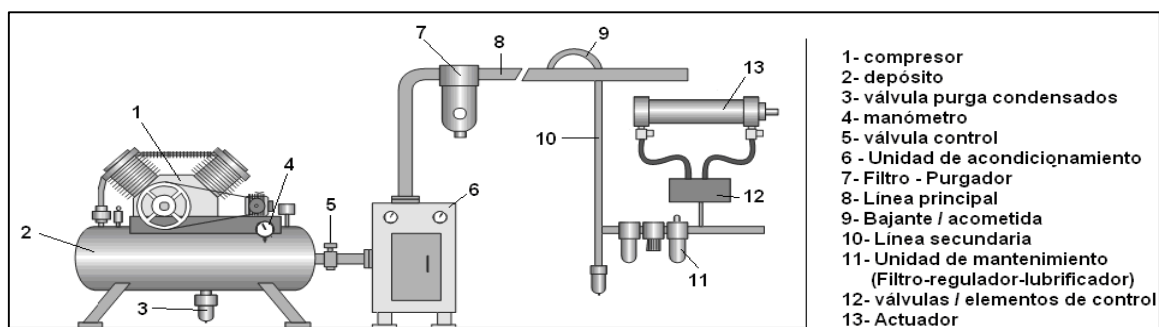


Figura 1.2 Componentes de un sistema neumático

Fuente: (Buenache, 2010, pág. 32)

En la Figura 1.2 menciona que para la generación de aire comprimido, un circuito está compuesto básicamente de los siguientes elementos neumáticos, siendo el compresor el principal dispositivo para generar aire a una determinada presión dependiendo del sistema instalado.

1.7.1 ACTUADORES NEUMÁTICOS

Son dispositivos que transforman la energía del aire comprimido a energía mecánica o trabajo. Un actuador genera una fuerza a partir del aire comprimido que recibe cumpliendo un determinado trabajo (Buenache, 2010, pág. 47).

Un actuador neumático en una instalación debe proporcionar lo siguiente.

- Su diámetro y longitud debe estar dimensionado acorde a la presión de trabajo.
- El coeficiente de rozamiento debe ser bajo.
- Debe ser de fácil instalación.
- que permite la utilización con o sin lubricación.
- Debe ser resistente a los diferentes esfuerzos de trabajo.

1.7.1.1 Tipos de cilindros neumáticos

Los cilindros neumáticos son elementos mecánicos, está integrado por un pistón, su funcionamiento es generado por aire comprimido, es decir transformar energía potencial en energía cinética.

- Cilindro de simple efecto

Es un cilindro cerrado por los extremos con tapas y la zona central encontramos un vástago, embolo y un muelle, se denomina de simple efecto porque cumple una sola función es decir un solo trabajo en una dirección, este trabajo se produce por la acción del vástago, y para el retorno se realiza mediante un muelle recuperador que atrae y pone en el punto inicial al vástago (Gavilanes, 2011, pág. 19).

- Cilindro doble efecto

Los componentes principales son los mismos pero este tipo de cilindros no tiene resorte, por lo que, el trabajo que realiza el embolo de entrada y salida es controlado por el aire comprimido que ingresa en sus cámaras, es decir el avance y retroceso del embolo es controlado por el aire comprimido generando doble trabajo controlado. La fuerza de entrada para efectuar el trabajo de avance depende de la presión con la que llegue el aire comprimido

y la carga a mover, existen cilindros que mantienen la lubricación internamente (Gavilanes, 2011, pág. 20).

El campo de aplicación para este tipo de cilindros es mayor en comparación con los de simple efecto, debido a que estos cilindros se puede controlar los dos trabajos que realiza, y su control es sencillo, lo que permite tener un mejor desempeño de las maquinas neumáticas. Por la fuerza ejercida se dispone de una fuerza útil.

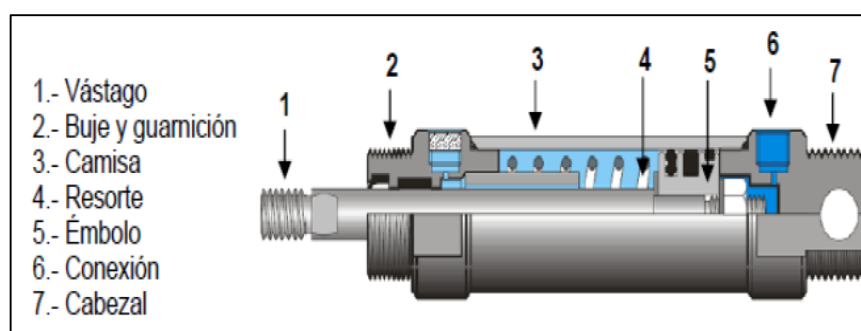


Figura 1.3 Cilindro Doble Efecto

Fuente:(Gavilanes, 2011, pág 22)

En la Figura 1.3 indica los principales elementos que conforman el cilindro neumático de doble efecto, el campo de aplicación para este tipo de cilindros es mayor en comparación con los de simple efecto, debido a que estos cilindros se puede controlar los dos trabajos que realiza, y su control es sencillo, lo que permite tener un mejor desempeño de las maquinas neumáticas.

1.7.2 VÁLVULAS

Para controlar y accionar los diferentes actuadores del circuito neumático es necesario la aplicación de válvulas, ya que nos permite tener un mejor control del paso de aire comprimido, permitiendo aplicar la presión de trabajo necesaria al actuador. Es decir, un dispositivo manual, mecánico, eléctrico o electrónico que permite controlar, regular la presión y caudal de aire presurizado en una dirección.

Las principales funciones que desempeña una válvula según (Tobon, 2015, pág. 1) son:

- Activar y regula el aire comprimido del circuito neumático.
- Regula la presión.

- Regula el caudal.
- Suministra aire comprimido en una dirección establecida.

Según la normativa ISO 1219 1 Y 1219 2, una válvula está representada gráficamente de la siguiente manera.

Encontramos válvulas 5/3, 5/2, 4/3, etc. esto quiere decir;

- El primer número significa el número de vías que tiene la válvula.
- El segundo número significa la posición de la válvula.

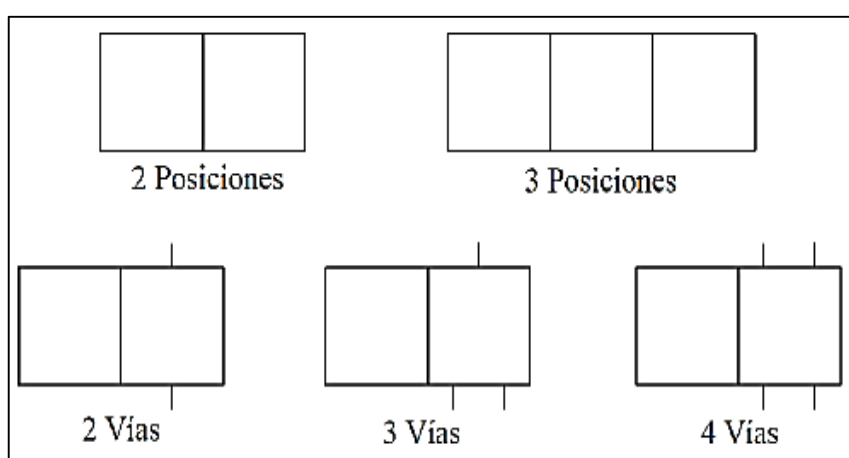


Figura 1.4 Representación gráfica de una válvula

Fuente: (Academia, 2012, pág.1)

En la anterior Figura 1.4 indica la denominación gráfica del tipo de válvulas más comunes que se encuentra en el mercado, esta representación se encuentra estandarizada por normativas internacionales, la aplicación del número de vías y posiciones depende del circuito que se va a realizar.

1.8 CRITERIO DE SELECCIÓN DE CILINDROS NEUMÁTICOS

Es fundamental dimensionar el cilindro neumático que se va a utilizar en un circuito, ya que se determina la fuerza necesaria para realizar un trabajo, este dimensionamiento se lo realiza calculando el diámetro exterior, caudal de aire, etc. En los catálogos se encuentran normalizados diferentes tipos de cilindros, estos cilindros son seleccionados de acuerdo con la fuerza que se necesita para realizar un determinado trabajo. Se debe tener en cuenta la presión de aire existente, rendimiento y todas las pérdidas que puede existentes.

1.8.1 CÁLCULO DE LA FUERZA

Para determinar la fuerza real de avance y retroceso del cilindro se toma en cuenta el rendimiento del cilindro y se aplica la siguiente formula (Serrano, 2009, pág. 94).

- Fuerza efectiva de avance de cilindros doble efecto

$$F_a = \frac{\pi D^2}{4} \cdot p \cdot R \quad [1.1]$$

Donde:

F_a= Fuerza efectiva de avance (N)

D= Diámetro del cilindro (cm)

p = Presión del aire (bar)

R = Rendimiento del cilindro

- Fuerza de retroceso de cilindros doble efecto

$$F_r = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot R \quad [1.2]$$

Donde:

F_r = Fuerza de retroceso (N)

d = Diámetro del vástago (cm)

Para seleccionar el rendimiento del cilindro se lo realiza por el diseño y fabricante que se encuentran en las Tablas de cilindros neumáticos emitidos por el fabricante caso contrario en la siguiente Tabla 1.4 se tiene el rendimiento de cualquier cilindro neumático sin considerar las pérdidas de aire de los componentes externos e internos que forman una red neumática.

1.8.2 CONSUMO DE AIRE

Para identificar el gasto energético de los elementos neumáticos es fundamental conocer el consumo de aire en los cilindros, tomando en cuenta los siguientes parámetros, sección del

cilindro, carrea, frecuencia del ciclo y presión de trabajo. En cilindros de doble efecto el volumen de aire por ciclo de avance y retroceso a la presión de trabajo es (Serrano, 2009, pág. 96)

- Calculo volumen de aire por ciclo completo de un cilindro doble efecto

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot (2D^2 - d^2) \cdot C \quad [1.3]$$

Donde:

V = volumen de aire (cm^3)

D = Diámetro interior del cilindro (cm)

d = Diámetro del vástago (cm)

C = Carrera del vástago en (cm)

1.8.3 CAUDAL DE AIRE

Se entiende por caudal a la cantidad de fluido que circula por un conducto por unidad tiempo, en neumática el caudal es la cantidad de aire que se necesita para accionar un actuador neumático (cilindro simple o doble efecto). Por ende se debe tener presente las condiciones del entorno, temperatura, presión, humedad. Para determinar el caudal se calcula con la siguiente ecuación.

- Calculo caudal de aire por ciclo completo de un cilindro doble efecto

$$Q = \frac{\pi * C * p * n}{4000} \cdot (2D^2 - d^2) \quad [1.4]$$

Donde:

Q = Caudal ($\frac{l}{min}$)

D = Diámetro interior del cilindro (cm)

d = Diámetro del vástago (cm)

C = Carrera del vástago en (cm)

p = presión de aire (bar)

n = ciclos / minutos

1.9 PANEL DE CONTROL

Es un conjunto de mandos que permiten controlar diferentes componentes, ya que desempeñan un gran papel dentro de la industria permitiendo automatizar y controlar diferentes sistemas de manufactura, por lo general son utilizados en compresores de aire, bombas de circulación, sistemas de producción, motores y plantas de refrigeración (Panduit, 2015, pág. 1).

Según (Wattaco, 2012, pág. 1) los paneles de control se caracterizan por:

- Permiten a las empresas ahorrar costos reduciendo la potencia aplicable y controlando comportamientos predictivos.
- Facilitan la especificación y el cambio de la función deseada.
- Capacidad para implementar técnicas de control complejas.

1.9.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Es una computadora de uso industrial programable, que recibe señales de entrada de sensores, botones, temporizadores de una máquina, para procesar los datos y emitir una respuesta comandando a los diferentes actuadores como pueden ser: cilindros neumáticos, hidráulicos, motores, válvulas, para que una PLC pueda controlar y procesar los diferentes datos de entrada, debe estar previamente programada con el trabajo que va a realizar (Ingmecafenix, 2018, pág. 1).



Figura 1.5 Controlador Lógico Programable
Fuente: (Ingmecafenix, 2018, pág. 1)

En la Figura 1.5 se tiene un controlador lógico programable LOGO 24 RC con un total de 8 entradas y 10 salidas, este módulo es utilizado en la industria gracias a sus diferentes ventajas como: conexión a 120 o 220 V, capacidad de almacenamiento de 500 bloques, salidas a relé, lcd para verificar y programar sin necesidad de un computador.

El PLC generalmente contiene dos memorias de acceso aleatorio (RAM) áreas conocidas como memoria principal y memoria de registro. Además, la memoria principal se utiliza para almacenar actualmente ejecutar la lógica del programa mientras se usa la memoria de registro como memoria temporal por la lógica actualmente en ejecución (Sandaruwan, Ranaweera, & Oleshchuk, 2013, pág. 3).

1.9.2 SOFTWARE Y LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Un software de programación es un conjunto de herramientas que permiten escribir un código con el objetivo de ejecutar una tarea, dependiendo de la información suministrada por los diferentes tipos de entrada (sensores, etc.) de datos los cuales son procesados de acuerdo con el código escrito, permitiendo ejecutar una operación a través de los actuadores.

Los PLCs para su funcionamiento utilizan un lenguaje de programación para realizar diferentes instrucciones de acuerdo con el operario, es un lenguaje artificial, lógico y ordenado para definir las instrucciones para su posterior procesamiento por los PLCs.

1.10 SISTEMA DE SUSPENSIÓN

Los vehículos incorporan diferentes sistemas para mejorar diferentes aspectos entre los cuales tenemos, confort, seguridad, viabilidad económica, etc. El sistema de suspensión es considerado la principal característica de confort, su función principal es absorber las irregularidades de la carretera, mantener el control del vehículo y brindar a los ocupantes suavidad, hoy en día el conjunto de suspensión está integrado en los dos ejes (delantero y posterior), dependiendo de la gama del vehículo se integran suspensiones totalmente independientes o dependientes. El sistema de suspensión en el vehículo es fundamental para obtener una mejor estabilidad al conducir, de igual manera mejorar el confort internamente.

1.10.1 SUSPENSIÓN INDEPENDIENTE

El sistema de suspensión es independiente tiene un montaje flexible independiente que no está acoplado a otras ruedas, a diferencia del tipo de suspensión rígido, el movimiento de una rueda no se transfiere a la otra como resultado la carrocería resulta poco afectada (Meganeboy, 2014, pág. 1).

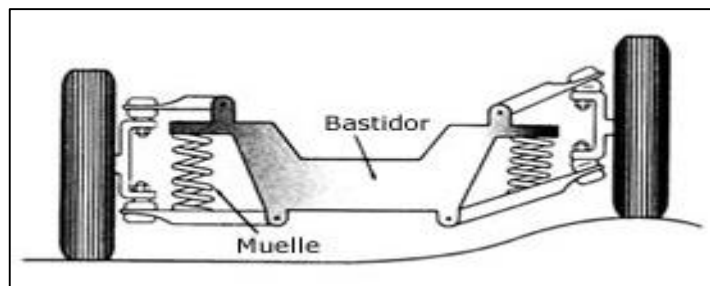


Figura 1.6 Suspensión Independiente

Fuente: (Domínguez, 2011, pág. 2)

Como se presenta en la Figura 1.6 la utilización del sistema de suspensión independiente presenta diferentes ventajas entre las cuales se describe mejor comportamiento en la vía, permite que las ruedas se encuentren constantemente en contacto con la carretera, etc. Las partes del sistema de suspensión independiente son resortes, brazos independientes, la aplicación de este sistema en los vehículos han optado diferentes fabricantes de vehículos.

1.10.2 Suspensión McPherson

El tipo de suspensión McPherson fue diseñada por Earle S. McPherson, fue un ingeniero de Ford de donde este tiene su nombre. Es el sistema más utilizado en la actualidad que va montado en el tren delantero.



Figura 1.7 Suspensión McPherson

Fuente: (Hernaldo, 2009, pág. 1)

Se presenta en la Figura 1.7 el sistema de suspensión actual McPherson, es un sistema independiente, este conjunto está dispuesto en el eje delantero como se indica en la figura los componentes son amortiguador y un resorte helicoidal, de igual manera los inconvenientes que presenta es la transmisión directa de las vibraciones al chasis del vehículo.

1.10.3 PARTES DE SUSPENSIÓN

Como se ha citado anteriormente los diferentes tipos de sistemas de suspensión que existen en la mayor parte de vehículos, los elementos que integran y forman este sistema tienen la finalidad de evitar que las oscilaciones de la vía se transmitan a la carrocería, se debe tener en cuenta dos conceptos claros elasticidad y amortiguación, la elasticidad está conformado por el resorte helicoidal, este elemento permite el bloqueo de las vibraciones secas del terreno y la amortiguación está conformado por un amortiguador ya sea hidráulico, con gas entre otros, este componente tiene como función impedir el movimiento excesivo de la carrocería y a su vez mantener el contacto constante del neumático con la calzada.

1.10.3.1 Ballestas

Están formadas por un grupo de hojas de láminas de acero especial para los muelles, adherido mediante abrazaderas que proporciona el deslizamiento por medio de las hojas cuando se deforman con el peso que soportan. La hoja superior, llamada hoja maestra o principal, tiene unas curvaturas en sus extremos conformado con unos ojos en donde se colocan unos bocines de bronce que ayudan al soporte y acoplamiento del bastidor por medio de pernos de sujeción (Tixce, 2016, pág. 2).

1.10.3.2 Muelles

Diseñados por un alambre de acero que se encuentra enrollado en forma de espiral, su función es absorber golpes del vehículo, resultantes de las irregularidades de la vía. Los muelles helicoidales son seguramente el elemento de rigidez empleados en las suspensiones de los automóviles. Particularmente se emplea con la función de compresión y se elaboran a

partir de barras de acero de alta resistencia. Su tensión original es resultado, mediante el arrollamiento en frío, por una modificación permanente (Galbarro, 2018, pág. 1).

Principios básicos en el diseño de los muelles:

- Mayor rígido sea el material, mayor es el coeficiente de rigidez.
- Menor número de espiras tenga el muelle, su coeficiente de rigidez será menor.

$$K = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot N \cdot D^3} \quad [1.5]$$

Donde:

G: módulo de rigidez [N/m²].

N: número de espiras del resorte.

D: diámetro medio del resorte [m].

D: diámetro del hilo [m].

1.11 PRENSAS

Es una herramienta que tiene movimiento rectilíneo, circular, etc. Tienen como objetivo comprimir, deformar, o cortar un determinado material mediante la aplicación de una fuerza. En el campo de la industria la utilización de prensas es fundamental para realizar las operaciones de trabajo en un tiempo menor lo que permite tener mayor eficacia.

1.11.1 PRENSAS NEUMÁTICAS

Este tipo de prensas, utiliza aire comprimido para realizar una operación, es decir el aire a presión es proveniente de un compresor el cual ingresa a un tubo (cilindro neumático) al llenarse aumenta la presión en el interior, permitiendo que el embolo se desplace, una vez que termina el recorrido del embolo, el aire es evacuado por válvulas y el embolo regresa a su punto inicial, la utilización de este tipo de prensas es la velocidad de accionamiento (trabajo) es más rápido que otro tipo de prensas, (Cárdenas, 2012, pág. 22).

CAPITULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 CLASIFICACIÓN VEHICULAR SEGÚN NORMATIVA INEN

En la Tabla 2.1 indica la normativa NTE INEN 2656 emitida en el año 2016, y que se encuentra vigente en Ecuador donde manifiestan y exponen la clasificación vehicular:

Tabla 2.1 Clasificación vehicular según la normativa NTE INEN 2656

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	SUBCATEGORÍA	TIPO	PBV (KG)
L	Vehículos motorizados con dos, tres o cuatro ruedas	L1	Bici moto/ ciclomotor	< 270
		L2	ciclomotor de tres ruedas	
		L3	Motocicleta	
		L4	Motocicleta con sidecar/ mototriciclo	
		L5	Tricar, tricimoto	
		L6	Cuadriciclo/cuadrón	
M	vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros	M1	Sedán, hatchback, coupé, vehículo deportivo utilitario (suv), limusina, minivan	< 2000
		M2	Furgoneta de pasajeros	< 5000
		M3	Microbús, bus, articulado, trolebús	> 5000
N	Vehículos motorizados de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancías	N1	Camioneta cabina simple o doble	< 3500
		N2	Camión liviano, mediano grande	< 12 000

Fuente: (INEN, 2016, pág. 3)

Para la presente investigación, se emplearon sistemas de suspensión resorte con amortiguador de vehículos livianos con el Peso Bruto Vehicular menor a 3.5 toneladas (3500 kg), de acuerdo a la normativa NTE INEN 2656 vigente en Ecuador.

Se considera vehículos livianos según el PBV y cumplen con el requisito para la continuación de la investigación las subcategorías: M1 Y N1.

El conjunto de la suspensión en vehículos de tipo N1, se realiza con el mismo procedimiento de la Tabla 3.2 (capítulo iii) ya que consta de las mismas características de sujeción y localización, de los componentes del conjunto amortiguador / resorte. Para esta aplicación de estudio se seleccionó el vehículo Chevrolet Luv Dmax 4x4, el cual es un vehículo comercial. Antes de proceder al retiro de la suspensión se debe realizar un diagnóstico de acuerdo al diagrama de flujo, ya que puede ser otro componente del sistema de suspensión que se encuentre en mal estado.

2.2 CÁLCULOS MATEMÁTICOS

Para cumplir con los parámetros de la investigación, como punto de partida se calculó la fuerza necesaria para comprimir el resorte una distancia de 0.5 cm. Para determinar la fuerza que se requiere se realizó pruebas en una prensa hidráulica universal de 5 toneladas, de igual manera se utilizó fórmulas y métodos matemáticos, entre estas fórmulas se utilizó la ley de hook, fórmula de la pendiente de una recta, esta última fórmula permite identificar la constante del resorte.

Una vez que se obtuvo la fuerza para deformar el resorte se realizó el dimensionamiento de los elementos neumáticos (diámetro del cilindro), la finalidad de realizar mediante cálculos matemáticos el dimensionamiento del cilindro es para verificar si la fuerza encontrada es la correcta. Ya que el cilindro neumático se puede seleccionar en función de la fuerza de compresión

2.2.1 CALCULO DE LA FUERZA NECESARIA PARA COMPRIMIR EL RESORTE

La función principal de la herramienta neumática es la extracción del amortiguador del resorte, en primer lugar, se determinó la fuerza que se necesita para comprimir el resorte una distancia de 0.5 cm, distancia que permite para aflojar o ajustar de manera segura la tuerca del amortiguador.

Se tomó como aplicación y estudio de pruebas el resorte helicoidal delantero del vehículo Chevrolet Luv Dmax 4 x 4. Para obtener la fuerza que se necesita para deformar el resorte, se realizaron las pruebas en una prensa hidráulica universal de 5 toneladas.

Los datos obtenidos del resorte se midieron con diferentes calibradores (pie de rey, fluxómetro, manómetro) para la toma de datos visibles como son:

- Distancia que se requiere para comprimir máximo 5 cm
- Longitud inicial 38 cm
- Longitud final 33 cm
- Diámetro exterior 12 cm
- Presión aplicada 5, 6, 7, 9.5 bares.

En el resorte seleccionado se aplicó diferentes presiones 5, 6, 7 y 9.5 bares, obteniendo diferentes longitudes de deformación, con el método de transformación de unidades la presión (bar) se transformó en (N).

En la Tabla 2.2, indica los datos obtenidos de la deformación del resorte del vehículo Chevrolet Luv Dmax 4x4 2009 con la prensa hidráulica universal, a diferentes presiones, cada presión se encuentra con su respectiva transformación a N y también con la distancia comprimida.

Tabla 2.2 Fuerza aplicada para comprimir el resorte del vehículo Chevrolet LUV DMAX

PRESIÓN	FUERZA APLICADA (N)	DISTANCIA COMPRIMIDA (m)
5	5046.5	0.02
6	6061.69	0.025
7	7071.97	0.035
9.5	9592.73	0.052

Fuente: (Autores)

Con los datos proporcionados de las pruebas realizadas, se realizó el esquema gráfico para determinar la pendiente de la recta que será igual a la constante del resorte. La constante del resorte es la cantidad de fuerza que se requiere para desplazar o deformar una determinada distancia.

La pendiente de una recta es un importante concepto geométrico, el cual podemos interpretar como una medida de la inclinación de una recta cuando la ubicamos en un par de ejes coordenados ($x - y$). Representada por la letra m en la ecuación $y=mx+b$, indica la cantidad en que se incrementa o disminuye el valor de la variable y , cuando la x aumenta una unidad. El incremento se presenta cuando el valor de m es positivo y la disminución en el caso contrario, la línea recta es un modelo matemático muy útil, pues se le usa para representar gran cantidad de fenómenos de la economía, la física, la biología, la medicina, etc. Por ello,

entender que la pendiente de una línea recta es una medida de como cambia la variable y (dependiente), cuando se presenta un cambio unitario en la variable x (independiente) será una forma de comprender lo que está ocurriendo con el fenómeno que se está representando (Hernández, 2012, pág. 1)

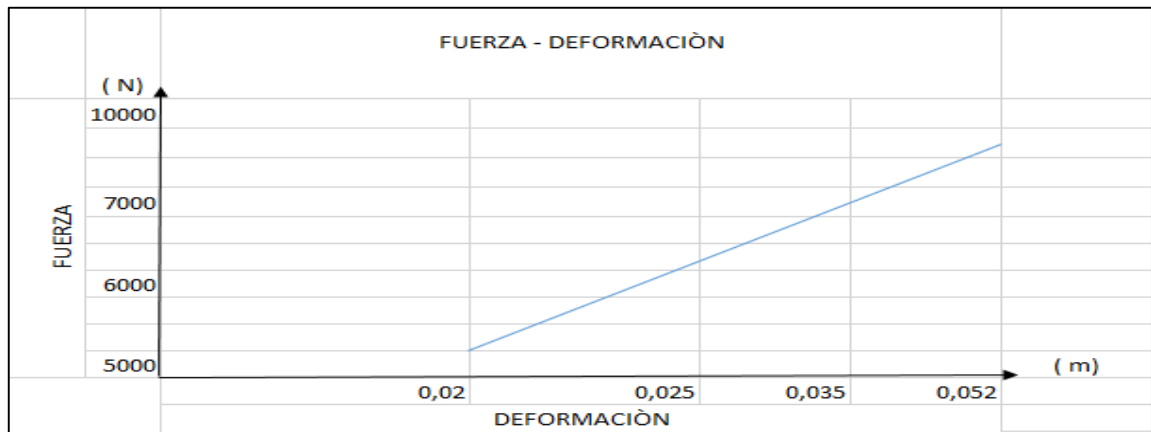


Figura 2.1 Diagrama fuerza – deformación de la fuerza aplicada al resorte
Fuente: (Autores)

En la Figura 2.1 indica la representación gráfica de las pruebas realizadas en la prensa universal, se realizaron 4 pruebas a diferentes fuerzas obteniendo incomparables longitudes de deformación, en la Figura 2.1 muestra que es directamente proporcional la carga a la deformación del resorte. Una vez realizado el diagrama se procedió a calcular la pendiente de la recta formada, con la siguiente formula:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = K \quad [2.1]$$

$$Y_2 = 9592.73 \text{ N}$$

$$Y_1 = 5043.5 \text{ N}$$

$$X_2 = 0.052 \text{ m}$$

$$X_1 = 0.02 \text{ m}$$

$$m = \frac{9592.73 - 5046.5}{0.052 - 0.02} = \frac{4546.23}{0.032} = \mathbf{142069 \text{ (N / m)}}$$

La pendiente de la recta determinada es igual a la constante del resorte, para identificar la constante del resorte por medio de cálculos matemáticos, se utilizó la fórmula ley de Hooke.

$$F = -K * X \quad [2.2]$$

Donde:

F = Fuerza (N)

K = Constante del resorte (N/m)

X = longitud (m)

La constante del resorte determina la resistencia que un material tiene como característica al ser deformado y le permite regresar a su estado inicial.

$$F = 142069 * 0.05$$

$$F = 7103.45 \text{ N} = 724.84 \text{ kgf}$$

La fuerza encontrada es la fuerza promedio que se necesita para deformar el resorte una distancia de 0.05 m., para obtener un mejor rendimiento del opresor neumático y un factor de seguridad óptimo, a la fuerza encontrada se le asignó un porcentaje de 10 a 30 % más del total encontrado, con el fin de cumplir los requerimientos de la investigación (Moreno, 2019, pág. 1).

En la Tabla 2.3 muestra la fuerza real necesaria para comprimir el resorte, producto de la suma del coeficiente de seguridad más la fuerza promedio. La aplicación del coeficiente de seguridad es por seguridad, porque en un circuito o red neumática existen pérdidas de energía por los diferentes dispositivos instalados, fuerza de rozamiento, etc. De igual manera es indispensable aplicar este coeficiente a la fuerza determinada cuando se dimensione el cilindro neumático por cuestión conceptos de la fuerza real es diferente a la fuerza teórica.

Tabla 2.3 Fuerza para comprimir el espiral más un coeficiente de seguridad

COEFICIENTE DE SEGURIDAD	FUERZA REAL NECESARIA (Kgf)	FUERZA REAL NECESARIA (N)
F pro + 10 %	796.04	7801.192
F pro + 15 %	832.6	8159.48
F pro + 20 %	868.88	8515.024
F pro + 30 %	942.80	9239.44

Fuente: (Autores)

La fuerza real que se necesita para comprimir el espiral con el coeficiente de seguridad máximo para evitar inconvenientes por pérdidas de energía o fuerzas externas de rozamiento de la estructura se optó por 945 Kgf o 9267.28 N, con esta fuerza se realizó el análisis estructural del opresor neumático, así como también se determinó el diámetro del cilindro neumático.

2.2.2 DIMENSIONAMIENTO DEL CILINDRO NEUMÁTICO

La Universidad Técnica del Norte en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Automotriz cuenta con una red aire comprimido, el compresor que se utilizó para la investigación presenta las siguientes características.

En la siguiente Tabla 2.4 indica los datos técnicos del compresor del taller automotriz, el principal dato técnico que se utilizó es la presión regulada, para continuar con el desarrollo de la investigación.

Tabla 2.4 Datos técnicos del compresor de aire

Capacidad del compresor	160 GL
Presión máxima del compresor	14.02 bar
Presión regulada del compresor	8 bar
Rpm	1860
Caudal que aporta el compresor	1.8 m ³ /min
Potencia	8.5 Kw
Voltaje	220 V

Fuente: (Autores)

El cilindro neumático fue dimensionado con los datos que se obtuvieron (Fuerza Real) además con la presión de trabajo del compresor que está implementado en el taller de la carrera de Ingeniería Automotriz campus Colegio Universitario de la Universidad Técnica del Norte.

Presión de trabajo del compresor 8 bares.

- Fuerza 945 kgf = 9267.28 N

La siguiente fórmula permite determinar el diámetro del cilindro neumático.

$$D = \sqrt{\frac{\text{fuerza teórica}}{\text{presión} \times 0.0785}} \quad [2.3]$$

Donde:

Fuerza teórica = N

Presión = bar

0.0785 = factor de cálculo de área.

$$D = \sqrt{\frac{9267.28}{8 \times 0.0785}} =$$

$$\mathbf{D = 122.47 \text{ mm}}$$

Del resultado obtenido se seleccionó el cilindro de diámetro y carrera 125 mm 335 mm respectivamente por factores de pérdidas de energía en el circuito neumático, los cilindros neumáticos normalizados en nuestro entorno están dimensionados hasta 100 mm por lo que se mandó a fabricar el cilindro neumático para la construcción del opresor neumático. Se estableció calcular la fuerza de retroceso que ejerce el cilindro, al igual que el aire consumido, como parámetros de conocimientos teóricos para el desarrollo de la investigación.

2.2.3 CALCULO DE LA FUERZA REAL DE RETROCESO

Los cilindros de doble efecto reciben aire presurizado por dos entradas, por lo que se puede trabajar en los dos sentidos es decir tiene una fuerza de avance no es igual a la fuerza de retroceso ya que la superficie sobre la que actúa la presión es diferente por el espacio ocupado por el vástago.

$$F_{Rr} = p^* u^* \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \quad [2.4]$$

Donde:

F_{Rr} = Fuerza real de retroceso

P = presión (kgf/cm^2)

D = diámetro (cm)

d = diámetro del vástago (cm)

u = rendimiento interno = 0.98

$$F_{Rr} = 8.15 * 0.97 * \frac{\pi(12.5^2 - 2.5^2)}{4}$$

$$F_{Rr} = 296.25 \times 10\%$$

$$F_{Rr} = 325.87 \text{ Kgf} = \mathbf{3195.69 \text{ N}}$$

La fuerza de fricción del pistón producto del movimiento es igual al 10 % de la fuerza real de retroceso.

2.2.4 CALCULO DEL CONSUMO DE AIRE

Para determinar si el compresor entrega la cantidad de aire presurizado al cilindro neumático se realizó el cálculo matemático de consumo de aire, este parámetro permite conocer el volumen de aire consumido para un ciclo completo, es decir avance y retroceso del vástago.

$$V = \frac{\pi * (2D^2 - d^2)}{4} * C \quad [2.5]$$

V = consumo de aire (cm³)

C = Carrera del cilindro (cm)

$$V = \frac{\pi * (2(12.5)^2 - 2.5^2)}{4} * 33.5$$

$$V = 7893.25 \text{ cm}^3 = \mathbf{7.83 \text{ L , por ciclo de trabajo}}$$

2.2.5 CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE

Se determinó el caudal que es necesario para la activación del cilindro teniendo presente las características técnicas del compresor y datos obtenidos anteriormente. Para el cálculo se realizó con la siguiente fórmula empleada en neumática.

$$Q = \frac{\pi * C * P * n * (D^2 - d^2)}{400} \quad [2.6]$$

Donde:

Q = Caudal requerido para la activación del cilindro doble efecto (l / min)

n = número de ciclos por minuto

$$Q = \frac{\pi * 33.5 * 8.15 * 1 * 2(12.5^2 - 2.5^2)}{400}$$

$$Q = 64.33 \text{ L/min}$$

$$Q = \mathbf{83.1 \text{ L/min}}$$

Con base a documentos de neumática menciona que, el caudal total es igual al caudal más el 30 %, este parámetro corresponde al consumo de las tuberías y elementos neumáticos disponible en la red, por consumo de aire se entiende la cantidad de aire comprimido que necesita un cilindro para funcionar correctamente, es indispensable tener en cuenta el volumen del cilindro y el número de ciclos que se repite el movimiento en una unidad de tiempo, se tiene en cuenta la presión de trabajo, por lo que se obtiene el consumo de aire comprimido (Ingeelétrica, 2017, pág. 1).

2.3 DISEÑO DEL CIRCUITO NEUMÁTICO

El diseño del circuito se realizó con el programa FESTO FLUIDSIM 4.2 este programa permite simular los elementos neumáticos que se necesitaron para la construcción del opresor. El software permite conocer el funcionamiento de los elementos neumáticos, el paso y dirección del fluido (aire comprimido), la manera correcta de realizar las conexiones, el circuito neumático fue realizado con los datos obtenidos para mantener el diseño conceptual real.

Para realizar el diseño y simulación del circuito neumático por medio del software se utilizó los siguientes componentes neumáticos que se encuentran en el mercado a precios accesibles con el objetivo de realizar una herramienta neumática a un precio sumamente bajo a comparación de las existentes.

- Unidad de alimentación (compresor)
- Unidad de mantenimiento
- Cilindro neumático doble efecto
- Electroválvula 5/3
- Silenciadores
- Bobinas

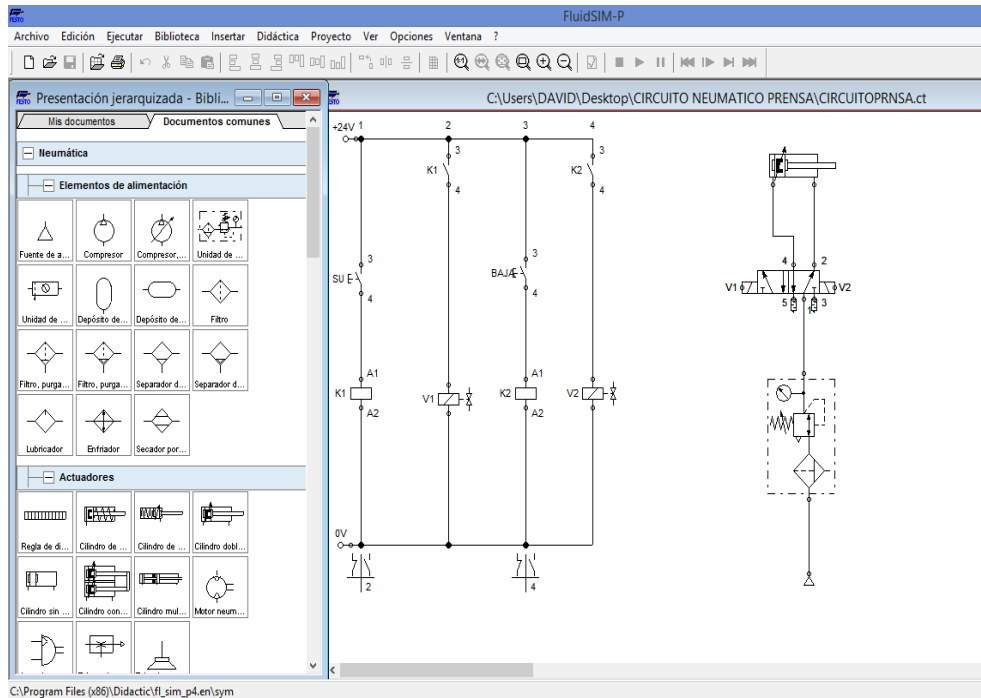


Figura 2.2 Diagrama del circuito neumático realizado en FESSTO Fluid Sim
Fuente: (Autores)

En la Figura 2.2 en la parte derecha indica los componentes neumáticos compresor, unidad de mantenimiento, electroválvula 5/3, silenciadores, cilindro neumático doble efecto y en la parte izquierda da a conocer la conexión electrónica y eléctrica para activar el cilindro doble efecto. El pulsador SU, activa el obturador k1 el cual deja pasar energía y activa la bobina de la electroválvula V1 dejando pasar el fluido comprimido hacia el cilindro. El pulsador BAJA, se cierra el circuito que es comandado por el pulsador SU, y se activa el obturador K2 que permite el paso de energía hacia la bobina de la electroválvula V2 que permite el retorno del vástago a su posición inicial.

2.4 DISEÑO DEL OPRESOR NEUMÁTICO

El diseño de la prensa debe cumplir con las especificaciones necesarias para espirales de vehículos livianos con peso bruto vehicular sea menor a 3.5 toneladas con el fin de satisfacer el buen funcionamiento fácil y seguro para el operador. El diseño del opresor neumático debe cumplir los parámetros de, facilidad, seguridad, entre otros aspectos importantes para su aplicación. Por esta razón se determinó factores de diseño y se planteó diferentes modelos de prensas destinadas al propósito de la investigación y se optó por el plano de diseño que cumpla estos requisitos, para esta selección se utilizó la herramienta de criterios ponderados.

2.4.1 PARÁMETROS DE SELECCIÓN

Para seleccionar el diseño de la prensa se plantearon las siguientes variables en consideración de un fácil manejo, instalación, eficiencia y costo.

- **Carga necesaria**

Al comprimir el resorte la prensa aplicara diferentes cargas, por lo que la estructura del opresor debe soportar estas fuerzas que implican fenómenos de deformación elástica del material.

- **Fluido de trabajo.**

Se requiere de un fluido limpio para evitar la contaminación en nuestro entorno ambiental, de igual manera proporcione la fuerza que se requiere para comprimir el espiral y que tenga un costo mínimo.

- **Facilidad de operación**

El opresor debe brindar un fácil manejo integrado la electrónica con la mecánica haciendo un sistema eficiente.

- **Mantenimiento**

El mantenimiento debe ser rápido y seguro para el operador, ya sea en la parte estructural mecánica o electrónica.

- **Tamaño**

La dimensión de la estructura debe estar al alcance del operador para brindar un mejor manejo de la herramienta.

2.4.2 ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL OPRESOR

Para la selección del diseño se tomó en consideración los parámetros planteados, por lo que se plantean los siguientes diseños comercializados en nuestro mercado a precios relativamente elevados, se considera necesario recalcar que los siguientes diseños fueron investigados por distribuidores de componentes automotrices.

- Alternativa 1

La estructura de la herramienta consta de una columna simple, sin protección con capacidad de 1 tonelada para comprimir el resorte del amortiguador, el fluido de funcionamiento es aire comprimido.



Figura 2.3 Prensa de espirales de columna simple
Fuente: (Autores)

La prensa universal de la Figura 2.3 es una herramienta de accionamiento manual utilizada en tecnicentros automotrices y presenta las siguientes características técnicas.

- Características

- Área máxima de trabajo 593 mm
- Recorrido 330 mm
- Tamaño del resorte 101 – 255 mm
- Base del resorte 4 – 6”

- Estructura en acero soldado con autógena para la fuerza y acero inoxidable en la base para mejor estabilidad.

- **Alternativa 2**

Esta herramienta utiliza aire comprimido para generar la fuerza de compresión, esta máquina tiene como máximo de operación de 1,5 toneladas, su estructura es de doble columna fija lo cual proporciona mejor estabilidad y seguridad de operación.



Figura 2.4 Prensa Neumática para resortes de doble columna
Fuente: (Autores)

La prensa neumática de doble columna fija como indica en la Figura 2.4 es una prensa que se encuentra con sus puntos de apoyo en la parte inferior esto permite mayor estabilidad, de igual manera presenta diferentes prestaciones de seguridad. Las características que presenta son:

- **Características**

- Fuerza de trabajo 950 kgf
- Área máxima de trabajo 550 mm
- Recorrido 335 mm
- Tamaño del resorte 100 – 500 mm
- Panel de control electrónico

- Base del resorte 4 – 6”
- Estructura en acero inoxidable a 36, protección para evitar riesgos al momento de operación.

- **Alternativa 3**

Este opresor funciona con fluido hidráulico para la expulsión y retracción del pistón del cilindro, aumentando la capacidad de operación de 2 toneladas, su estructura está conformada por dos columnas para mejor sujeción.



Figura 2.5 Prensa hidráulica de doble columna para espirales de vehículos
Fuente: (Autores)

En la Figura 2.5 indica una prensa hidráulica de doble columna, pero no cuenta con parámetros de protección en eventualidades de peligro, de igual manera esta herramienta permite diferentes funciones (comprimir, ensamblar, etc.). Las características técnicas son:

- **Características**

- Capacidad máxima 2 toneladas.
- Cilindro hidráulico
- Control semiautomático
- Altura 600 mm
- Carrera del vástago del cilindro hidráulico 300

- **Alternativa 4**

Su funcionamiento es manual mediante un pedal el cual acciona el cilindro hidráulico, con la capacidad de operación de 1 tonelada.

La estructura consta de una columna fija donde incorpora soportes para la regulación manual acorde a la longitud del resorte.



Figura 2.6 Prensa Hidráulica de columna simple para espirales de vehículos
Fuente: (Autores)

Una de las ventajas que presenta esta prensa de la Figura 2.6 es su capacidad de fuerza, pero al carecer de protección, mandos de accionamiento, bases de apoyo fijas, puede ocasionar que el resorte que se encuentre comprimido rebote fuera de la zona de trabajo, ocasionando riesgos laborales, las características técnicas son:

- **Características**

- Capacidad máxima 1 tonelada
- Cilindro hidráulico
- Bomba manual
- Área máxima de trabajo 590 mm
- Sin Rejilla de seguridad

2.4.3 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE DISEÑO

En la Tabla 2.5 indica el método de la ponderación que permite asignar un valor x relativo a diferentes criterios para determinar la mejor opción, mediante este método comparamos las alternativas de diseño descritas con el objeto de seleccionar la mejor opción en operación, rendimiento, costo y seguridad.

Tabla 2.5 Cuadro de selección de la alternativa por el método de criterio ponderado

FACTORES	PESO RELATIVO (%)	ALTERNATIVAS			
		A	B	C	D
Carga necesaria	30	6	10	7	7
Fluido de trabajo	20	9	9	5	5
Facilidad de operación	20	5	8	5	5
mantenimiento	20	7	7	5	6
Tamaño	10	5	7	5	5
Puntuación total	100	7	8.5	5.6	6.3

Fuente: (Autores)

La puntuación total se determina al realizar las operaciones algebraicas, para cada factor ponderado según el nivel de importancia. La columna de peso relativo son porcentajes equivalentes según la importancia del parámetro analizado, la ponderación se realiza como máximo valor (10) y mínimo valor (1), estos valores de igual manera son asignados de acuerdo a la importancia que tiene cada aspecto de ponderación.

Las alternativas A, B, D son mejores que C, por lo que descartamos este diseño, entre las alternativas A y D existe una pequeña diferencia, el costo de mantenimiento de la alternativa D es costoso por lo que se descarta esta opción, la alternativa B notamos que tiene una gran ventaja respecto a la alternativa A, cumpliendo los requerimientos que se necesita para nuestro objetivo.

Al analizar los resultados mediante el método de criterios ponderados se determinó que para la presente investigación el diseño que cumple con los parámetros y requisitos que se plantearon deducimos que la ALTERNATIVA B es la mejor opción de diseño para cumplir los requerimientos de ingeniería planteados. Esta alternativa cuenta con los aspectos planteados en seguridad, capacidad, estabilidad y costo de fabricación.

2.4.4 SELECCIÓN DE MATERIALES MECÁNICOS DE LA ESTRUCTURA

Para la construcción de la estructura del opresor se realizó la caracterización y selección de manera correcta los materiales estructurales, de acuerdo al diseño seleccionado, manteniendo los siguientes aspectos de selección: costo, accesibilidad de obtención y especificaciones técnicas.

En la siguiente Tabla 2.6 indica el tipo de material para la construcción, con sus respectivas dimensiones, el material seleccionado satisfacen las condiciones de la investigación.

Tabla 2.6 Materiales seleccionados para la estructura

DENOMINACIÓN	APLICACIÓN	PROPIEDAD MECÁNICA	NORMA	DIMENSIONES
Tubo cuadrado	Se utiliza para la fabricación de estructuras de cubiertas de viviendas, rejillas de protección, maquinas en general	Resistencia a la tracción 2000 kg/cm ² Limite elástico 2.5e+008 N/m ²	ASTM A36	100 x 3 x 6000 mm 50 x 3 x 6000 mm 50 x 2 mm 50 x 2 mm
Tubo galvanizado redondo	Se utiliza en montaje de estructuras, herrería, automotriz, construcción.	Resistencia a la tracción 2000 kg/cm ²	ASTM A653	25 x 2 mm
Placa de acero	Se utilizan para fabricar obras señalética vial, construcción, automotriz y bases de máquinas.	Resistencia a la tracción 2000 kg/cm ² Limite elástico 2.5e+008 N/m ²	ASTM A653	1.4 mm
Angulo tipo L	Estructuras automotrices, vivienda, construcción.	Resistencia a la tracción 2000 kg/cm ² Limite elástico 2.5e+008 N/m ²	ASTM A36	32 x 2 mm

Fuente: (Autores)

El material seleccionado se encuentra en el mercado a precios accesibles punto clave para el desarrollo de la investigación, de igual manera la placa de acero se encuentra en cortes de acuerdo al cliente.

2.4.5 DISEÑO DE MODELADO CAD

Mediante el diseño asistido por computador SOLIDWORKS 2017, se realizó el diseño de la estructural del opresor, así como también sus elementos de soporte y se realizó el análisis estructural para determinar si el tipo de material seleccionado es adecuado para la construcción siguiendo el siguiente flujo grama.

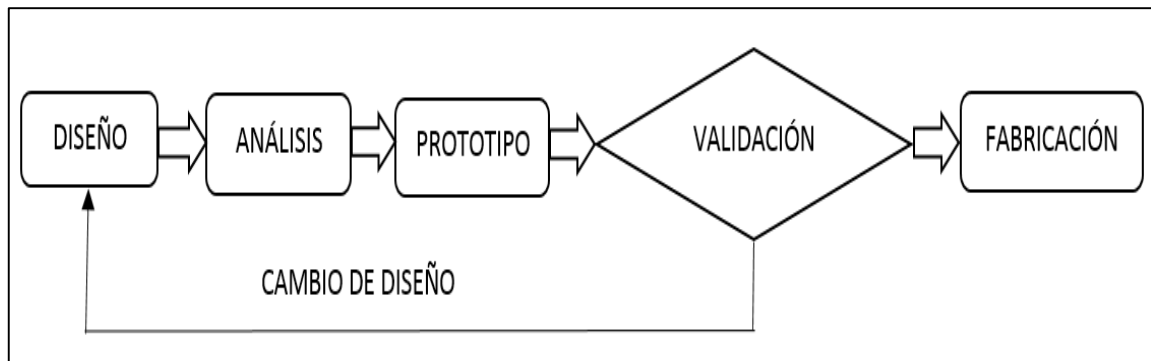


Figura 2.7 Diagrama de flujo de diseño del opresor

Fuente: (Autores)

En la Figura 2.7 indica el procedimiento para realizar el diseño de cualquier estructura, por lo que el diseñador debe mantener la secuencia de estudio del diseño con el objetivo de fabricar una estructura segura. El Diseño Partimos de un modelado de estructura, una vez seleccionado un determinado número de alternativas que se encuentran en el mercado, elegimos la alternativa que sea acorde a nuestra investigación, con el objetivo de mejorar el diseño seleccionado. El Análisis Al terminar el diseño se realiza cálculos estructurales mediante software con el objetivo de determinar el factor de seguridad, análisis de tensiones, análisis de desplazamiento, si este factor de seguridad es mayor al teórico, indica que la estructura es apta para su construcción. La Validación Se realiza un análisis de los datos obtenidos, con el fin de determinar si el diseño seleccionado es apto y viable para su construcción, si es viable se procede a su fabricación, pero si no es viable se debe realizar un nuevo diseño o cambiar los materiales de construcción esto depende del factor de seguridad obtenido.

Para la elaboración de la estructura con la utilización del software SOLID WORKS 2017 se utilizó las diferentes herramientas que integra para realizar cualquier tipo de operación 3d, en primer lugar se realizó las diferentes piezas mecánicas que conforma el opresor neumático una vez terminado los diferentes elementos se procedió a ensamblar.

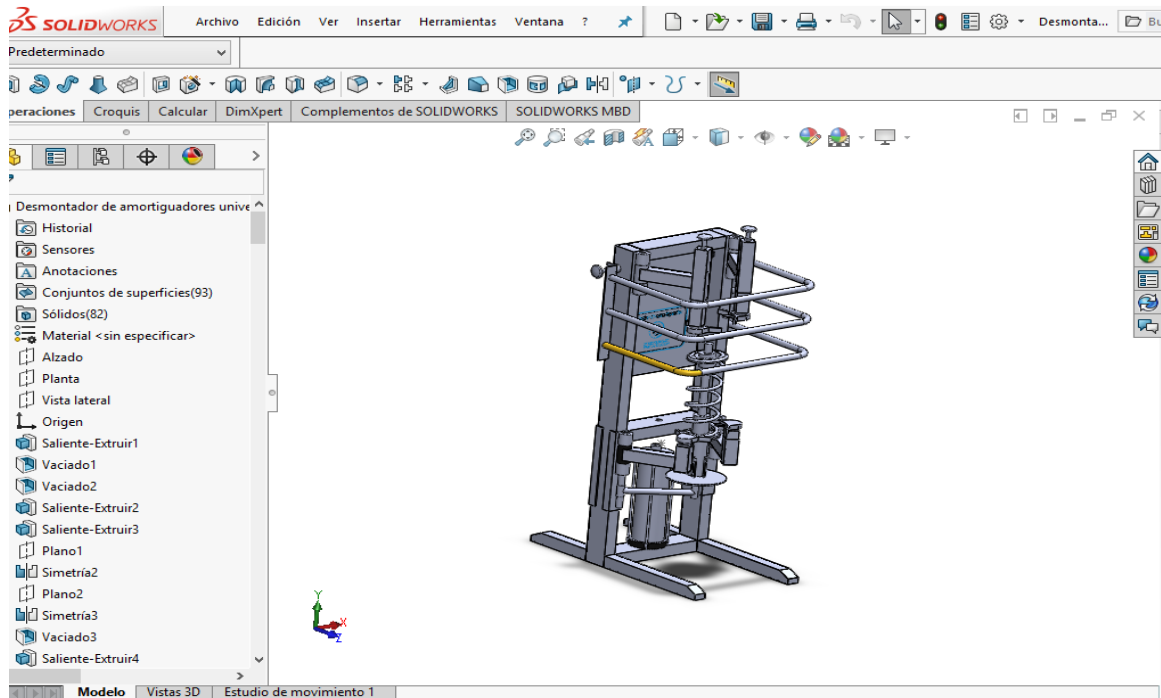


Figura 2.8 Vista isométrica del opresor neumático

Fuente: (Autores)

En la Figura 2.8 indica el ensamble general del opresor neumático 3D tomando en cuenta todos los parámetros mencionados se obtuvo un diseño acorde a las necesidades de la investigación, en el diseño general se puede observar los elementos mecánicos. El dimensionamiento de la estructura es de 50 x 140 cm (ancho y alto respectivamente) teniendo como resultado una herramienta fija por su tamaño y peso, el área de trabajo del opresor tiene una longitud máxima de 60 cm y mínima de 25 cm, este rango se analizó con el objetivo de trabajar con más resortes de diferentes vehículos por que en el mercado existen diferentes longitudes, espesores, y forma

2.4.6 ANÁLISIS ESTRUCTURAL MEDIANTE PROGRAMA CAE

La ingeniería asistida por computador permite al investigador determinar si el diseño de una determinada estructura no tendrá deformaciones del material de construcción mediante aplicación de fuerzas de compresión, tracción, elasticidad, etc. Se realizó las pruebas de análisis estructural con el programa SOLIDWORKS 2017 ya que cuenta con esta función y para este tipo de diseño no requiere de otro programa más avanzado, las simulaciones se realizaron de cada elemento mecánico del opresor con los materiales de construcción tentativos.

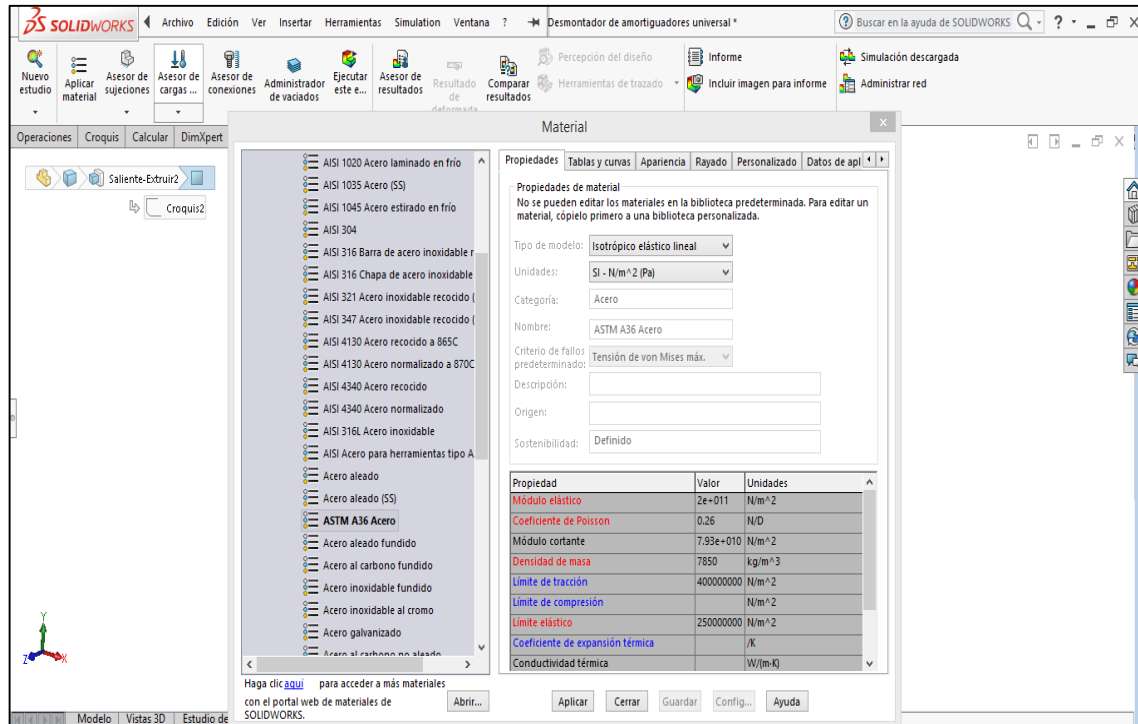


Figura 2.9 Entorno gráfico del software SOLIDWORKS

Fuente: (Autores)

En la Figura 2. 9 indica Solidworks 2017 incorpora un catálogo de materiales de construcción normalizados, entre los cuales tenemos aceros A36, A38, etc. Para el análisis se realizó con material acero A36 que es comercial en nuestro mercado, de igual manera el análisis estructural se realizó con la fuerza encontrada $945 \text{ kgf} = 9267.28 \text{ N}$. el factor de seguridad para que una estructura no tenga deformaciones es fundamental que el factor de seguridad tiene que ser mayor a 1.5. La simulación fue realizada con los materiales descritos en la tabla 2., con diferentes esfuerzos de igual manera se determinó el factor de seguridad que es fundamental para determinar la viabilidad de construcción del opresor.

Las fuerzas que se aplican en una estructura se pueden clasificar en externas e internas, donde las externas son cargas aplicadas exteriormente, y las internas es toda fuerza que mantiene la estructura ensamblada es decir impiden que la estructura se deforme, estas fuerzas se las encuentra en sus puntos de apoyo y uniones.

Las pruebas estructurales realizadas con el software Solid Works 2017 se realizó a los elementos mecánicos que están sometidos a fuerzas exteriores, como son las partes del elevador, garras de sujeción, estructura principal. Para el análisis se realizó las siguientes simulaciones estructurales por elementos finitos, Análisis de tensión de Von Mises, Análisis de deslizamiento y factor de seguridad.

- **Análisis de Tensión de Von Mises**

La tensión de Von Mises indica si el material seleccionado de construcción soportara las cargas externas sin sufrir deformaciones de rotura o pandeo, para determinar este parámetro se realiza una comparación la tensión obtenida de Von Mises con la tensión máxima del material (límite elástico)

- **Análisis de desplazamiento**

Al aplicar una carga a una estructura esta no debe deformarse, el desplazamiento ocurre cuando un componente de la estructura se desplaza en distancias milimétricas o incluso en centímetros este desplazamiento ocurre en el tiempo de aplicación de la carga externa, la estructura no es confiable cuando el desplazamiento es sumamente considerable a los 3 mm según el libro de Shigley de diseño de ingeniería mecánica.

- **Análisis del factor de seguridad**

En la teoría todo diseño mecánico es conceptualizado para que soporte cargas externas e internas dentro de la zona elástica del material, es decir cuando las cargas son nulas el material tiene que regresar a su estado inicial. El factor de seguridad es la relación entre la carga última y la carga admisible el resultado debe ser mayor a 1, según Shigley menciona que para evitar fallos a futuro en una estructura el factor o coeficiente de seguridad debe ser mayor a 1.5 para evitar que la estructura falle a futuro (Chavez, 2015, pág. 4).

En la siguiente figura se presenta la simulación con los datos encontrados (fuerza de compresión), para identificar si el material seleccionado es viable o requiere de un material con mejores especificaciones mecánicas, la simulación de la estructura y los elementos más importantes del opresor neumático (elevador, soportes superiores e inferiores) se realizó los tres tipos de análisis descritos (tensión de Von Mises, Deslizamiento y factor de seguridad) con el software Solid Works 2017, herramienta que presenta 11 diferentes funciones para determinar este tipo de estudio por consiguiente se realizara los tres tipos de análisis ya que es una estructura que no estará sometida a cargas elevadas y su operación será de uso eventual, con estas indicaciones se verifica que, los parámetros descritos resulten viables para continuar con la investigación y realizar.

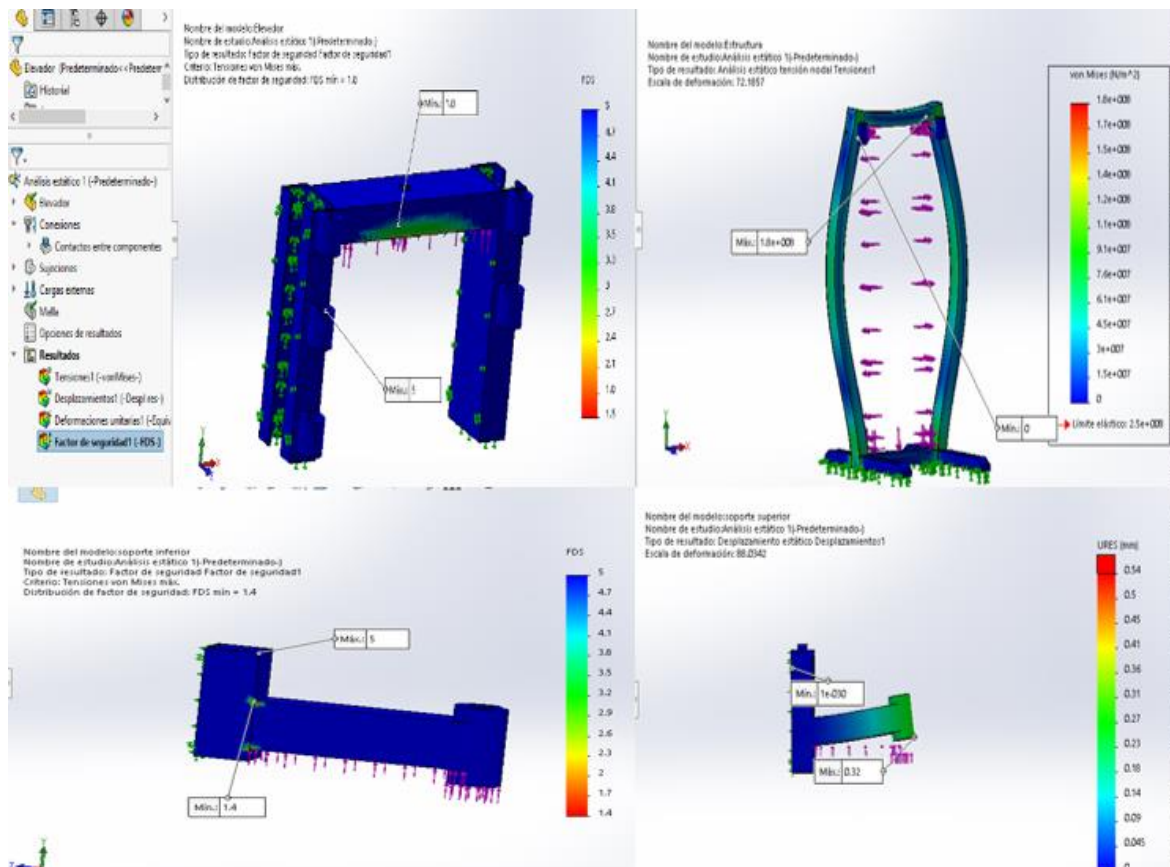


Figura 2.10 Simulación de cargas mediante software CAE
Fuente: (Autores)

En la Figura 2.10 indica la simulación realizada de los elementos fundamentales del opresor neumático, dichos elementos se encuentran sometidos a la carga que se necesita para comprimir el resorte, los resultados de cada prueba indican valores satisfactorios, obteniendo como resultado una deformación elástica máxima de 1.28 que es igual a 25783N/m^2 que se encuentra entre los límites de elasticidad del acero aplicando una carga de 9267.28 N , esto indica que la estructura tiene el diseño favorable para su ensamble, de igual manera el análisis de desplazamiento es 0.32 mm , este análisis nos permite identificar el movimiento axial o radial que tendrá el material al aplicar la fuerza, con la aplicación de la carga de 9267.28 N , la estructura en la zona media se desplaza un máximo de 0.32 mm , es una distancia favorable ya que no excede los 3 mm en cada elemento y para determinar si la estructura es segura, los materiales seleccionados son adecuados para este tipo de cargas se obtuvo un factor de seguridad promedio de 2.1 , valor que indica que la estructura soportara las carga para comprimir el resorte sin sufrir deformaciones, el factor de seguridad avala su funcionalidad de todas las piezas fabricadas con el material seleccionado resistirán posibles sobre esfuerzos a futuro.

2.5 DISEÑO ELECTRÓNICO

El opresor neumático es comandado por un circuito electrónico y eléctrico, que permite una mejor operación de trabajo y brindando seguridad al operador, este panel de control incluye:

- Pulsadores
- Switch
- Diodos led indicadores
- PLC 230 RC

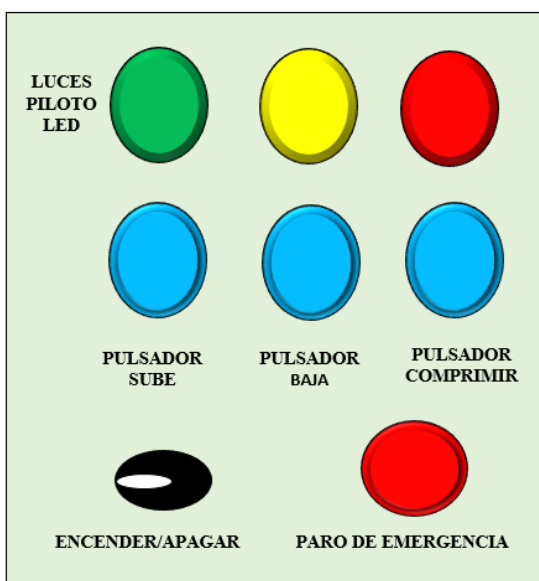


Figura 2.11 Diseño del panel de control del opresor neumático

Fuente: (Autores)

Se ubica en la parte lateral derecha superior, en este sistema incorpora los elementos de control y eléctricos. Las dimensiones del panel de control son de 30 x 20 x 15 cm, el dimensionamiento del panel es acorde a la longitud del PLC, así como también cableado eléctrico, entre otros circuitos, el dimensionamiento es adecuado con el espacio necesario.

Switch de encendido, permite al operario poner en funcionamiento el circuito de mando.

Pulsadores de sube, baja y comprimir, funcionan cuando el switch está en la posición encendido que permiten ajustar el resorte para ser comprimido, una vez que el pulsador sube es accionado permite ajustar el resorte con las garras para un mejor desempeño, al activar el pulsador comprimir, este pulsador de manera automática comprimirá al resorte la distancia requerida, una vez terminado la fase de cambio del amortiguador, el pulsador baja es activado el opresor vuelve a su posición inicial de funcionamiento.

Pulsador de emergencia, brinda al operario una mejor reacción para el apagado de la maquina en caso de que exista una anomalía en el sistema., este pulsador permite desconectar la corriente eléctrica, así como también desactiva la electroválvula de manera inmediata.

Los leds son activados de acuerdo al pulsador que se activa lo que permite tener una respuesta visual del correcto funcionamiento de los pulsadores y actividad que se está ejecutando.

2.5.1 CONTROL DEL OPRESOR NEUMÁTICO

El opresor neumático es controlado por un controlador lógico programable PLC, para la selección del PLC se basó en las condiciones de operación de la máquina, se determinó y selecciono un PLC compacto de la serie LOGO 230 – RC, este dispositivo electrónico permite activar y desactivar la electroválvula por medio de los pulsadores dispuestos en el panel de control.

El siguiente diagrama de flujo permite identificar las instrucciones que emite el PLC a la electroválvula a través de los diferentes pulsadores del panel de control del opresor neumático.

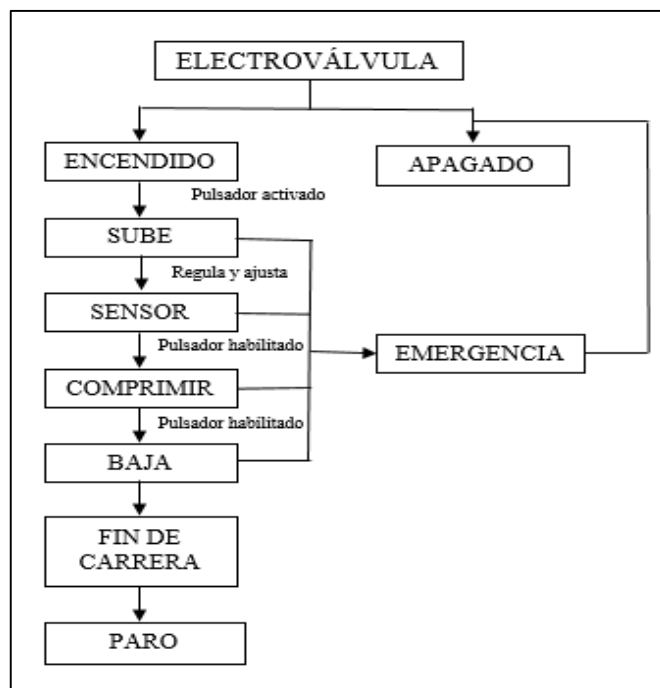


Figura 2.12 Diagrama de flujo del panel de control
Fuente: (Autores)

En la Figura 2.12 indica el diagrama de flujo del funcionamiento de la electroválvula que es accionada por el modulo controlador por medio de los pulsadores del panel de control (subir, bajar, comprimir), cuando el selector se encuentra en posición encendido las bobinas de la electroválvula se encuentran energizadas para reaccionar de forma inmediata a cualquier señal emitida por los pulsadores.

2.5.2 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PLC

Para la codificación del PLC, se utilizó el software de uso gratuito LOGO soft Comfort el cual permite codificar mediante comandos gráficos de manera simple y cumpliendo las funciones que se requiere al ejecutarse el programa.

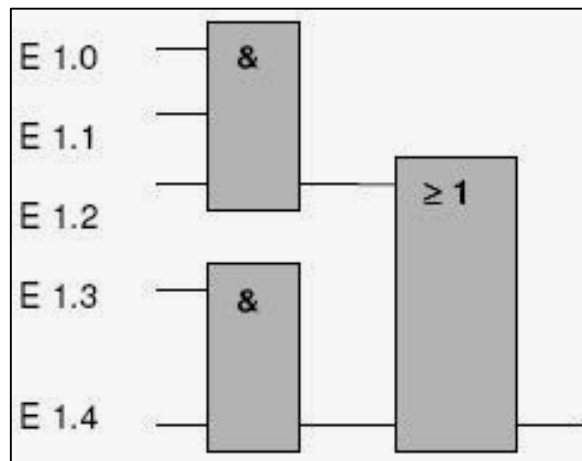


Figura 2.13 Comandos de programación PLC

Fuente: (Autores)

Al tener establecido las funciones y parámetros que va a realizar el opresor neumático se definen las entradas y salidas de los elementos que serán controlados. Una vez que se tiene el código es fundamental realizar la simulación del programa para verificar que los comandos establecidos están correctamente definidos, si el código de programación cumple los requerimientos de la maquina se procede a cargar el programa al controlador PLC.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo de fabricar un opresor destinado al cambio de amortiguadores de vehículos livianos es brindar al usuario una herramienta que le permita realizar un trabajo seguro, esta herramienta permite el cambio del amortiguador en un tiempo corto, esto es producto de la integración de la mecánica, neumática y electrónica en una herramienta eficiente y eficaz al incluir estas tres áreas de la ingeniería obtenemos resultados favorables brindando un producto seguro pero con grandes prestaciones con un costo relativamente bajo para su adquisición en mecánicas automotrices.

En este capítulo se describirá los elementos electrónicos, neumáticos y construcción de la prensa neumática para su correcto funcionamiento. Se describirá las pruebas realizadas en el opresor neumático con diferentes tipos de sistemas de suspensión de vehículos (conjunto resorte amortiguador) para determinar las perspectivas que se plantearon para el desarrollo del proyecto.

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL OPRESOR NEUMÁTICO

Es una herramienta destinada al campo automotriz para el cambio de amortiguadores del sistema de suspensión de vehículos livianos, este opresor trabaja con aire comprimido, el cual lo encontramos en abundancia en nuestro entorno, para el control de la prensa se utilizó un controlador lógico programable LOGO 230 RC, que permite controlar los diferentes pulsadores que a su vez activa la electroválvula de 5 posiciones y 3 vías.

El dimensionamiento de la estructura es de 900 x 1400 mm (ancho y alto respectivamente) teniendo como resultado una herramienta fija por su tamaño y peso, el área de trabajo del opresor tiene una longitud máxima de 600 mm y mínima de 25 mm, este rango se analizó con el objetivo de trabajar con más resortes de diferentes vehículos por que en el mercado existen diferentes longitudes, espesores, y forma.

La capacidad de compresión del opresor neumático es aproximadamente de 1 tonelada, y la fuerza que se requiere para comprimir un resorte del vehículo Chevrolet liv Dmax 4x4 es

945 Kgf o 9267.28 N, teniendo en cuenta la presión regulada del compresor existente en el taller automotriz campus colegio Universitario de la Universidad Técnica del Norte de 8 bar.

El circuito eléctrico y electrónico cuenta con protecciones en caso de emergencia por cualquier eventualidad que se presente, con el objeto de salvaguardar los componentes electrónicos sensibles (LOGO 230 RC, ELECTROVALVULA). Estos componentes permiten el paso de aire y control del cilindro neumático por ende se debe tener precaución al momento de poner en funcionamiento la herramienta neumática, verificar que no exista cables desconectados o la corriente eléctrica se encuentre baja.

El funcionamiento y prueba de la herramienta neumática se realizó en dos fases, la primera fase consta del funcionamiento de la maquina en vacío es decir comprobamos que los componentes mecánicos y electrónicos se encuentren funcionando perfectamente, a diferentes presiones la segunda fase consta del funcionamiento con carga para esta fase se realizó con 3 tipos de resortes de los vehículos, Chevrolet corsa evolution 2004, Suzuki uno 1990 y Chevrolet luv dmax 4x4 2009.

La prueba del pulsador de emergencia se realizó en las dos fases, este pulsador permite desactivar en cualquier momento o posición que se encuentre el vástago del cilindro, es decir desconecta el circuito eléctrico dejando la electroválvula sin alimentación, se tomó en consideración la implementación de este sistema para evitar daños al operario en caso de existir alguna falla o eventualidad eléctrica. Se tomaron datos a diferentes presiones para definir la fuerza o presión que se necesita para comprimir los diferentes resortes.

3.2 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN CAE

En la siguiente tabla 3.1 indica los resultados obtenidos producto de la simulación realizada en Solid Works presentando valores favorables para cada análisis de fuerzas, los resultados presentados no sobrepasan las propiedades mecánicas del material, así como también se cumple la teoría de diseño de estructuras, esto permite determinar que la simulación realiza cumple con los parámetros de diseño y permite la total libertad para la adquisición del material, este material es estructural y los precios son accesibles para seguir con el siguiente paso que es la construcción de cada elemento del conjunto de la prensa neumática. Para el dimensionamiento de los componentes (ver anexo I, II).

Tabla 3.1 Resultados de la simulación CAE de la estructura

ELEMENTO	TIPO DE ANÁLISIS	VALOR	MATERIAL	NORMATIVA	CUMPLE
Soporte principal	Tensión Von Mises	25783N/m ²	Tubo cuadrado	ASTM A36	SI
	Deslizamiento	1.9 mm,			
	Factor de seguridad	1.5			
Elevador	Tensión Von Mises	9800 N/m ²	Tubo cuadrado	ASTM A36	SI
	Deslizamiento	0.72 mm			
	Factor de seguridad	1.8			
Soporte superior	Tensión Von Mises	15556 N/m ²	Tubo cuadrado	ASTM A36	SI
	Deslizamiento	0.32mm			
	Factor de seguridad	5			
Soporte inferior	Tensión Von Mises	9810 N/m ²	Tubo cuadrado	ASTM A36	SI
	Deslizamiento	0.35mm			
	Factor de seguridad	5			
Rejilla de seguridad	Tensión Von Mises	12589 N/m ²	Tubo redondo	ASTM A653	SI
	Deslizamiento	0.05 mm			
	Factor de seguridad	2.1			

Fuente: (autores)

El análisis estructural asistido por computadora permite conocer si la fuerza o carga externa que se va aplicar a la estructura soportara sin sufrir deformaciones a corto o largo plazo esto se determina con el factor de seguridad cuan o que se encuentren en las tolerancias de diseño para cada tipo de análisis, por consiguiente para la presente investigación el factor de seguridad promedio es 3.1, resultado que permite seguir con la construcción del opresor.

3.3 CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Para la construcción de las partes del opresor neumático se utilizó el material ACERO ASTM A36 ESTRUCTURAL, como resultado de las simulaciones, para la fabricación de cada elemento que conforma la herramienta neumática se realizó de acuerdo a los planos (ver anexo 1), cada pieza tuvo procedimientos diferentes, para obtener como resultado la pieza dimensionada, entre los procesos de fabricación se utilizó:

- Torno
- Soldadura mig
- Soldadura tipo smaw (E 6011)
- Corte con plasma

En la tabla 3.2 se describe los procesos que se realizaron para cada elemento del opresor neumático.

Tabla 3.2 Procesos de fabricación para elementos estructurales

PROCESO	PIEZA MECÁNICA	CANTIDAD	DIMENSIONAMIENTO
Torno	Bisagras de 3 puntos	4	16 cm
	Manijas de ajuste	4	5 cm
	Mecanizado de tope del soporte de amortiguador corredizo	1	5 cm
	Rosca	1	2.5 cm
	Bocines	4	5 cm
Suelda MIG	Cordón de suelda para refuerzo en los soportes superior e inferior	1	
	Soldadura de plancha para refuerzo en la base del elevador	1	
Suelda smaw	Estructura principal	1	
	Rejilla de protección	1	
	Elevador	1	
Corte con plasma	Corte de plancha (redondo)	1	20 cm

Fuente: (Autores)

Los elementos que fueron realizados de acuerdo a las exigencias del opresor neumático, esto se realizó para que cumplan con las dimensiones de los planos, los componentes realizados con los procesos de SUELDA MIG Y SMAW las dimensiones se encuentran en la Tabla 2.7 y anexo I.

- **Construcción de la estructura base**

Para la construcción de la estructura base primero se verifico las medidas de los planos (ver anexo 1, plano estructura principal) y se procedió con el siguiente proceso: se compró tubo rectangular 100 x 3 x 6000 mm. En el siguiente grafico indica los cortes que se realizó



Figura 3.1 Tubo rectangular para la construcción
Fuente: (Autores)

En la Figura 3.1 indica el proceso que se realizó para la construcción, se cortó 2 tubos de 1400mm, 2 de 900 y uno de 500 mm según los planos de diseño, para el ensamble se utilizó suelda SMAW con electrodos 6011 y fueron reforzados con electrodo 6013 para lograr una estructura sólida y así evitar fallos por uniones.

- **Construcción de las bisagras**

Para la construcción de las bisagras de 3 puntos se realizó dos procesos corte y torneado, para este elemento se utilizó se utilizó 1500 mm de varilla moldeable de 50mm de grosor, en el siguiente grafico se presenta el corte y el torneado final de las bisagras que sirven como guías de los soportes superiores e inferiores.



Figura 3.2 Fabricación de bocines de bisagras

Fuente: (Autores)

Como se indica en la Figura 3.2 se realizó 4 cortes de la varilla de 500mm a longitudes de 150 mm, el siguiente proceso para la fabricación es torner cada una de ellas para obtener la forma deseada y las dimensiones propuestas en el plano de diseño.

- Construcción del elevador

Para la construcción del elevador se utilizó 3 metros de tubo rectangular de 110 x 55 x 2 mm, la construcción de este elemento debe ser acorde a los planos de diseño, es el elemento principal que se encuentra acoplado al cilindro neumático y su movimiento permitirá la compresión del espiral y pilar de los soportes inferiores.



Figura 3.3 Nivelación de la estructura del elevador

Fuente: (Autores)

Como se indica en la Figura 3.3 los cortes realizados son 2 cortes de 350 mm y 1 de 510mm (ver anexo 1, plano elevador), para la unión de las vigas se utilizó Smaw E6011 y se procedió a evaluar el elevador que permita subir y bajar en la estructura, una vez realizado esta evaluación se procedió a retirarlo de la estructura para fijar las partes con Smaw E6011, anexando sus respectivas bisagras, una vez montado el elevador en la estructura principal correctamente, se procedió a fijar la parte superior de la estructura principal anexando las bisagras con Smaw y electrodo E6011

- Construcción de los soportes superiores e inferiores

Para la construcción de los soportes superiores e inferiores se utilizó 5 metros de tubo cuadrado de 50 x 50 x 2 mm, el proceso de elaboración para este elemento se realizó con dos tipos de suelda para obtener mejores resultados de fijación.



Figura 3.4 Soporte superior

Fuente: (Autores)

En la Figura 3.4 indica los cortes realizados que fueron: 4 cortes de 225 mm y 4 de 175 mm, la unión se realizó con suelda de arco Smaw con electrodo E6011 y para obtener mejor fijación se utilizó Suelda Mig. Para la parte regulable de los soportes superiores se realizó una reducción de tubo cuadrado 50x50 x 2 mm a 48x48x 2 mm para poder introducir en el soporte principal para la regulación del sistema. Para la manija de ajuste que va acoplada al tornillo se realizó con varilla lisa de 3" recortadas con 104 mm de espesor mecanizadas y

torneadas para acoplar al perno que será de regulación. Para la parte móvil de los soportes o las garras, se realizó un bocín con varilla de 2" de espesor torneada y taladrada que será ensamblada en el tubo cuadrado del soporte. Para la parte del soporte inferior que acopla al espiral, se diseñó 4 medias lunas de plancha de metal de 3 líneas de espesor.

- **Construcción rejilla de seguridad**

Para la construcción de la rejilla de seguridad se utilizó 6 metros de tubo de 1" de diámetro, 1 metro de Angulo 1"3/4 x 3/16. La rejilla de seguridad se implementó con el objetivo de salvaguardar la integridad física del operario.



Figura 3.5 Corte del tubo para la rejilla
Fuente: (Autores)

Como se indica en la Figura 3.5 Se realizó 3 cortes de 1406 mm de acuerdo al plano de diseño (ver anexo 1, figura plano rejilla de seguridad), de igual manera se realizó 2 cortes del ángulo de 415 mm que servirán de sujeción fija de los tubos. Se realizó el proceso de doblado en forma de U con ayuda de una dobladora de tubo de 1", al tener los 3 tubos doblados en forma de U se procedió a colocar en la base del ángulo, respectivamente se realizó la correcta división de 125 mm que irán dispuestos en forma paralela, de igual manera. Se procedió a soldar los tubos doblados en los ángulos, para este tipo de unión se utilizó soldadura tipo Smaw con electrodo E6011.

La construcción de cada elemento fue realizado de acuerdo a los planos de diseño con el respectivo material cada proceso de fabricación se realizó con éxito. Una vez terminado la construcción de la estructura se procedió con los elementos electrónicos.

3.4 ENSAMBLE DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO

El software utilizado para la programación es un software libre, de fácil manejo, es importante destacar que se debe utilizar la versión actual de softcomfort v8.2 para que reconozca el equipo controlador.



Figura 3.6 Controlador lógico LOGO 230 RC
Fuente: (Autores)

Como se mencionó en el capítulo anterior la centralita principal que emite señales de trabajo es un componente electrónico LOGO 230 RC como se indica en la Figura 3.6, que cuenta con capacidad de almacenamiento de datos 400 blocks expandibles lo que permite realizar la programación sin contratiempos, para la transferencia del circuito electrónico del computador al LOGO, se utilizó un cable con puerto RJ45, configurando el puerto LAN para que reconozca el equipo sin problemas, una vez que se tuvo la conexión simultánea, se procede a transferir el programa con los mandos que se emplearon en el panel de control. Para alimentar el LOGO 230 RC se necesita de una fuente eléctrica de 220 v, esto se debe para la activación de la electroválvula que cuenta con relés de activación de 220v, además este módulo permite realizar la programación directamente desde el modulo es decir no es necesario utilizar una PC, por cuestiones de tiempo y facilidad de manejo se utilizó el computador.

Se integró un circuito de seguridad que consta de 2 selectores de 5 amperios para la electroválvula y el modulo electrónico, con el fin de evitar daños irreparables en estos dos componentes sensibles en eventualidades de baja o elevada tensión, cuando exista este tipo de alteración los selectores se activan y desconectan todo el circuito eléctrico sin importar la ubicación del vástago del cilindro neumático asegurando su posición fija.

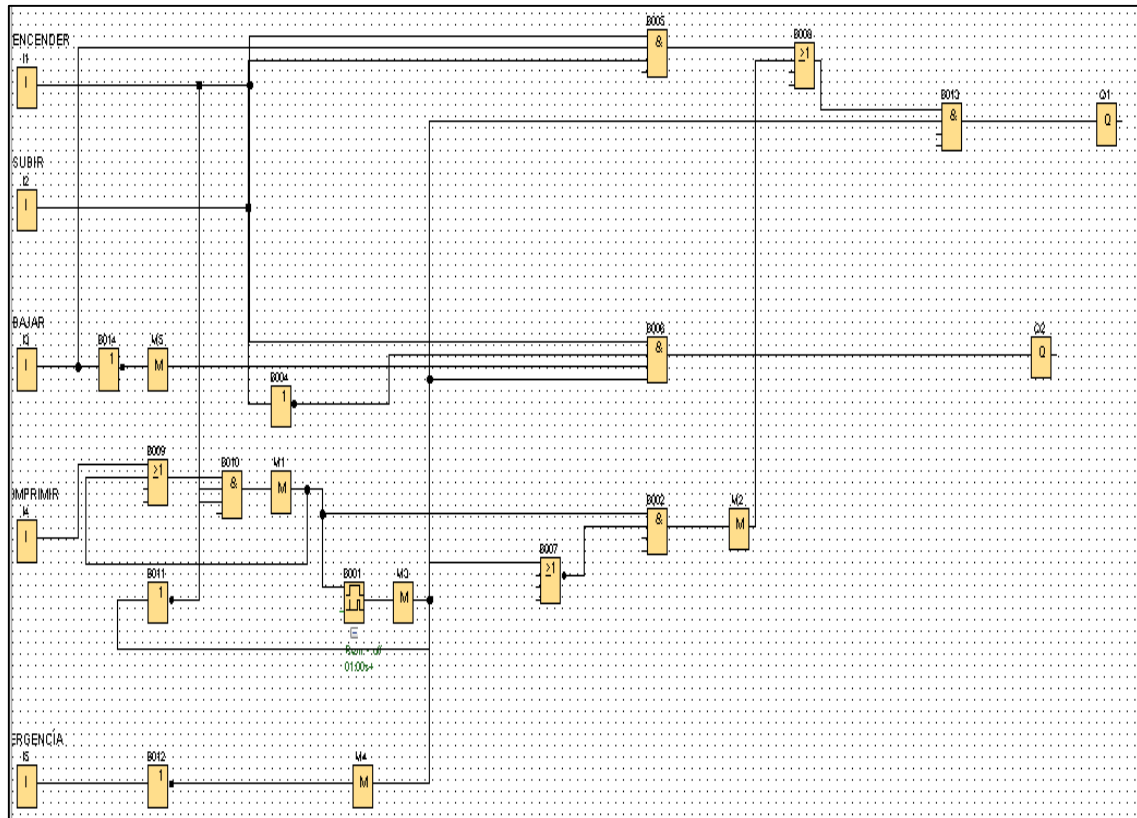


Figura 3.7 Código principal de control

Fuente: (Autores)

En la Figura 3.7 se presenta el circuito electrónico realizado en la computadora con el software descrito en el capítulo anterior, LOGO SOFT COMFORT V8.2 este software tiene la facilidad de proporcionar un entorno de programación gráfico mediante bloques.

De acuerdo al panel de control descrito, el circuito consta de 5 interruptores, entre los cuales tenemos.

- Selector de una posición, encender / apagar.
- Pulsador normalmente abierto, subir.
- Pulsador normalmente abierto, bajar.
- Pulsador normalmente abierto, comprimir.
- Pulsador normalmente abierto, paro de emergencia.

- **Circuito selector, encender/ apagar**

Para encender o apagar la prensa neumática se realiza mediante un selector de 22 mm metálico de 2 posiciones normalmente abierto.

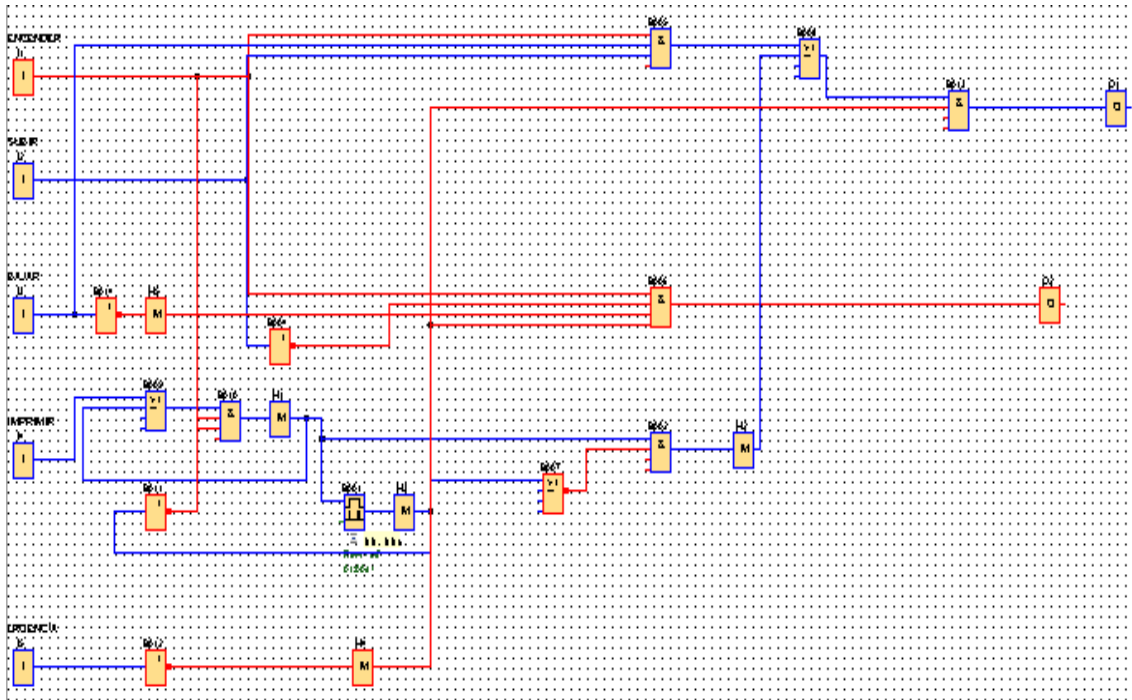


Figura 3.8 Funcionamiento, circuito selector encender/apagar

Fuente: (Autores)

En la figura 3.8 se describe como se activa la señal del selector: al colocar el selector en la posición de encendido envía una señal que permite ejecutar los diferentes procesos (subir, bajar, comprimir). Esta señal se logra mediante un bloque AND que impide activar simultáneamente dos señales.

Para la conexión física de este componente se utilizó, cable sólido número 15, con el objetivo de mejorar la conducción eléctrica, de igual manera presentan facilidad de operación para realizar el cableado.

- **Circuito pulsador normalmente abierto, subir**

Para cumplir con la función SUBIR se realiza por un pulsador de 22mm metálico normalmente abierto (NA), dispuesto en el parte superior izquierdo del panel de control con su respectiva luz piloto led color verde.

De igual manera la conexión se realizó con cable sólido número 15 por las características que presenta a diferencia de los cables trenzados, se debe tener en cuenta que al accionar este pulsador se necesita de 2 personas para ubicar el conjunto resorte /amortiguador, con el objetivo de colocar en posición rectilínea.

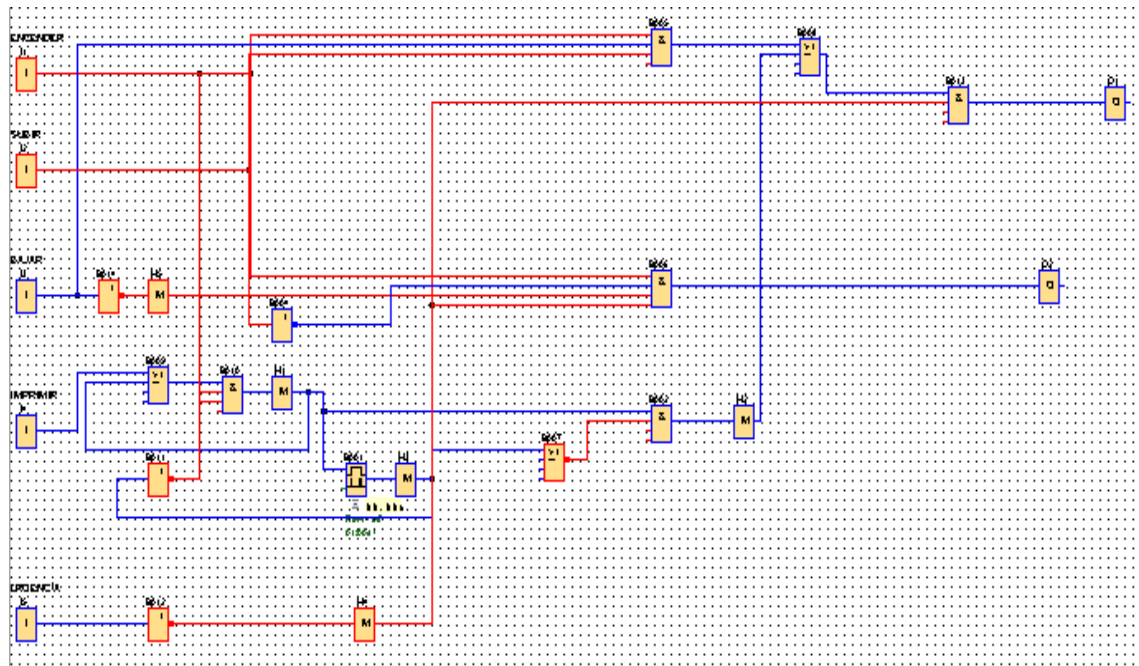


Figura 3.9 Diagrama, circuito pulsador SUBIR
Fuente: (Autores)

En la Figura 3.9 indica la activación del pulsador (SUBIR), este envía la señal al punto I2 para la activación de la salida Q1 correspondiente al solenoide de la electroválvula que permite el paso de aire, el cual empuja el vástago hacia afuera.

- Circuito pulsador normalmente abierto, bajar

Esta función se cumple con un pulsador metálico de 22 mm normalmente abierto (NA), situado en el panel de control, zona central de los pulsadores, con su respectiva luz piloto led amarilla.

Para su conexión física en el panel de control se utilizó el mismo cable sólido (azul), se utilizó diferente color en cada conexión con el objetivo de verificar y cada pulsador, este pulsador tiene dos funciones, la primera, sirve como ajustador del resorte, esta función se realiza cuando se da inicio al montaje del resorte con los pulsadores, SUBIR Y BAJAR ajustamos de manera estática y uniforme, su segunda función permite descomprimir el resorte una vez terminado el proceso de cambio de amortiguador, antes de accionar este pulsador se debe regular la presión a 2 bar, esto se realiza para evitar descensos bruscos, debido a que el resorte al estar comprimido mantiene una fuerza y al ser descomprimido esta fuerza se dispara de manera incontrolada por tal motivo se recomienda bajar la presión de la línea de aire comprimido.

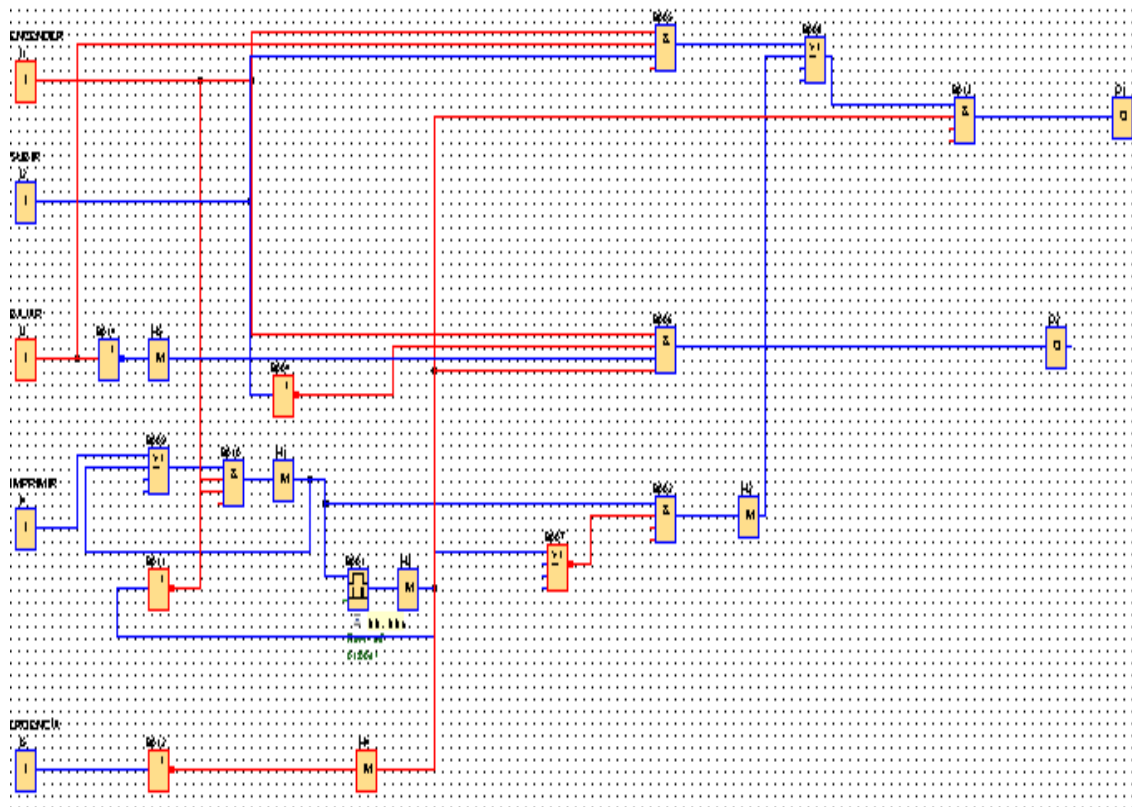


Figura 3.10 Diagrama, circuito pulsador BAJAR

Fuente: (Autores)

En la figura 3.10 el pulsador (BAJAR) se encuentra activado, al estar en funcionamiento emite una señal al puerto de entrada I3 para la activación de la salida Q2 que corresponde al solenoide de la electroválvula que permite el paso de aire permitiendo que el vástago retroceda a su punto inicial.

- **Circuito pulsador normalmente abierto, comprimir**

Esta función es controlada por un pulsador metálico de 22 mm normalmente abierto (NA) con su respectiva luz piloto color rojo, permite el trabajo de la prensa neumática, es decir, comprime el espiral de acuerdo a la distancia establecida para aflojar la tuerca de sujeción del amortiguador y poder retirarlo sin problemas.

La conexión se realizó con cable sólido (amarillo), se consideró el tiempo utilizado y programado en función de cada tipo de resorte obteniendo como tiempo promedio 2 segundos, este pulsador debe ser accionado únicamente cuando el conjunto resorte/amortiguador se encuentre totalmente fijado con las garras superiores e inferiores del opresor.

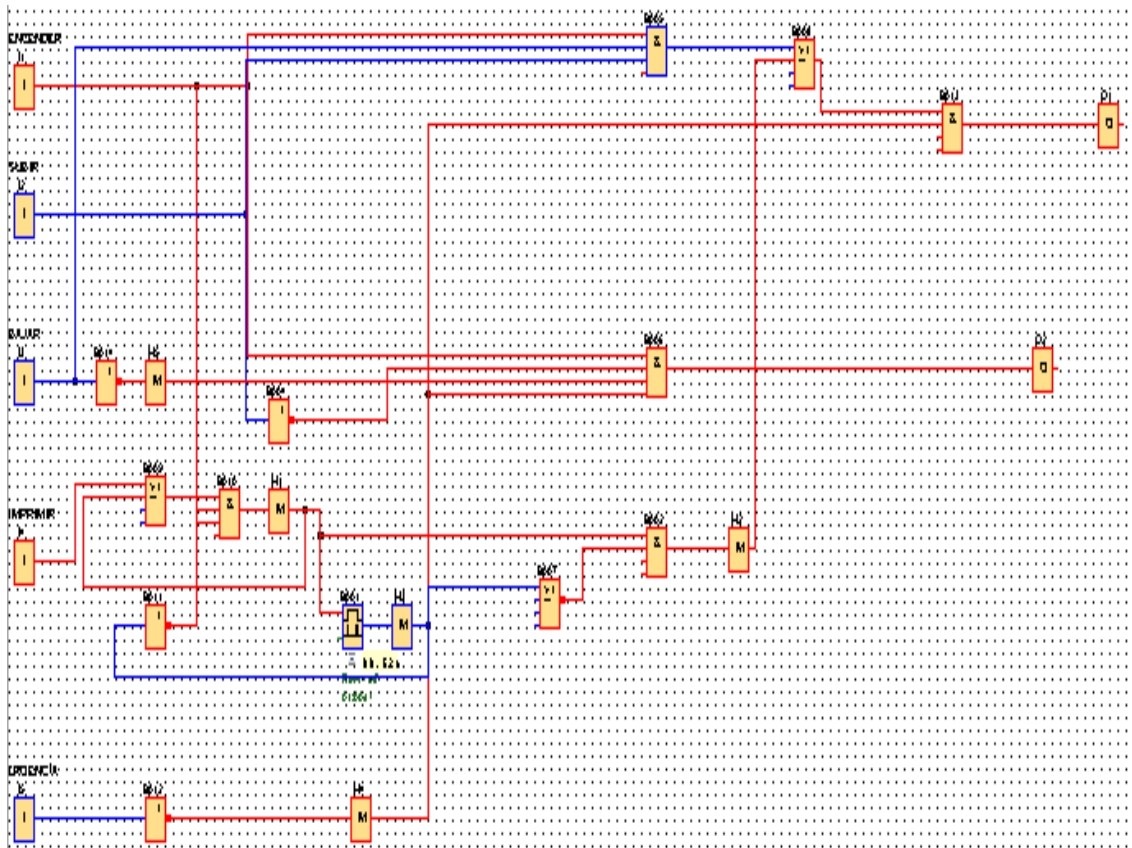


Figura 3.11 Diagrama, circuito pulsador COMPRESOR

Fuente: (Autores)

En la figura 3.11 al accionar el pulsador comprimir envía la señal I4 activando la salida Q1 correspondiente al solenoide de la electroválvula que permite el paso de aire para la salida del vástago durante 2seg (tiempo necesario para comprimir el resorte a una distancia de 5cm), este pulsador se utiliza únicamente cuando el resorte se encuentre “fijo”, una vez que se encuentre en esta posición accionamos con un solo pulso, y de manera automática el vástago del cilindro subirá o comprimirá 5 cm.

- **Circuito pulsador normalmente abierto, emergencia**

Esta función es comandada por un pulsador plástico de 22 mm tipo hongo con giro es de posición normalmente abierto, permite desconectar inmediatamente todo el sistema en situaciones de peligro o una eventualidad inestable de corriente eléctrica, fugas de aire, etc.

Para detener un equipo o maquina industrial se ha implementado un interruptor de emergencia con el fin de salvaguardar la integridad física del operario y los componentes más delicados de la máquina. De acuerdo a esta justificación se determinó necesario la implementación de un pulsador de emergencia.

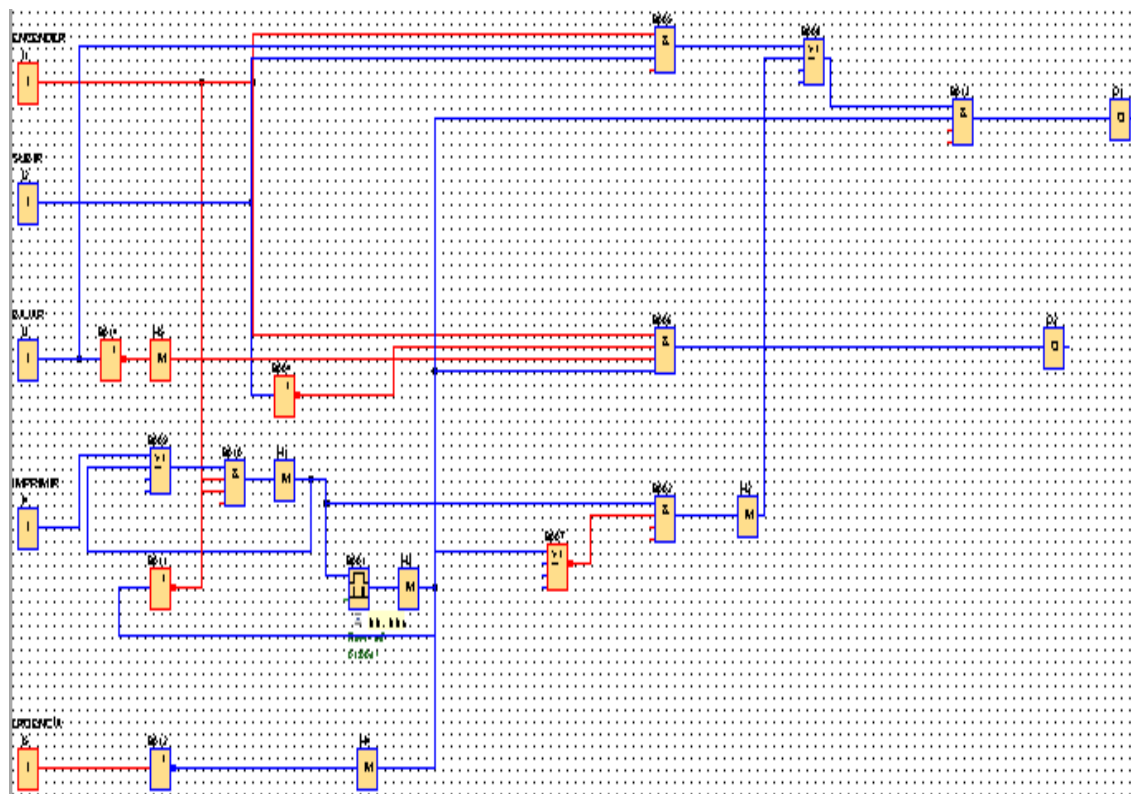


Figura 3.12 Diagrama, circuito pulsador EMERGENCIA
Fuente: (Autores)

El diagrama eléctrico de la figura 3.12 ante un evento inesperado el PARO DE EMERGENCIA activa la señal I5 des-energizando los solenoides de la electroválvula llevándola a un estado de bloqueo que impide el paso de aire hacia las cámaras del cilindro, así como, interrumpiendo las entradas del PLC a excepción del encendido y apagado de la máquina.

Incorporar un pulsador de emergencia es fundamental en todo equipo automatizado, la aplicación garantiza el paro oportuno y a tiempo frente a eventualidades catastróficas, por lo general su distintivo es color rojo y debe estar visible y accesible de manera inmediata, se considera las siguientes ventajas.

- Elemento de seguridad.
- Tiempo de reacción inmediata sin considerar el punto de funcionamiento.
- Protege los componentes más costosos del equipo.

La activación del pulsador puede producirse cuando la maquina se encuentre en funcionamiento de compresión del espiral (vástago del cilindro sube), cuando el opresor se encuentre comprimiendo o cuando el trabajo de operación ha finalizado (vástago del cilindro baja), cuando se detecte mala posición del resorte es esencial activar este pulsador.

3.4.1 CONEXIÓN DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO

Como se ha descrito; el panel de control esta comandado por el módulo LOGO 230 RC, controlando las diferentes funciones de la prensa neumática de acuerdo a las exigencias del operario.

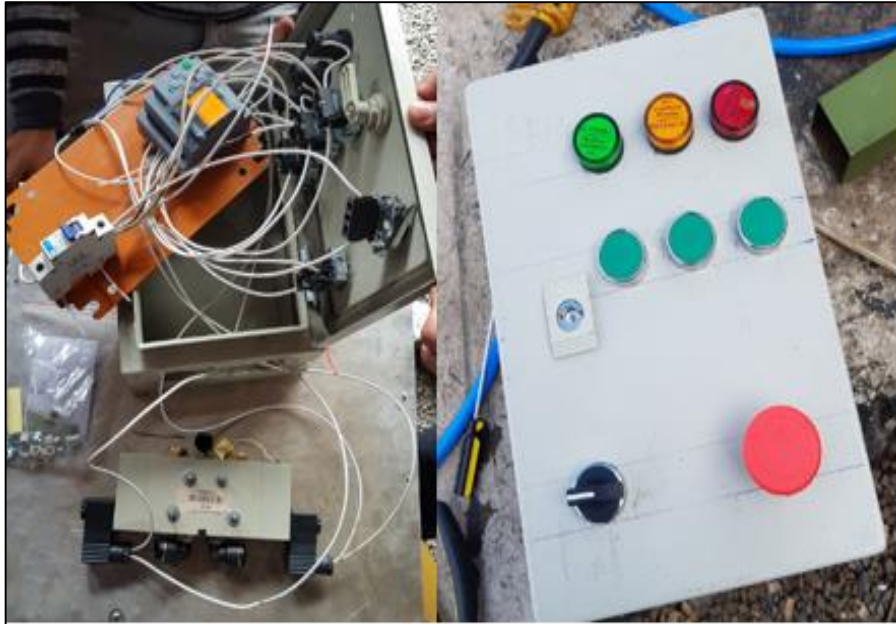


Figura 3.13 Ensamble circuito electrónico
Fuente: (Autores)

En la Figura 3.13 se observa la conexión física del circuito electrónico que se realiza desde el LOGO 230 RC a las diferentes salidas y entradas (pulsadores, Relé, luces piloto), al accionar un determinado pulsador emite una señal de activación o cierre de corriente al solenoide de la electroválvula, así como también se activa la respectiva luz piloto. Los relés de la electroválvula 5/3 al ser energizados abre o cierra las cámaras de aire, esto permite el paso o cierre del aire comprimido hacia el cilindro neumático dependiendo del pulsador seleccionado. Se implementó disyuntores de 5 amperios, este componente eléctrico es utilizado para evitar sobre cargas a elementos sensibles, cuando el amperaje esta sobre los 5 amperios este disyuntor es activado y cortando el paso de energía en nuestro caso el PLC de igual manera permite desactivar todo el panel de control para evitar daños en luces piloto, pulsadores, rele. El cable que se utilizó para las conexiones fue cable solido N° 15, se utilizó este tipo de cable para mejorar el paso de energía y asegurar los componentes este tipo de conductores solidos también proporciona características de conservar su forma. La dimensión de la caja metálica que contiene los componentes electrónicos y eléctricos es de 30 x 20 x 15 cm.

3.5 ENSAMBLE DEL CIRCUITO NEUMÁTICO

Como se describió en el anterior capítulo el circuito neumático fue realizado con el software FESTO FLUID SIM PNEUMATICS V4.2, los resultados obtenidos de la simulación fueron los esperados para la activación de la electroválvula con pulsadores, en la siguiente figura se indica el resultado del circuito eléctrico para la activación de la electroválvula.

- Activación BOBINA SUBE

Para la siguiente simulación se realizó con datos técnicos reales, es decir se utilizó la presión de simulación de 9 bar, una electroválvula 5 vías 3 posiciones, un cilindro doble efecto y conexión eléctrica para la activación de los relés de la electroválvula de 220 v.

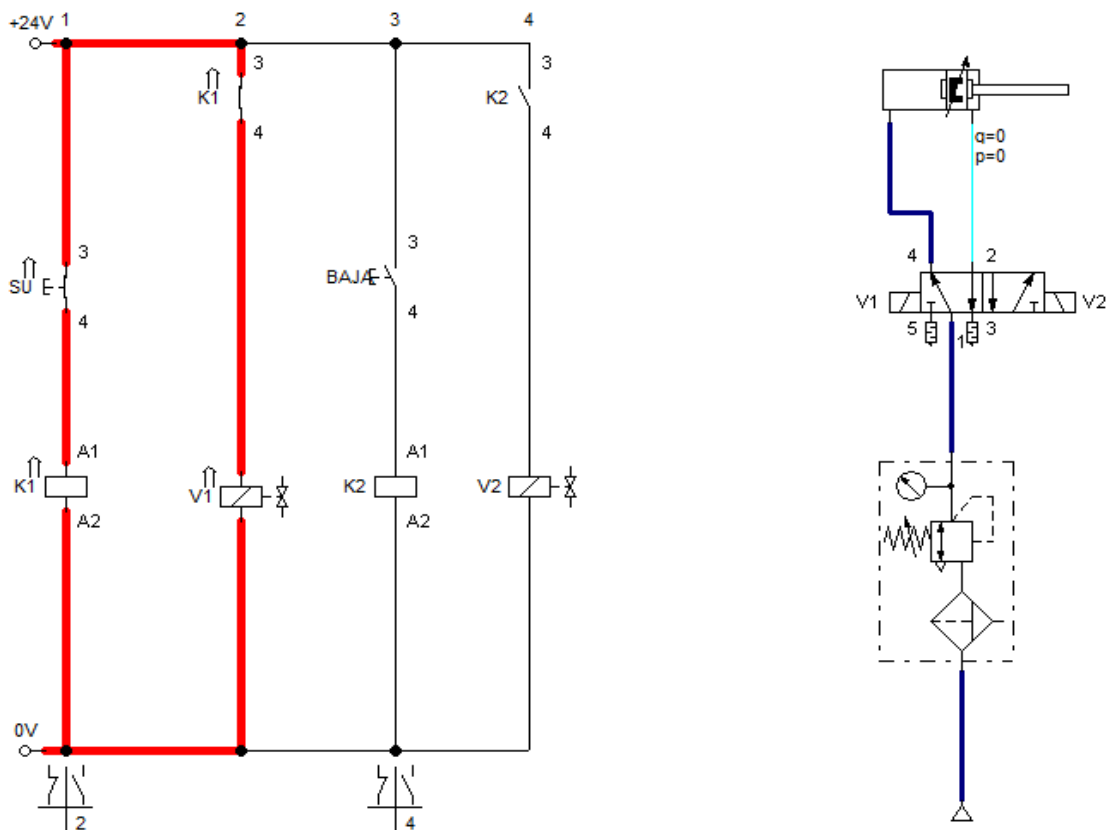


Figura 3.14 circuito electro neumático activación bobina SUBE

Fuente: (Autores)

En la figura 3.14 el pulsador SU (SUBE), activa el obturador k1 el cual deja pasar energía y activa la bobina de la electroválvula V1, una vez energizado la bobina, abre la cámara de entrada de aire dejando pasar el fluido comprimido hacia el cilindro para que el vástago suba en su totalidad o regulando su posición final.

- Activación BOBINA BAJA

Para la activación de esta bobina en el panel de control se incorporó un pulsador normalmente abierto que se describió en la sección de ensamble del circuito eléctrico y electrónico.

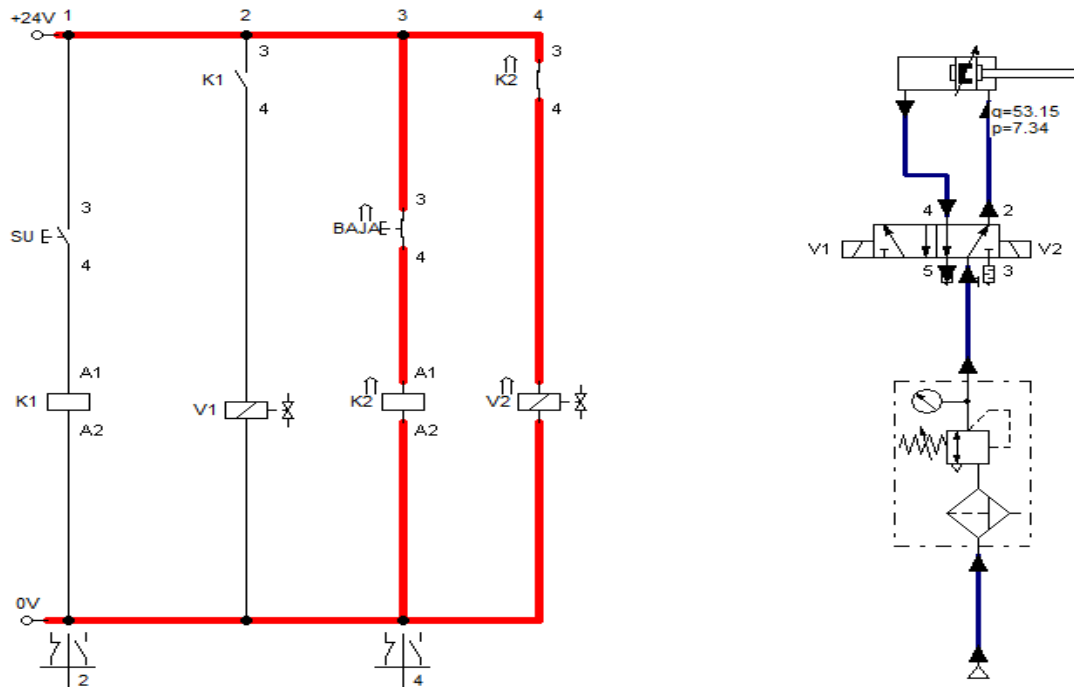


Figura 3.15 Circuito electro neumático activación bobina BAJAR

Fuente: (Autores)

En la figura 3.15 al presionar el pulsador BAJA, se cierra el circuito que es comandado por el pulsador SU, y se activa el obturador K2 que permite el paso de energía hacia la bobina de la electroválvula V2 que permite el retorno del vástago a su posición inicial.

3.5.1 CONEXIÓN DEL CIRCUITO NEUMÁTICO

Para la conexión eléctrica de la electroválvula se realizó con cable sólido número 15 color blanco, y para la conexión de entrada de aire comprimido se utilizó manguera poliuretano 12 x 9, de igual manera se integró silenciadores de 1/2 nich y codos de 1/2 pulgada.

El objetivo de utilizar silenciadores es reducir el ruido, debido al escándalo que provoca utilizar aire comprimido, incluso si el operario se encuentra constantemente sometido a estas descargas de aire puede ocasionar daños reparables o irreparables al oído, por esta razón se utilizó silenciadores.



Figura 3.16 Conexión física del circuito electro neumático

Fuente: (Autores)

En la figura 3.16 indica la conexión electro neumática en la parte derecha se encuentra la conexión de la electroválvula con cable sólido, un cable de cada bobina va conectada al disyuntor para la energización eléctrica de 220 v y el segundo cable de cada bobina se encuentra conectado al MODULO CONTROLADOR, en los conectores de salida Q1, Q2, y sus entradas son I1, I2, I3. Es decir los pulsadores, SUBIR, BAJAR Y COMPIMIR serán los que accionan estas bobinas acorde al circuito electrónico realizado e instalado en el módulo controlador. Como se puede apreciar la conexión de la entrada principal de aire comprimido es por el ducto de la unidad de mantenimiento y esta comparte a la electroválvula distribuyendo a las entradas del cilindro neumático. El montaje de la electroválvula se realizó sobre una lámina de acero para evitar que se desplace se realizó con pernos número 10, obteniendo resultados favorables, de igual manera para la conexión de los conductos (mangueras) se utilizó codos de acople rápido, estos permiten la unión de la manguera entre la unidad de mantenimiento, electroválvula y cilindro neumático de manera rápida y segura.

Se implementó la unidad de mantenimiento para evitar el ingreso de partículas contaminantes del aire a la electroválvula y cilindro neumático, de igual manera presenta la ventaja de retener el agua condensada que se produce por la presión, el lubricador permite el ingreso de aceite al cilindro neumático para evitar fuerzas de rozamiento y así prolongar la vida útil, el regulador de presión permite mantener una presión constante con la finalidad de trabajar a diferentes presiones para cada tipo de resorte

3.6 ENSAMBLE DE LOS COMPONENTES, ESTRUCTURALES NEUMÁTICOS Y ELECTRÓNICOS

Al realizar todas las partes y verificar que se encuentre perfectamente ensambladas, se procedió a ensamblar el opresor neumático, siguiendo los parámetros establecidos en los planos diseñados (ver anexo I). La utilización de los planos favorece para el correcto ensamble de cualquier maquina o herramienta que requiera la unión de diferentes partes.



Figura 3.17 Ensamble final del opresor neumático
Fuente: (Autores)

El resultado final del ensamble fue excelente, se presenta en la Figura 3.17, además se cumplió los parámetros de selección propuestos en la investigación de diseño, se efectuó con los requisitos que se plantearon, las piezas fueron realizadas con las tolerancias y dimensiones establecidas aplicando procesos de construcción de calidad para obtener una prensa segura y eficiente.

3.7 PROTOCOLO DE PRUEBAS

El protocolo de pruebas una vez ensamblada la prensa neumática, consiste en realizar dos tipos de pruebas con carga y sin carga en las cuales se verifica e inspecciona la calidad de operación y las condiciones que presenta de seguridad y confiabilidad.

3.7.1 CARACTERÍSTICAS DEL OPRESOR NEUMÁTICO

El opresor neumático con accionamiento electrónico presenta los siguientes datos técnicos de funcionamiento:

- Capacidad de operación: 1 resorte
- Capacidad de fuerza de compresión: 1227 kgf = 12024.6 N
- Área de trabajo del resorte: 600 mm y mínima de 25 mm
- Material estructural: ASTM A36, A653
- Panel de control: LOGO 230 RC

3.7.2 EQUIPO DE MEDICIÓN

Los equipos de medición que se utilizó para realizar el protocolo de pruebas con carga y sin carga para verificar la distancia deformada del resorte, presión de deformación y tiempo, son los siguientes

- Calibrador pie de rey o vernier: Elemento de medición de longitud, diámetro.
- Flexómetro: elemento de medición de medida de longitud.
- Cronometro: elemento de medición de tiempo
- Manómetro: Equipo de medición de presión

Los equipos seleccionados se utilizaron para verificar la funcionalidad del opresor neumático, el cronometro se utilizó para verificar el tiempo de ejecución del trabajo sin carga, el calibrador vernier se utilizó para determinar las características técnicas de los resortes utilizados, el flexómetro para verificar la distancia comprimida.

3.7.3 REQUISITOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL OPRESOR

Para poner en funcionamiento el opresor neumático con accionamiento electrónico, el taller debe contar con las siguientes especificaciones, eléctricas y neumáticas.

- Fuente de corriente eléctrica de 220 V
- Línea de aire comprimido (máx. 9 bar)
- Conjunto del sistema de suspensión Resorte/Amortiguador
- Juego de llaves mixtas numero 17

3.7.3.1 CONJUNTO RESORTE / AMORTIGUADOR (DESMONTAJE)

El sistema de suspensión además de absorber las irregularidades del camino, permite el movimiento equilibrado entre el conjunto ruedas y ejes, es fundamental revisar este conjunto con el objeto de evitar daños a otros elementos mecánicos que conforman el sistema, de igual manera se expone el siguiente método para realizar un diagnóstico del conjunto espiral/amortiguador. El sistema de suspensión delantero de vehículos livianos está constituido por un conjunto, espiral helicoidal y en su interior un amortiguador, los espirales pueden variar de longitud y diámetro de espiras lo que presentan diferentes características de resistencias. Para determinar si un amortiguador se encuentra en mal estado se verifica visualmente si el amortiguador drena fluido externo en este caso se procede a desmontar el conjunto de suspensión para el respectivo cambio.

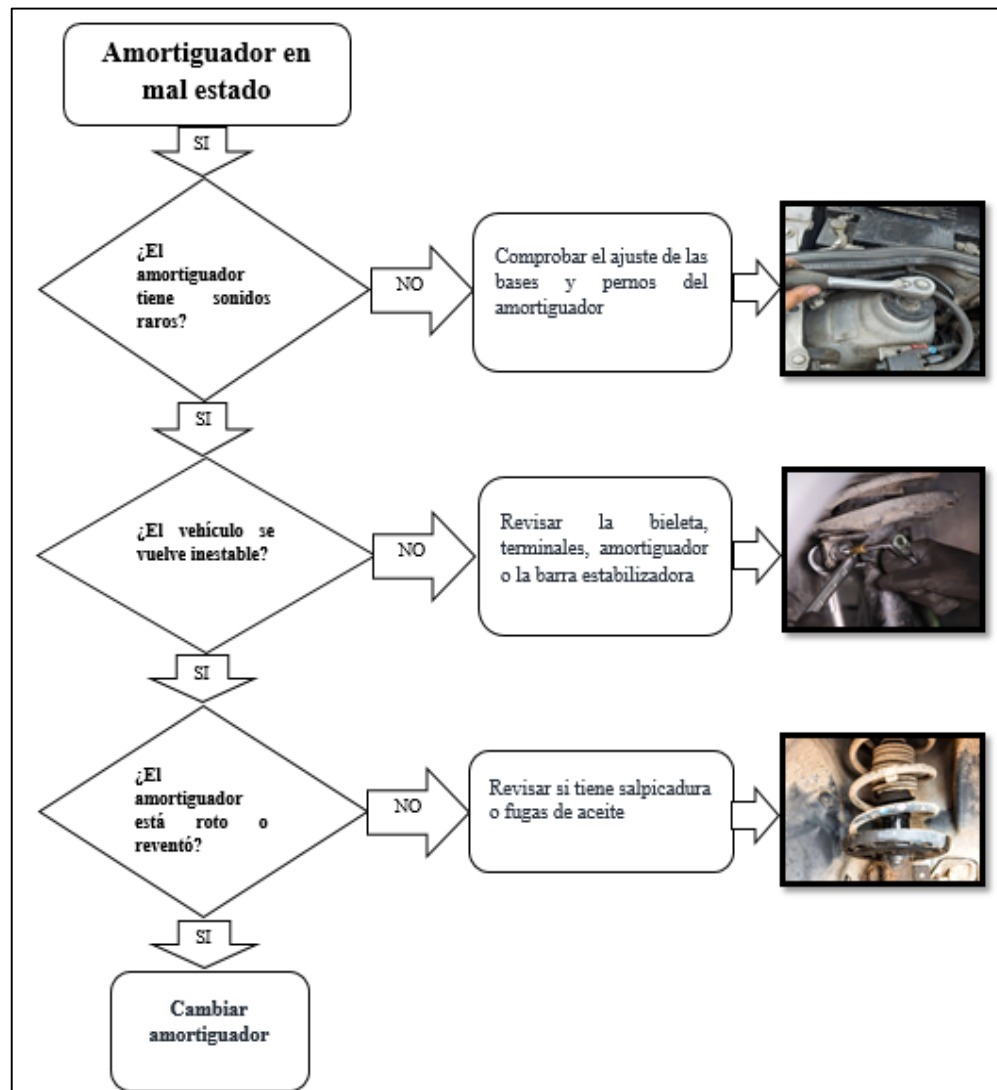


Figura 3.18 Diagrama de flujo para el cambio del sistema de suspensión delantero
Fuente: (Autores)

En la Figura 3.18 indica las condiciones que debe cumplir un amortiguador para determinar si este buen estado, caso contrario se deduce que se debe cambiar con la finalidad de salvaguardar los diferentes elementos mecánicos que integra el sistema de suspensión y chasis.

Una vez realizado el diagnóstico y la opción resulta cambiar el amortiguador se procede a realizar el cambio con el siguiente procedimiento, este procedimiento es para vehículos livianos (< 3500 kg) ya que se verifico que: pernos, sujetadores, componentes de ajuste y agarre son repetitivos para los diferentes modelos de vehículos livianos incluidos en la normativa INEN 2656.

Un proceso es una serie actividades que se encuentran ordenadas lógicamente, lo cual implica la participación de la fuerza del ser humano y herramientas para poder ejecutar la actividad principal , el objetivo de todo proceso es conseguir un resultado satisfactorio.

En la Tabla 3.3 manifiesta como se realizó el proceso para el desmontaje del conjunto amortiguador/ resorte, se realizó con un vehículo Chevrolet corsa, se utilizó las siguientes herramientas y se procede con los siguientes pasos para retirar la suspensión delantera.

- Llave o corona número 14-19.
- Llave de ruedas o corona número 17.
- Martillo
- Media vuelta
- Alicata

Tabla 3.3 Proceso para el desmontaje del conjunto de suspensión amortiguador resorte


ACTIVIDAD	LOCALIZACION
Una vez que el vehículo este ubicado en el área de trabajo se procede a colocar los bancos de seguridad para evitar deslizamientos.	



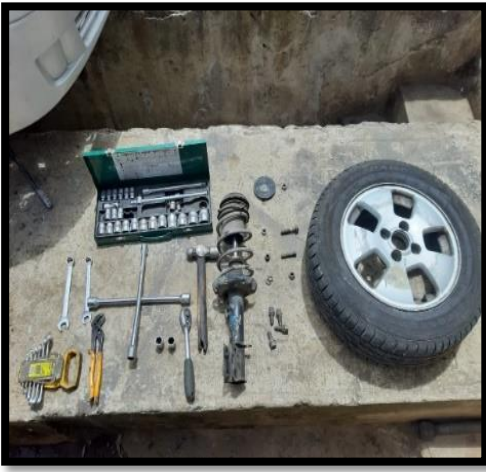
Tabla 2.2 Proceso para el desmontaje del conjunto de suspensión amortiguador resorte
(continuación ...)

<p>Antes de elevar el vehículo, con la llave de ruedas o una corona número N° 17 se procede aflojar las tuercas.</p>	
<p>Cuando el vehículo este elevado se procede a retirar los espárragos de la llanta con la llave de ruedas o una corona N° 17</p>	
<p>Una vez retirado la llanta se identifica todos los pernos o accesorios para retirar el amortiguador tanto en la parte inferior como superior.</p>	

Tabla 2.2 Proceso para el desmontaje del conjunto de suspensión amortiguador resorte
(continuación ...)

<p>Antes de retirar los pernos de la base del amortiguador se coloca en la parte inferior de la base de la llanta un gato para poder comprimir el muelle y poder retirar la bieleta que une el amortiguador con la barra estabilizadora además prevenir que la base colisione al suelo bruscamente.</p>	
<p>Una vez colocado el gato hidráulico en la base del conjunto se procede a retirar el perno de la bieleta que une el amortiguador con la barra estabilizadora con una corona o llave N° 14.</p>	
<p>Con una llave corona N° 19 se retira los dos pernos que unen al amortiguador con la rueda, en caso de existir contra vuelta entre los pernos al momento de aflojar utilizar una llave N° 19 para retenerlo y poder aflojar con mayor facilidad.</p>	
<p>Una vez retirado los pernos de la base del amortiguador se procede a separar el conjunto de la base y la llanta.</p>	

Tabla 2.2 Proceso para el desmontaje del conjunto de suspensión amortiguador resorte
(continuación ...)

<p>En la parte superior del amortiguador se retira la tuerca de sujeción con una corona o llave N° 14 y la tapa que es la base superior entre el amortiguador y la carrocería.</p>	
<p>Una vez que se ha retirado los pernos y tuercas de sujeción del amortiguador se procede a retirarlo.</p>	
<p>Retirar el amortiguador, se procede al cambio o realizar pruebas de funcionamiento según lo solicite el cliente</p>	

Fuente: (Autores)

3.7.4 UBICACIÓN DEL RESORTE EN EL OPRESOR

Para evitar accidentes producto de una mala ubicación del conjunto resorte amortiguador, se realizó el siguiente procedimiento, el cual permite utilizar de manera correcta el panel de control y las garras de sujeción.

Una vez desmontado el sistema de suspensión delantera, con la ayuda de otra persona colocamos el conjunto McPherson sobre las garras inferiores, al fijar correctamente las garras se procede a activar el panel de control e inmediatamente se acciona el pulsador SUBE para ajustar el resorte con las garras de sujeción superiores, una vez que se encuentre fijo el conjunto McPherson, es indispensable bajar la rejilla de seguridad para evitar accidentes, y accionar el pulsador COMPRIMIR y de manera automática se comprimirá la distancia que se necesita para retirar la turca de acople entre el amortiguador y resorte.



Figura 3.19 Colocación correcta del resorte en el opresor neumático
Fuente: (Autores)

Como se indica en la figura 3.19 la sujeción del resorte debe realizar entre la parte superior e inferior (garras superiores e inferiores) para evitar que el resorte se deslice al realizar el trabajo de cambio de amortiguador, al aflojar la turca de unión del conjunto McPherson ,

NO se debe quitar la rejilla de protección, una vez que se realiza el trabajo respectivo, se procede a bajar la presión a 2 bar desde la unidad de mantenimiento esto evitara que el retorno del vástago sea brusco, de igual manera se recomienda no retirar la rejilla de protección. Actuar el pulsador

3.8 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO SIN CARGA

En la primera fase de prueba de funcionamiento del opresor neumático permite determinar los parámetros adecuados, esta prueba se realizó con una carga mínima de presión el objetivo de esta fase es verificar que no exista fugas de presión, cables sueltos, pulsadores correctamente funcionando, módulo de control en perfecto funcionamiento ya que es el componente principal para realizar una determinada operación (subir, bajar, comprimir, encender o apagar y paro de emergencia). En el siguiente diagrama de flujo se puede identificar los diferentes pasos o etapas que se debe realizar para activar y poner en funcionamiento el opresor neumático.

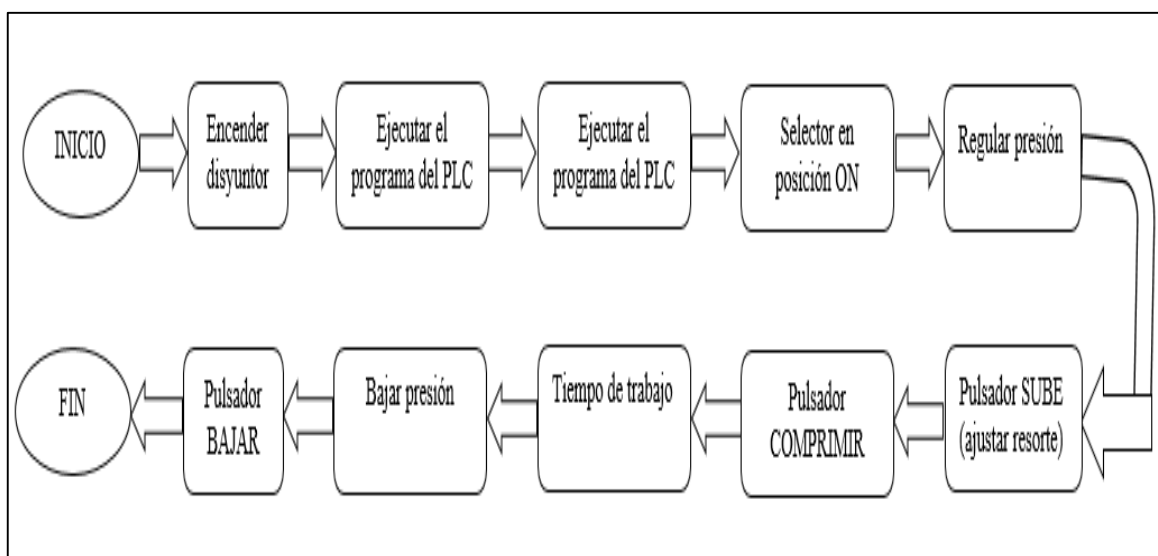


Figura 3.20 Diagrama de flujo del funcionamiento del opresor
Fuente: (Autores)

En la Figura 3.20 pauta el proceso para activar los mandos electrónicos, a diferencia de los diferentes pulsadores el PARO DE EMERGENCIA interviene en cualquier momento, posición del vástago y posición de pulsador (bajar, subir, comprimir) con el objetivo de bloquear o desactivar los diferentes pulsadores para evitar daños al operario en cualquier evento defectuoso de la maquina o externos.

El funcionamiento de la herramienta neumática inicia en la activación del disyuntor, este permite que no exista sobrecargas eléctricas y activa el módulo LOGO 230 RC, seleccionamos INICIAR en el módulo electrónico al realizar esta operación permite que el programa integrado se ejecute, permitiendo que los elementos del panel de control entren en funcionamiento.

Al activar el módulo electrónico regulamos la presión con el REGULADOR DE PRESIÓN ubicado en la parte superior izquierda a 2 bar y la maquina se encuentra lista para su operación en modo prueba.

Para la fase de funcionalidad se realiza en vacío, sin carga, se realizó pruebas de los diferentes pulsadores y selectores obteniendo excelentes condiciones de operación, esta prueba se realizó en base a tiempo de salida y retracción del vástago del cilindro.

En la Tabla 3.4 indica los datos de presión, tiempo, distancia de vástago obtenidos de la primera fase sin carga. Como se mencionó este tipo de prueba se realiza con el fin de verificar si todos los componentes (electrónicos, mecánicos, neumáticos) funcionan correctamente.

Tabla 3.4 Datos obtenidos sin carga

PULSADOR	PRESIÓN (bar)	TIEMPO (segundos)	DISTANCIA DEL VÁSTAGO (cm)
SUBIR	2	10	32.5
	3	8	32.5
BAJAR	2	9	32.5
	3	7	32.5
COMPRIMIR	2	2	5
	3	2	5
PARO DE EMERGENCIA	2	0.5	
	3	0.5	

Fuente: (autores)

Los resultados de la primera fase son satisfactorios, se realizó con diferentes presiones (2 y 3) bar. El pulsador SUBIR al ser activado, el tiempo que demora en salir el vástago completamente (32.5) es 10 y 8 segundos a una presión de 2 y 3 bar respectivamente, el pulsador BAJAR, el tiempo que tarda en bajar el vástago (32.5) es 9 y 7 segundos este menor tiempo se debe al factor gravedad y peso del elevador.

Al accionar el pulsador COMPRIMIR el tiempo ejecutado es 2 segundos, esto se debe a que el programa fue realizado con una condición que, al ser activado, el vástago subirá 5 cm en 2 segundos a diferentes presiones, distancia adecuada para comprimir el espiral y retirar el amortiguador.

PARO DE EMERGENCIA la prueba de trabajo se realizó a diferentes presiones, etapas y posiciones del vástago obteniendo como resultados favorables que permite al operario activarlo en caso de emergencia, el pulsador tiene un tiempo de reacción inmediato como se puede verificar en la Tabla 3.3.

Se verifico que todos los componentes (neumáticos, eléctricos, electrónicos) que conforma el opresor neumático con accionamiento electrónico realizan su función de manera correcta de igual manera se verifico que, antes de utilizar el opresor con carga se necesita una prueba en vacío con el objetivo de lubricar el vástago del cilindro y llenar las cámaras de aire.

3.9 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO CON CARGA

La segunda fase de funcionamiento se realizó con carga mínima y máxima porque el diámetro y numero de espiras del resorte son diferentes para cada tipo de vehículo, se realizaron con cuatro diferentes tipos de suspensión (conjunto resorte/amortiguador), entre los cuales seleccionamos vehículos que se encuentran en la normativa técnica vehicular de acuerdo al tema de investigación vehículos menores a 3500 kg de PBV (NTE INEN 2656).

Para cada tipo de resorte se realizó 5 diferentes pruebas, donde se aplicó diferentes presiones para determinar la presión ideal o necesaria que se necesita para comprimir los diferentes espirales una distancia de 5 cm, esta distancia se determinó por pruebas experimentales y teorías emitidas por técnicos automotrices.

- Prueba número 1

Para la primera prueba con carga mínima se realizó con el resorte del vehículo Suzuki uno del año 1990 que presenta las siguientes características del resorte, estos datos se obtuvieron con la medición del calibrador vernier, flexómetro, manómetro.

- Longitud del resorte 31 cm

- Diámetro externo 10 cm
- Diámetro de espira 0.8 cm
- Numero de espiras 6
- Longitud conjunto amortiguado/ resorte 53 cm

Las pruebas se realizaron en consideración con la longitud del resorte analizando diferentes presiones, con un total de 5 evaluaciones en la siguiente Tabla 3.5 se indica los resultados obtenidos del resorte.

Tabla 3.5 Resultados obtenidos del resorte del vehículo Suzuki uno del año 1990

TIPO DE RESORTE	LONGITUD INICIAL (cm)	LONGITUD FINAL (cm)	PRESIÓN (bar)	DEFORMACIÓN (cm)
Helicoidal	31	29	2	2
	31	28	2.5	3
	31	27	3	4
	31	26	3.5	5
	31	25	4	6

Fuente: (Autores)

Se tiene como resultado que a 3.5 bar la deformación es de 5 cm, distancia adecuada para realizar el trabajo de cambio del amortiguador. Una vez determinado los datos de presión/deformación se realizó el esquema grafico de los resultados obtenidos con relación a PRESIÓN/ DEFORMACIÓN.

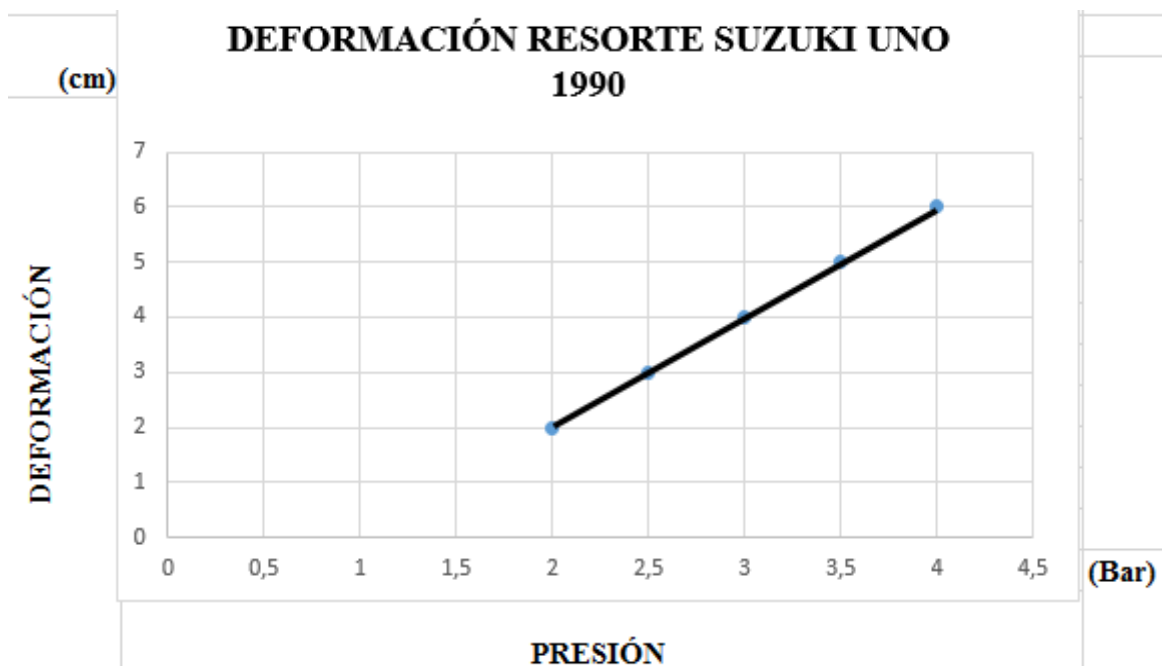


Figura 3.21 Deformación resorte Suzuki uno 1990

Fuente: (Autores)

La Figura 3.21 indica la deformación que se produce en el resorte, se interpreta una tendencia lineal constante, producto de la presión aplicada, conforme la presión aumenta la deformación es mayor, la deformación correcta para retirar el amortiguador es 5 cm.

En base al artículo científico REPRESENTACIÓN GRÁFICA EN EL ANÁLISIS DE DATOS que dice: los coeficientes de correlación (Pearson, Spearman, interpolación, etc.) evalúan el límite del valor de las variables si aumenta o disminuye cuando crece el valor de la otra (Pértega & Pita, 2001, pág. 1).

Se realizó el gráfico presión vs deformación con la finalidad de obtener la curva o línea característica de deformación del resorte del vehículo Suzuki Uno 1990, para conocer si la presión es directamente proporcional a la deformación y así realizar el método de interpolación y conocer el valor de presión promedio de trabajo para este tipo de resorte, al realizar la interpolación con las presiones obtenidas producto de la prueba realizada reconsidero y se obtuvo como resultado una presión de 3.5 bar para comprimir una distancia de 5 cm como se citó anteriormente, distancia ideal para realizar el trabajo de cambio de amortiguador.

- Prueba número 2

Segunda prueba, se realizó con el resorte del vehículo Chevrolet corsa evolución 2004 con las siguientes características, datos medidos con calibrador vernier, flexómetro y manómetro.

- Longitud del resorte 31 cm
- Diámetro externo 11 cm
- Diámetro de espira 1 cm
- Numero de espiras 7
- Longitud conjunto amortiguado/ resorte 53 cm

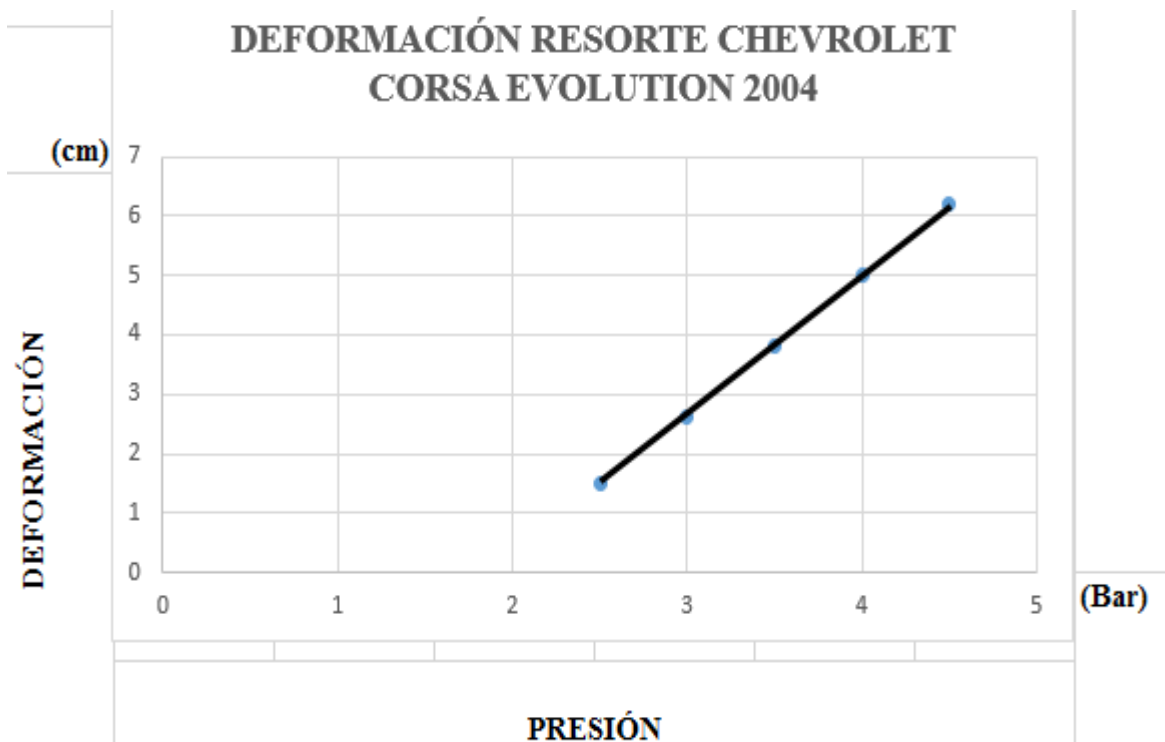
De igual manera para obtener una presión promedio que se necesita para comprimir este tipo de resorte con estas características de diseño, se realizó 5 diferentes pruebas, obteniendo como resultado los datos representados, en la Tabla 3.6 indica el tipo de resorte, presión, deformación, obtenidos durante la fase de prueba.

Tabla 3.6 Resultados obtenidos del resorte Chevrolet corsa evolución 2004

TIPO DE RESORTE	LONGITUD INICIAL (cm)	LONGITUD FINAL (cm)	PRESIÓN N (bar)	DEFORMACIÓN (cm)
Helicoidal	31	29.5	2.5	1.5
	31	28.4	3	2.6
	31	27.2	3.5	3.8
	31	26	4.5	5
	31	24.8	5	6.2

Fuente: (Autores)

Los datos representados indica que el resorte al tener diferentes características, la resistencia a la compresión es mayor que del resorte analizado (suzuqui uno), esto se debe por el diámetro de espira (10 cm) presenta mayor fuerza de oposición a ser comprimido, se determinó que el resultado de la prueba es favorable a 4.5 bar, con esta presión se logra deformar 5 cm, distancia buena para la extracción del amortiguador. Al finalizar las pruebas realizadas se realizó la representación gráfica para verificar si la presión es directamente proporcional a la deformación, con el objetivo de conocer la presión de funcionamiento para este tipo de resortes, esta interpretación grafica se realizó en el software Microsoft Excel que permite tabular datos.

**Figura 3.22** Deformación resorte Chevrolet corsa evolución 2004

Fuente: (Autores)

En la siguiente Figura 3.22 indica una función lineal creciente, esto quiere decir que al aumentar la presión la deformación crece, como se observa en la gráfica al regular una presión de 2.5 bar el resorte fue comprimido 1.5 cm, longitud insuficiente para retirar el amortiguador, para lo cual se realizó una interpolación para determinar la presión correcta para comprimir los 5 cm obteniendo como resultado una presión de 4 a 4.5 bar para realizar la operación de trabajo.

- Prueba número 3

Para realizar esta prueba se utilizó un resorte del vehículo Chevrolet luv dmax 4x4 2009 que presenta las siguientes características, estos datos se dimensionaron con los equipos de medición descritos en la sección anterior.

- Longitud del resorte 38 cm
- Diámetro externo 15 cm
- Diámetro de espira 1,2 cm
- Numero de espiras 7
- Longitud conjunto amortiguado/ resorte 60 cm

Para determinar la presión promedio de trabajo se realizó 5 evaluaciones a diferentes presiones, obteniendo como resultados los que se presentan a continuación en la siguiente Tabla 3.7 que indica los resultados de las pruebas experimentales al resorte de la camioneta Chevrolet luv dmax 4x4:

Tabla 3.7 Resultados obtenidos Chevrolet luv dmax 4x4 2009

TIPO DE RESORTE	LONGITUD INICIAL (cm)	LONGITUD FINAL (cm)	PRESIÓN (bar)	DEFORMACIÓN (cm)
Helicoidal	38	38	3	1.5
	38	36.5	4	2.7
	38	35	4.5	3.3
	38	32	5	3.9
	38	30	6	5

Fuente: (Autores)

Como se indica en la anterior tabla la presión es mayor para ser deformado el espiral, esto se debe al diámetro de la espira (12 cm), al tener mayor diámetro ofrece mayor resistencia para ser comprimido.

Para conocer qué tipo de deformación se tiene y el tipo de función se realizó la representación gráfica de los datos obtenidos para determinar si existe una relación directamente proporcional entre presión/deformación.

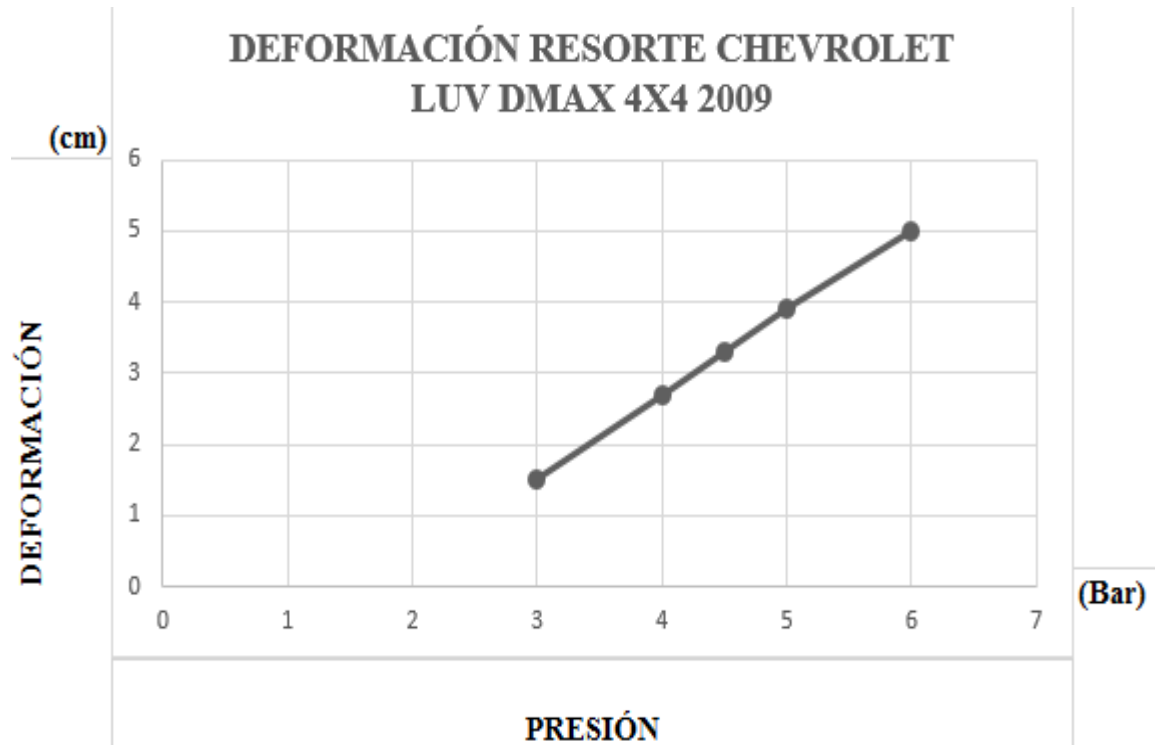


Figura 3.23 Deformación resorte Chevrolet luv dmax 4x4 2009
Fuente: (Autores)

En la Figura 3.23 la deformación incrementa al aumentar la presión, existe una relación directamente proporcional entre las dos variables, cuando la presión es 3 bar se obtiene una deformación longitudinal de 3 cm, pero al incrementar la presión a 4.5 bar se tiene una deformación de 3.3 cm, se aplicó el método anterior para determinar la presión de trabajo y se obtuvo 6 bar presión adecuada para la extracción del amortiguador.

- Prueba número 4

La máxima carga que ofrece el opresor neumático se realizó con un resorte del vehículo FORD F350 1985, para determinar si el cilindro neumático ofrece mayor fuerza, el resorte presenta las siguientes características.

- Longitud del resorte 42 cm
- Diámetro externo 16 cm

- Diámetro de espira 1.6 cm
- Numero de espiras 10

Con el objetivo de cumplir con los parámetros propuestos de la investigación, se realizó esta prueba con este tipo de resorte que presenta una constitución física robusta. De igual manera se realizó 5 tipos de pruebas obteniendo resultados favorables especificados en la Tabla 3.8 que indica la presión mínima y máxima aplicada al resorte del vehículo Ford F350.

Tabla 3.8 Resultados obtenidos del resorte FORD F350 1985

TIPO DE RESORTE	LONGITUD INICIAL (cm)	LONGITUD FINAL (cm)	PRESIÓN (bar)	DEFORMACIÓN (cm)
Helicoidal	42	41	3.5	1.2
	42	39.5	4	1.8
	42	38	5.5	3.7
	42	36	7	5.5
	42	34	8	6.7

Fuente: (Autores)

Con los datos obtenidos y presentados, la máxima presión que se obtuvo fue 8 bar deformando 6.7 cm, al ser un espiral relativamente grueso (16cm), la herramienta neumática deforma el resorte sin contratiempos, con este parámetro de carga el opresor neumático cumple con las expectativas propuestas.

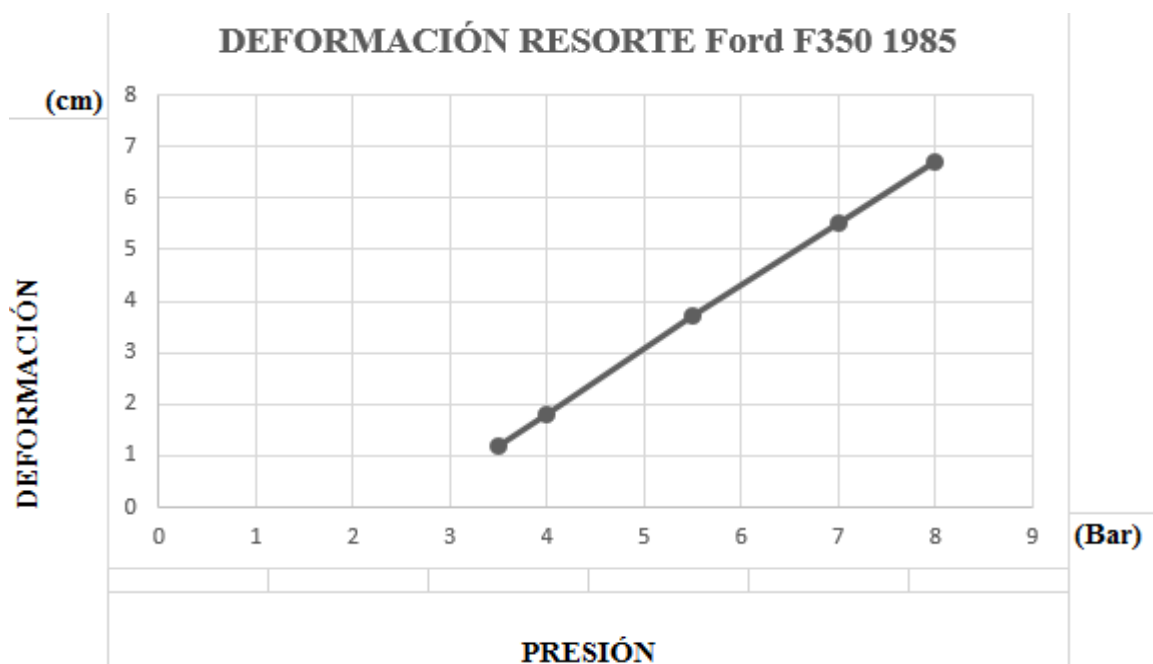


Figura 3.24 Deformación del resorte FORD F350 1985

Fuente: (Autores)

En la Figura 3.24 se tiene una tendencia lineal creciente, este parámetro permite a mayor presión mayor deformación del resorte. De igual manera se realizó el mismo método para determinar la presión de trabajo obteniendo como resultado una presión 7.5 bar, para realizar el trabajo de cambio de amortiguador.

3.10 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

La primera fase de prueba se realizó sin carga para determinar el estado de los componentes neumáticos, eléctricos y electrónicos con el fin de prevenir posibles fallas. Los elementos que integran el opresor neumático se encuentran en excelentes condiciones de funcionamiento, para esta prueba se realizó con una presión de 2 y 3 bar con el objetivo de obtener el tiempo de extracción y retracción del vástago del cilindro, también ayuda a identificar la presión cuando se coloque un resorte que requiera mayor carga, bajamos a presión de funcionamiento en vacío y procedemos a bajar el vástago del cilindro con el propósito de evitar cargas extremas y provocar daños estructurales o del cilindro.

La fuerza que aplica el cilindro neumático al resorte depende de la presión que se encuentre regulada, el cilindro neumático seleccionado se encuentra normalizado, lo que permite conocer la fuerza aplicada para cada presión (ver anexo 4). La fuerza encontrada para comprimir el resorte del vehículo Chevrolet Luv dmax 2009 es 724.89 kgf o 7103.92 N a 8 bar en comparación con las pruebas realizadas deducimos que existe variación de fuerza (superior a 724.89 kgf o 7103.92 N) esto permite incluir resortes con diámetro de espiras mayor a 10 %, como se muestra en la Tabla 3.7 de prueba del vehículo FORD F350 la presión regulada es 8 bar deformando 6.7 cm.

El cilindro neumático proporciona gran capacidad de empuje como se muestra en la Tabla 3.7 (Ford f350) y no existe indicios de pandeo del vástago, parámetro importante e indispensable para el correcto funcionamiento del cilindro neumático de igual manera la estructura se mantiene estática por sus puntos de apoyo que brinda mayor seguridad al operario añadiendo su rejilla protectora que es fundamental para prevenir lesiones producto de la operación de la máquina.

La longitud del vástago del cilindro utilizado fue 25 cm a carga máxima y con los resortes de menor longitud se utilizó 27 cm, se necesita más distancia del vástago del cilindro porque

los resortes tienen menor longitud y para sujetar el resorte con las garras se necesita mayor distancia del vástago.

3.11 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

El objetivo del análisis económico es identificar la cantidad de recursos para para ejecutar las diferentes actividades que conllevo a ensamblar el opresor neumático, es decir conocer la inversión realizada para la fabricación del opresor neumático y determinar si es factible su producción para la venta en el mercado minorista. En el mercado se encuentran diferentes tipos de prensas con un elevado costo de adquisición y sus funciones son limitadas, de acuerdo a personas propietarias de tecnicentros automotrices, mencionan que el tipo de prensas destinado al cambio de amortiguadores son manuales y carecen de protección para el operario.

Según el análisis realizado se pretende verificar si el desarrollo del opresor neumático con accionamiento electrónico es viable para su venta, el objetivo es realizar una prensa neumática con accionamiento electrónico que permita realizar las mismas funciones incluso integrar un panel de control para mejorar el tiempo de operación y trabajo.

3.11.1 COSTOS DIRECTOS

Son denominados costos directos a toda adquisición de un bien o servicio, para realizar un determinado trabajo, para la presente investigación de fabricar un opresor neumático con accionamiento electrónico se clasificaron los materiales en, estructurales, electrónicos y neumáticos, cada elemento fue adquirido en diferentes partes del país con industrias reconocidas como la empresa “Ecuatoriana Industria”, quien proporcione el material neumático, en la empresa Dipac se hizo la adquisición del material estructural, los componentes electrónicos se adquirieron en la empresa Ingelcom,

A continuación, en la siguiente Tabla 3.9 se detalla los materiales adquiridos (estructurales, electrónicos, eléctricos, neumáticos, entre otros) con precios de mercado (incluye IVA), se debe tener en cuenta que el precio adquirido de todos los componentes es al por menor, para su fabricación.

Tabla 3.9 Costo de material para la construcción del opresor neumático

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO (\$)
Estructura		
1	Tubo cuadrado 100 x 3 x 6000	30
1	Tubo cuadrado 100 x 2 x 6000	24
2	Tubo redondo 25 x 2	15
1	Angulo tipo L 32 x 2	8
1	Elevador	40
½	Plancha 5	7
Subtotal costo estructura		124
Torno		
4	Bisagras 2 plg	60
2	Maniguetas	10
Subtotal costo torno		70
Elementos neumáticos		
1	Cilindro neumático DEAM D:125mm C: 335 mm	529.80
1	Electroválvula 5/3, ½ RR OC	400.68
10	Manguera poliuretano 12 x 9	22.47
5	Racor codo T/P 12 ½ AG rosca	21.36
2	Banjo T/P cili/tuerca 12, 1/2	71.12
2	ACC. Silenciador NWSFE ½ NICH, ME	14.56
2	Ficha de conexión bobina 22	13.10
2	Bobina 22 D 8 5VA-220VAC	34.94
2	ACC. Sensor reed, NA 2.5	75.63
1	FR+L ½ 20 M 12 BAR RMSA +manómetro	162.34
Subtotal costo elementos neumáticos		1346
Elementos electrónicos y eléctricos		
1	Plc LOGO 230 RC	167.37
1	Pulsador plástico tipo hongo rojo NA	2.50
3	Pulsador metálico 22 mm NA	5.93
3	Luz piloto led 220 VAC	4.73
1	Breaker riel DIN 1P 6 A	4.68
1	Selector 22mm metálico 2 posiciones N/A	3.12
5	Cable flexible N 14	1.45
1	Cinta espiral transparente	4.63
1	Tablero metálico 30x20x15 cm	23.25
20	Amarra plástica 10 cm	0.35
20	Base adhesiva para amarra	1.15
Subtotal elementos electrónicos y eléctricos		219.16
TOTAL COSTO		\$ 1759.16

Fuente: (Autores)

Los materiales de construcción estructural, neumático, electrónico y eléctrico, que se necesitaron para su correcto funcionamiento, el total del proyecto es considerable y es financiado por el capital propio.

3.11.2 COSTOS INDIRECTOS

Es considerado un costo indirecto aquel que afecta al proceso productivo de un producto o servicio, los costos indirectos para la fabricación de la maquina son los que se presentan en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10 Costos Indirectos del Proyecto

DESCRIPCIÓN	DETALLE	PRECIO (\$)
Transporte	Material de construcción	60
Internet	Investigación del proyecto	25
impresiones	Planos y otros	10
Torno	Elementos de movimiento	100
Otros	Gastos varios	200
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		\$ 395

Fuente:(Autores)

Obtenemos un total de 395 dólares que en primera instancia suman al proyecto, pero a futuras fabricaciones este coste reducirá un 30% que reduce al total de inversión del opresor neumático.

3.11.3 COSTO TOTAL

El costo total del proyecto diseño y ensamble de un opresor neumático con accionamiento electrónico para el cambio de amortiguadores para vehículos livianos consideradores menor a 3.5 toneladas del PBV es el siguiente.

$$CT = \text{Costos directos} + \text{Costos Indirectos} \quad [3.1]$$

$$\text{Costo total del proyecto} = 2154.16 \text{ Dólares}$$

El financiamiento para la elaboración de la presente investigación fue por el capital propio de los autores. Se realizó un estudio de campo aleatorio para la implementación del opresor neumático en un tecnocentro automotriz, y el tiempo de recuperación de la inversión es a corto plazo esto se debe a la comparación del tiempo de ejecución tradicional y automatizado

dando como resultado un menor tiempo (60%) de operación por el mismo valor de servicio, esto permite al operario realizar diferentes trabajos en menor tiempo,

La efectividad del opresor neumático se realizó con la comparación de tres modelos de métodos destinadas a la investigación, obteniendo como resultados los presentados en la Tabla 3.11 que indica la comparación entre el método tradicional, prensa universal hidráulica y el opresor de la investigación.

Tabla 3.11 Comparación de herramientas para comprimir espirales

TIPO DE PRENSA	CARACTERÍSTICAS	RESULTADO
Ganchos tradicionales manuales	Accionamiento manual	Tiempo de ejecución (comprimir) 10 minutos, inestable no cuenta con medidas de seguridad. Precio 100 dólares
Prensa hidráulica	Accionamiento manual Fluido hidráulico 4 toneladas	Tiempo de ejecución (comprimir) 2 minutos, no cuenta con medidas de seguridad, el accionamiento es manual (palanca) su precio es 3500 dólares
Opresor neumático con accionamiento electrónico	Accionamiento electrónico Fluido neumático 1 tonelada Rejilla de seguridad	Tiempo de ejecución (comprimir) 1 minuto, cuenta con rejilla de seguridad, estabilidad, unidad de mantenimiento, regulador de presión, accionamiento electrónico (panel de control), su precio 2154 dólares.

Fuente:(Autores)

El objetivo de esta comparación fue para determinar la efectividad de la prensa neumática, el tiempo de recuperación del dinero en un tecnocentro automotriz, es decir para verificar la viabilidad del producto en el mercado, a diferencia de las prensas que se venden en el mercado industrial son costosas y no cumplen con las diferentes medidas de seguridad para el operario. Como se presenta en la tabla anterior los resultados de las tres diferentes maneras de realizar la misma función es en base al tiempo de ejecución y precio.

Se concluye que el tiempo de ejecución empleado por la herramienta neumática es un 70 % más rápido que las dos alternativas por el mismo precio, esto indica que se realiza 3 Diferentes trabajos en menor tiempo y el ingreso monetario es mayor al generar mayor clientela y la recuperación de la inversión será en menor tiempo.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Los resortes del sistema de suspensión delantera para cada vehículo liviano presentan diferentes características de fabricación, considerando la normativa NTE INEN 2656, la clasificación M1 al ser vehículos tipo sedán la fuerza necesaria para comprimir el resorte es un 45 % menos que un vehículo tipo N1 ya que esta clasificación se encuentran camionetas doble cabina y las características del resorte presentan mayor dureza y la fuerza que se necesita es de 945kgf, fuerza obtenida por medio de pruebas experimentales y fórmulas matemáticas.
- Para el diseño y simulación de la estructura del opresor neumático se realizó con el software SOLIDWORKS 2017, para la simulación de la estructura utilizo el método de elementos finitos (análisis estructural estático) que incorpora el mismo software, al emplear esta simulación permitió verificar que el factor de seguridad (3.5) y materiales de fabricación (acero A36) obtenidos soportan las diferentes cargas (menor a 945 kgf) convirtiéndose en una estructura segura. El software FESTO FLUIDSIM PNEUMATICS V.4.2, este software de uso libre corrobora con la simulación y diseño del circuito neumático con el objetivo de verificar y comprobar que los elementos neumáticos seleccionados cumplan su función adecuadamente y las conexiones se realice con mayor exactitud, para evitar una mala conexión al momento del ensamble del opresor neumático.
- El mando electrónico tiene una configuración de maestro/esclavo donde el PLC LOGO 230 RC es el maestro y la electroválvula cumple la función de esclavo, la una unidad de control programable (PLC LOGO 230 RC) cumple con las exigencias de mando de operación del opresor neumático, con diferentes lenguajes de programación esto permite realizar circuitos electrónicos para diferentes tipos de proyectos, el lenguaje utilizado para la programación fue por bloques con el software de uso libre LOGO SOFT COMFORT V8.0.

- La herramienta neumática ensamblada presenta buenas condiciones de funcionamiento la máxima fuerza que ejerce el cilindro neumático es de 1050 kgf a una presión de 9 bar lo que permite comprimir resortes de mayor resistencia 945 kgf. El taller automotriz de la Universidad Técnica del Norte campus Colegio Universitario UTN, dispone de una red neumática presión regulada a 10bar y eléctrica de 220v parámetros necesarios para el correcto funcionamiento del opresor neumático.
- El opresor neumático con accionamiento electrónico ensamblado, cumple a cabalidad con las exigencias que se ha propuesto en la presente investigación, ejecutando sus funciones principales de comprimir y extraer el resorte y amortiguador respectivamente, logrando obtener como resultado una herramienta segura, eficiente y eficaz.

4.2 RECOMENDACIONES

- Realizar una prueba de funcionamiento sin carga a una presión de 2 bar cuando se inicie el programa del PLC, con el objetivo de preparar las cámaras del cilindro. De igual manera se recomienda cerrar la válvula que se encuentra en la parte superior del panel de control cuando se encuentre con carga, esto evitara que el muelle de la electroválvula regrese a su posición inicial y el vástago del cilindro retorne una distancia moderada.
- Al realizar el respectivo cambio de amortiguador si estamos trabajando a máxima presión se recomienda para bajar la presión del opresor neumático a 2 bar y abrir 1/8 de la válvula que se encuentra en la parte superior del panel de control para evitar que el vástago del cilindro retorne de manera brusca, por fuerza opuestas del resorte y presión.
- Es fundamental utilizar la rejilla protectora de la herramienta neumática, este elemento de seguridad impide que el resorte rebote en caso de emergencia por fallas de manejo o una mala posición del resorte respecto a las garras opresoras.
- El elevador de la estructura puede ser modificada con barras lisas, para obtener mejores resultados en cuanto a, menor fuerza de rozamiento, menor presión para comprimir los espirales de vehículos categorizados M1 y N1. Al realizar la mejora del elevador se recomienda que el cilindro sea de menor diámetro con el objetivo de evitar costos por sobredimensionamiento.
- El pulsador comprimir está configurando por tiempo esto quiere decir que en 2 segundos comprimirá una distancia de 0.5 cm dependiendo de la resistencia del resorte, para obtener mejores resultados se recomienda utilizar sensores magnéticos de posición esto permitirá adecuar la distancia manualmente acorde a las necesidad y condiciones del operador.
- La programación del PLC LOGO 230 RC puede ser modificado para conseguir mejoras de funcionamiento, este código empleado por bloques puede ser reprogramado desde la misma unidad de control, ya que cuenta con funciones que permiten editar sin necesidad de conectar a un ordenador.

BIBLIOGRAFÍA

1. Academia. (2012) *Simbología normalizada de neumática e hidráulica*. Retrieved from 2012 website: https://www.academia.edu/16308574/SIMBOLOGIA_NORMALIZADA_DE_NEUMATICA_E_HIDRAULICA
2. Arias, A. (2017). 404755 *-historia de -los-sistemas-neumaticos @ www.preceden.com*. Retrieved from <https://www.preceden.com/timelines/404755-historia-de-los-sistemas-neumaticos>
3. Bavaresco, G. (2015). *Clasificación de las Prensas*. Retrieved from <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj1q6qc8LbpAhXjnuAKHeDTDDwQFjABegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fgabpingenieria.weebly.com%2Fuploads%2F%2F0%2F1%2F6%2F20162823%2Fprensas.pdf&usg=AOvVaw3f1OKunSRgN9ssiQNutamf>
4. Balseca. (2010). *Sistema de control con PLC de un módulo industrial de envasado automático con fines didácticos*.
5. Buenache, A. (2010). *Tecnología neumática. Teoría, diseño y simulación de componentes y circuitos para la docencia interactiva vía web*.
6. Cárdenas, D. (2012). *Diseño de una prensa neumática para la elaboración de ensamblajes de perillas de cocina en la empresa TEXTICOM CIA. LTDA*.
7. Chavez, J. (Noviembre de 2015). *Calameo*. Obtenido de <https://es.calameo.com/read/00458428347457a96afa8>
8. David Páez-Logreira, H., Zamora-Musa, R., Bohórquez-Pérez, J., Páez-Logreira, H., & Zamora-Musa -José Bohórquez-Pérez, R. P. (2015). *Programación de Controladores Lógicos (PLC) mediante Ladder y Lenguaje de Control Estructurado (SCL) en MATLAB Programming logic controllers (PLC) using ladder and structured control language (SCL) in MATLAB Programação de Controladores Lógicos (PLC) medi*. *Revista Facultad de Ingeniería (Fac. Ing.)*,

Mayo-Agosto, 24(39), 109–119. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/4139/413940776010.pdf>

9. Delgado, R. (31 de Enero de 2019). *REVISTADIGITAL*. Obtenido de <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/sistemas-de-automatizacion-industrial/>
10. Domínguez, R. O. (18 de 11 de 2011). <https://ingemecanica.com/>. Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/figutut73/anx1tut73.pdf>
11. Donaire, D. L. (11 de 04 de 2017). *ACTUALIDAD MOTOR*. Obtenido de *ACTUALIDAD MOTOR*: <https://www.actualidadmotor.com/la-suspension-multibrazo/>
12. Ezeta, J. H., Mandow, A., & Cerezo, A. G. (2013). Los sistemas de suspension activa y semiactiva: Una revision. *RIAI - Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial*, 10(2), 121–132. <https://doi.org/10.1016/j.riai.2013.03.002>
13. Galbarro, H. R. (11 de 03 de 2018). *Ingemecanica.com*. Obtenido de *Ingemecanica.com*: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn73.html>
14. Gavilanes, W. (2011). Análisis de un sistema con actuadores neumáticos para establecer parámetros de funcionamiento en una línea de producción en el laboratorio de neumática de la uta”. *universidad técnica de ambato*.
15. Guillermo, A. M. (2003). *Diseño de una prensa neumatica*.
16. Hernaldo, V. C. (12 de 05 de 2009). <https://e-archivo.uc3m.es>. Obtenido de https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/10792/Chacon_Hernando_Victor_PF_C_Adaptacion%20suspension%20MR%20turismo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
17. Hernández, R. (2012). *UAEH*. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/m8.html>
18. *Ingeelétrica*. (17 de Marzo de 2017). *FPPEINGENIERIAELÉCTRICA*. Obtenido de <http://fpeingenieriaelectrica.blogspot.com/2017/03/calculo-del-actuador-neumatico-fuerza.html>

19. *Ingmecafenix*. (2018). *Automatización Industrial, PLC*. Retrieved from <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/que-es-un-plc/>
20. *Juan, A. B.* (2013). *Unidad didáctica : “ Neumática e hidráulica ”* (p. 3). p. 3.
21. *Magazine*. (2017). *Automagazine*. Obtenido de <https://www.expertoautorecambios.es/magazine/se-cambian-amortiguadores-muelles-1393>
22. *Meganeboy, D.* (12 de 08 de 2014). *Aficionados a la Mecánica*. Obtenido de *Aficionados a la Mecánica*: <http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension3.htm>
23. *Mrtn'z, K.* (31 de 03 de 2018). *Historia de La Suspension*. Obtenido de *Historia de La Suspension.com*: <https://es.scribd.com/document/375190064/Historia-de-La-Suspension>
24. *Nieto Vergara, G., Manjarres Sierra, K., Galvis Villero, J., Rios Bertel, M., Roldán Mckinley, J., & Duque, J. R.* (2017). *Diseño e instrumentación de una línea de aire comprimido para un laboratorio académico*. *Scientia et Technica*, 21(2), 105. <https://doi.org/10.22517/23447214.11361>
25. *Oliva, C. G.* (11 de 09 de 2018). *Autonocion*. Obtenido de *Autonocion*: <https://www.autonocion.com/suspension-neumatica-ventajas-desventajas/>
26. *Ordóñez, S., & Cifuentes, J.* (2016). *Eficiencia energética en sistemas de aire comprimido industrial*.
27. *Panduit*. (2015). *Paneles de Control Industrial*. Retrieved from <http://www.panduit.com/es/solutions/industrial-solutions/offerings/control-panel-systems#2>
28. *Pértega, S., & Pita, S.* (02 de Abril de 2001). *Fisterra*. Obtenido de <https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/representacion-grafica-analisis-datos/#23234>
29. *Pomeda, J.* (2015). *Elementos que forman parte de un circuito neumático*. 21–41.
30. *Rodrigo, A. R.* (15 de 11 de 2009). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN COMPRESOR HIDRÁULICO*. Obtenido de *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE*

UN COMPRESOR HIDRÁULICO:
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/2772/T-ESPEL-0702.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

31. Sandaruwan, G. P. H., Ranaweera, P. S., & Oleshchuk, V. A. (2013). *PLC Security and Critical Infrastructure Protection*. (December).
<https://doi.org/10.1109/ICIIInfS.2013.6731959>
32. Senplades. (2017). *Plan Nacional de desarrollo 2017-2021*.
33. Serrano, N. (2009). *Neumática Práctica*. Retrieved from
<https://issuu.com/jajimel/docs/neumatica-practica-a-nicolas-serran>
34. Shuguli Christian. (2006). *Construcción de una prensa Hidráulica manual para el montaje y desmontaje de rodamientos de bolas de diámetro interior de mm hasta mm*.
35. Soneira, E. (2017). *introduccion-la-neumatica @ www.ceac.es*. Retrieved from
<https://www.ceac.es/blog/introduccion-la-neumatica>
36. Tixce. (24 de 12 de 2016). *Motor y Racing*. Obtenido de *Motor y Racing.com*:
<https://www.motoryracing.com/coches/noticias/la-suspension-automotriz-y-su-funcion/>
37. Tixce, C. (24 de 12 de 2016). *motoryracing.com*. Obtenido de *motoryracing.com*:
<https://www.motoryracing.com/coches/noticias/la-suspension-automotriz-y-su-funcion/>
38. URUEÑA, W. A., OSORIO, J. A. C., & QUINTERO, E. A. (2009). *Simulación de un sistema masa resorte-amortiguador con sistemas electrónicos*. *Scientia Et Technica*, XV(42), 220–225. Retrieved from <http://www.redalyc.org/resumen.oa>
39. Vargas. (2012). *Automatización de una prensa*. Barcelona, España: *Repositorio Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica*. Obtenido de
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjVr6mTs7XjAhVPo1kKHbHxDDwQFjABegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Ftesis.ipn.mx%2Fjspui%2Fbitstream%2F12345689%2F5661%2F1%2Fim173.pdf&usg=AOvVaw1mU8p-nKqm3BggBjWUOzpK>

40. Vega, A. J. B. (2010). *Tecnología neumática. Teoría, diseño y simulación de componentes y circuitos para la docencia interactiva vía web*. 281
41. Wattaco. (2012). *Paneles de Control Digital*. Retrieved from <https://www.wattco.com/es/casestudy/ventajas-y-limitaciones-de-los-tableros-de-control-digital-para-las-industrias/>
42. Zamora, J. (2013). *Neumatica Basica*.

ANEXOS

ANEXO I

PLANO ESTRUCTURAL PRINCIPAL DEL OPRESOR NEUMÁTICO

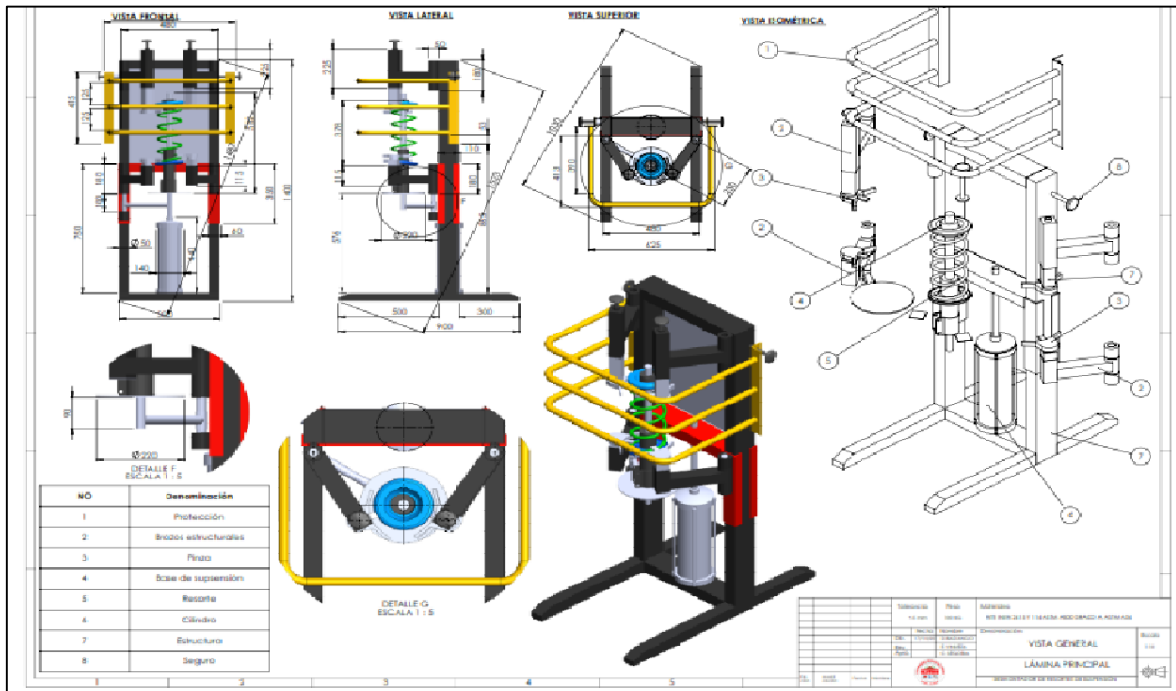


Figura AI.1 Plano estructural principal

PLANO SOPORTE PRINCIPAL.

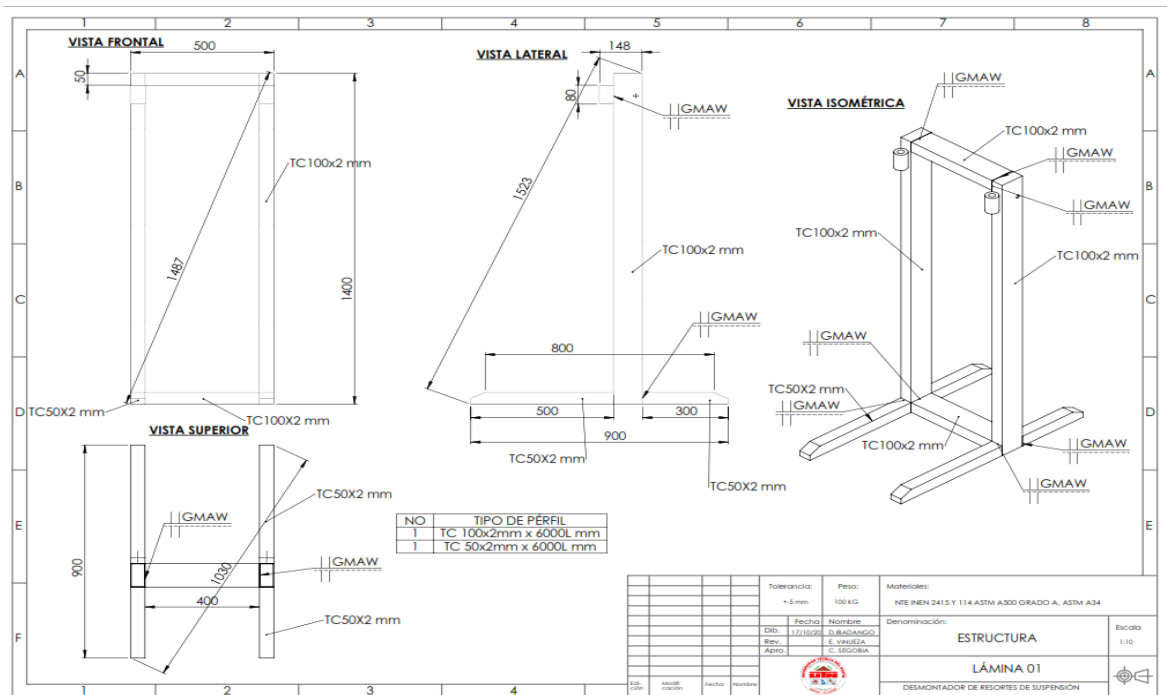


Figura AI.2 Plano soporte principal

PLANO DEL ELEVADOR

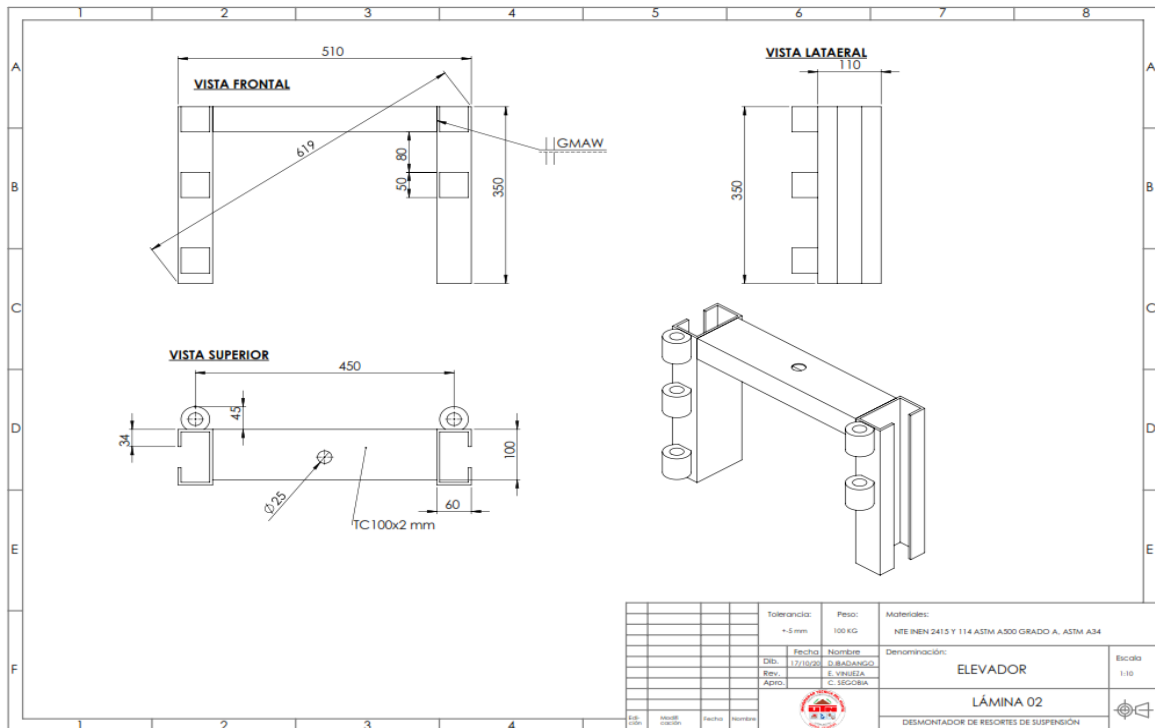


Figura AI.3 Plano del elemento Elevador

PLANO SOPORTE AMORTIGUADOR Y REJILLA DE PROTECCIÓN.

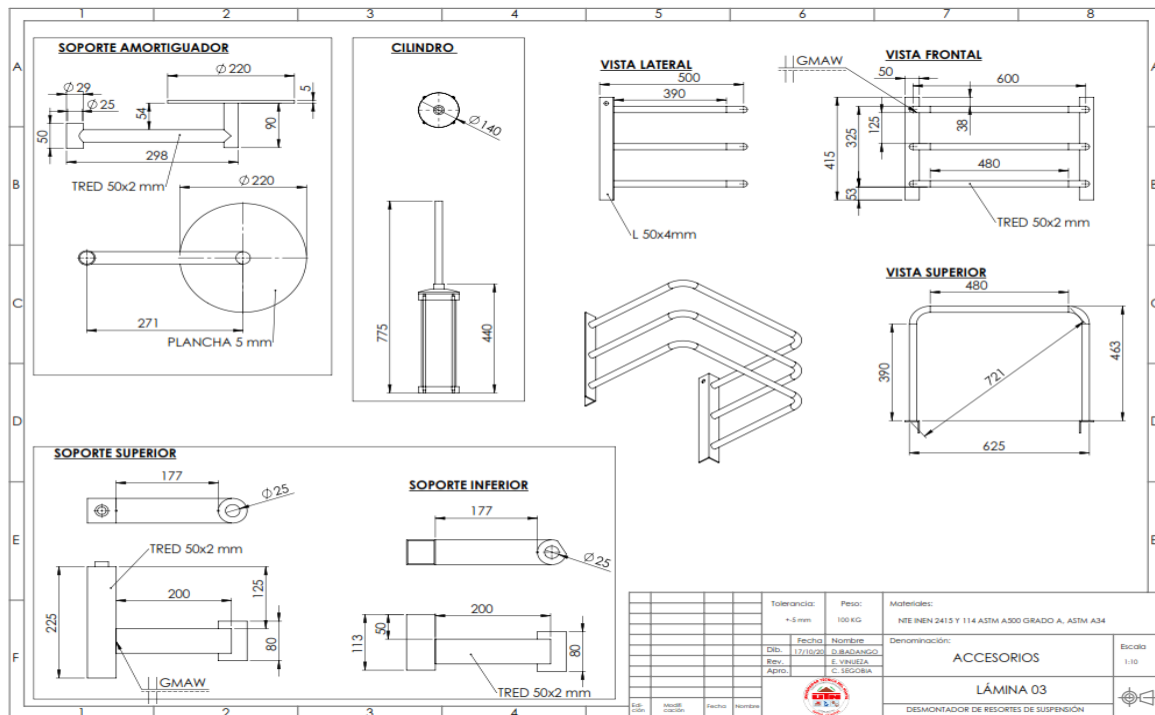


Figura AI.4 Plano soporte amortiguador y rejilla de protección

ANEXO II

ANÁLISIS ESTRUCTURAL CAE EN SOLID WORKS

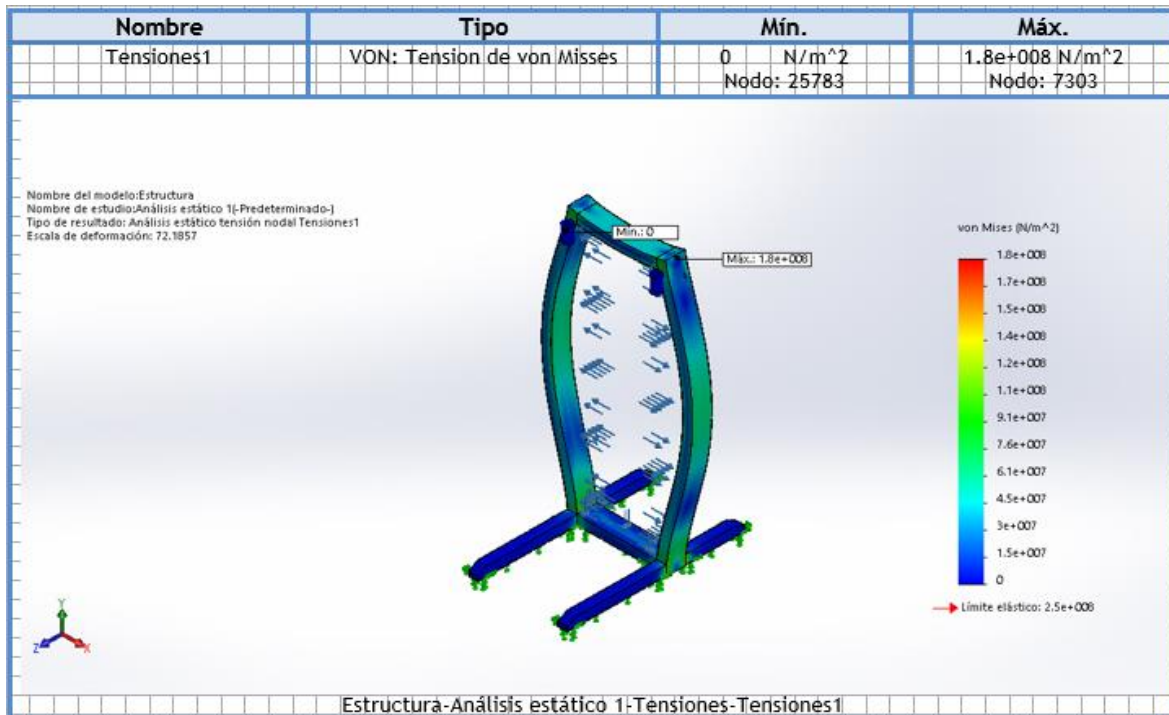


Figura AII.1 Análisis de tensión Von Mises de la estructura principal

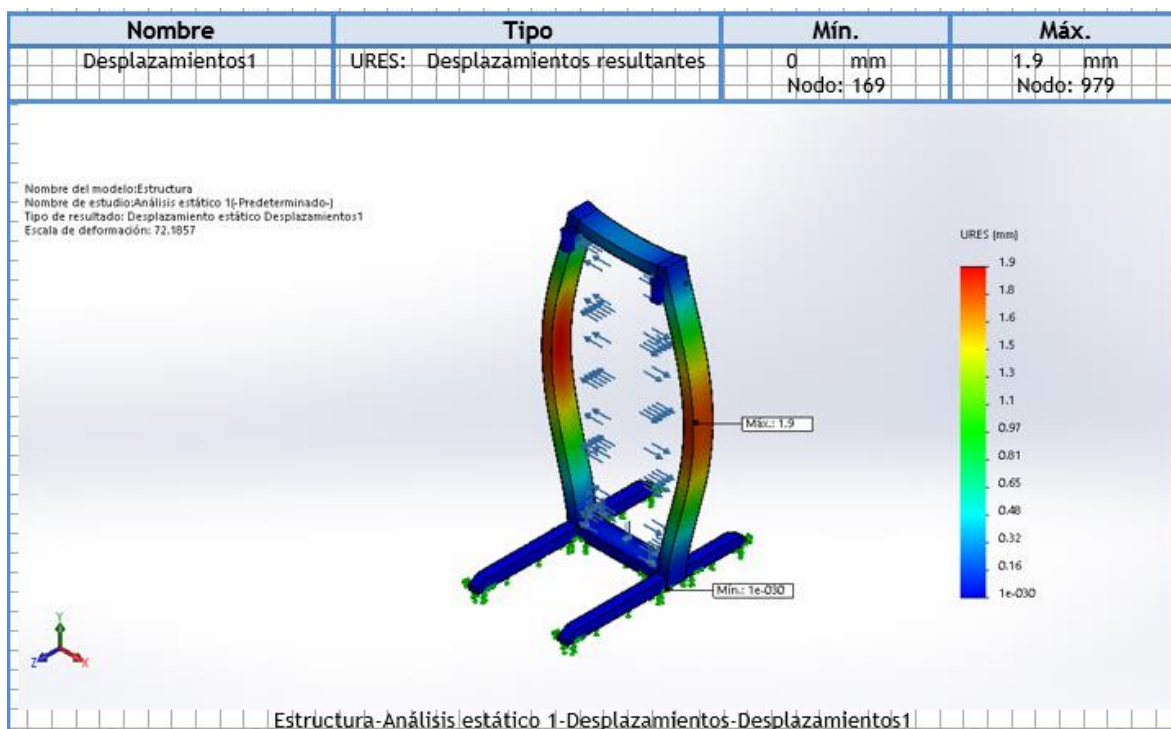


Figura AII.2. Análisis de Desplazamiento de la estructura principal

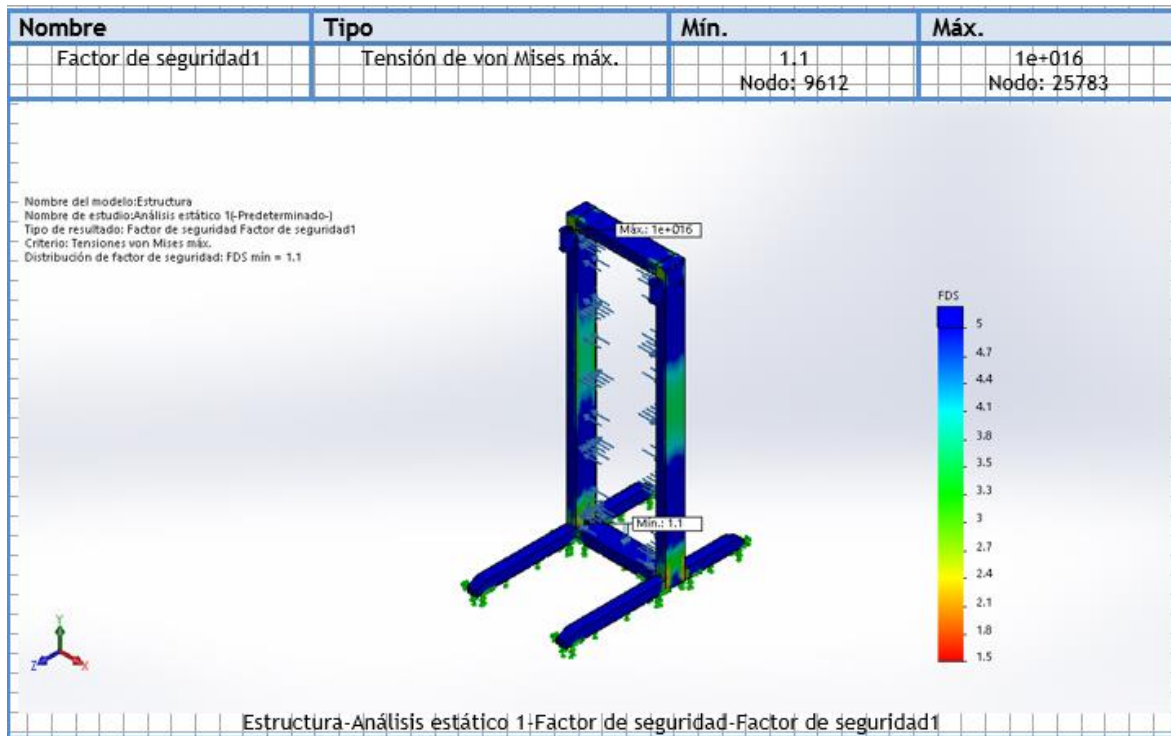


Figura AII.3. Factor de Seguridad

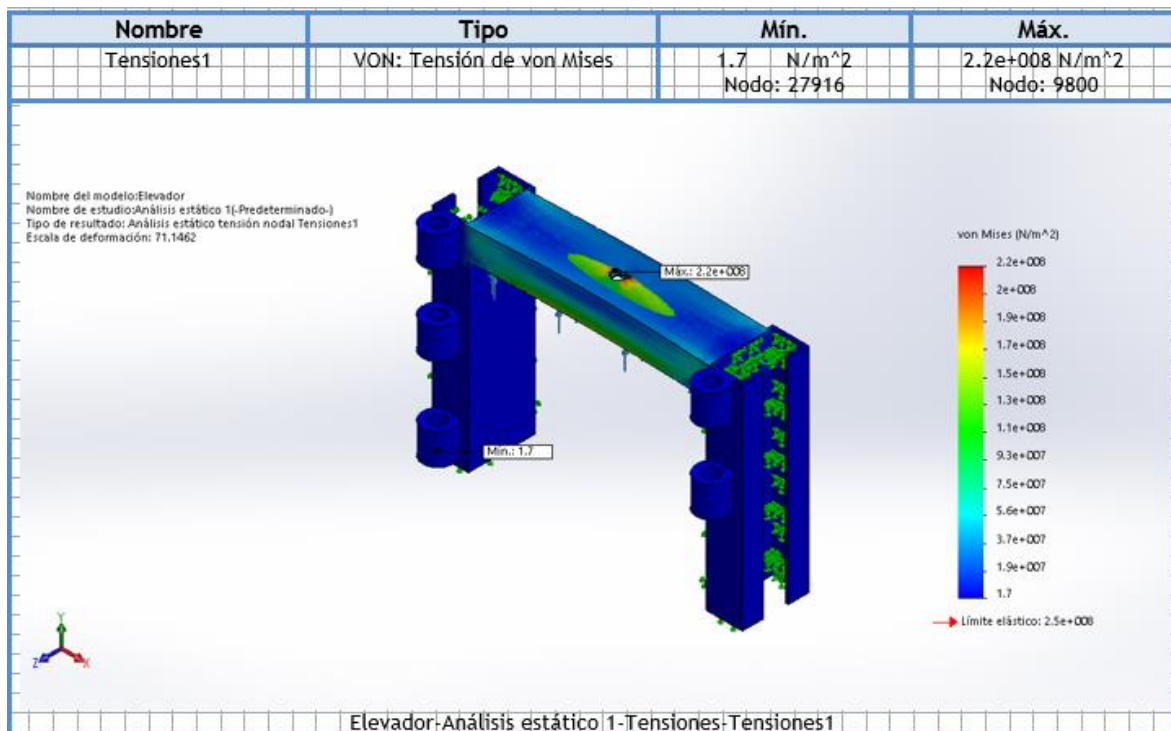


Figura AII.4. Análisis de tensiones Von Mises ELEVADOR

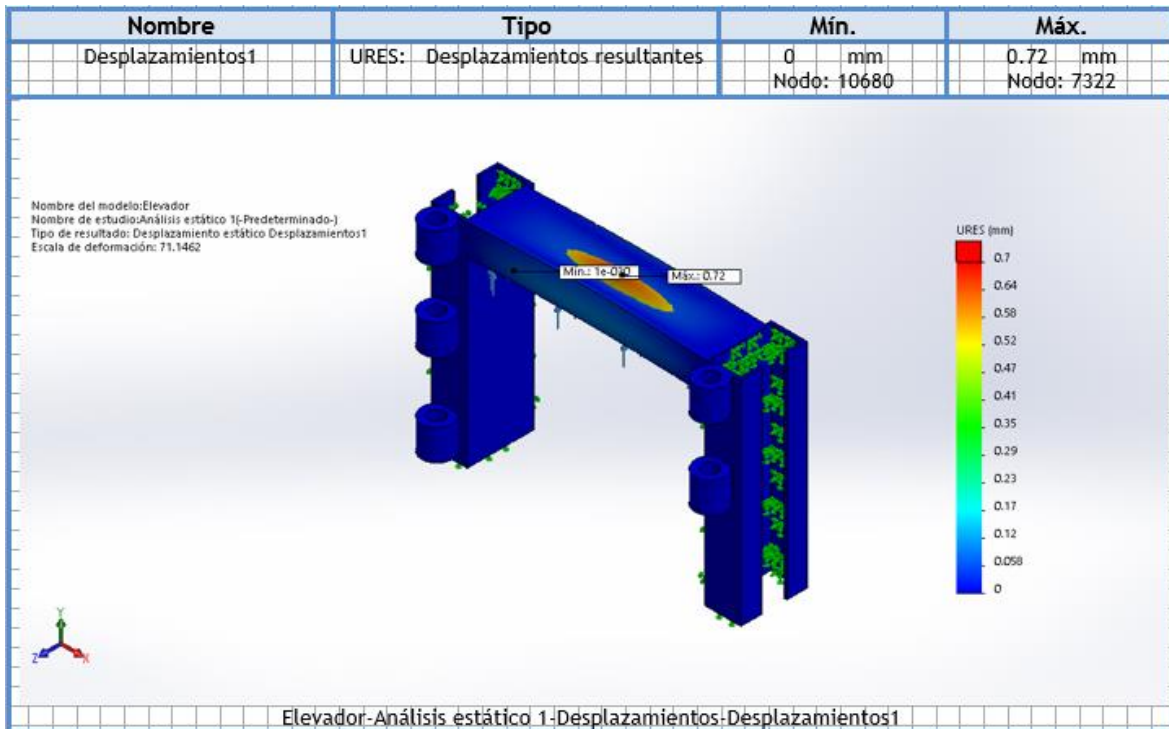


Figura AII.5. Análisis de desplazamiento ELEVADOR

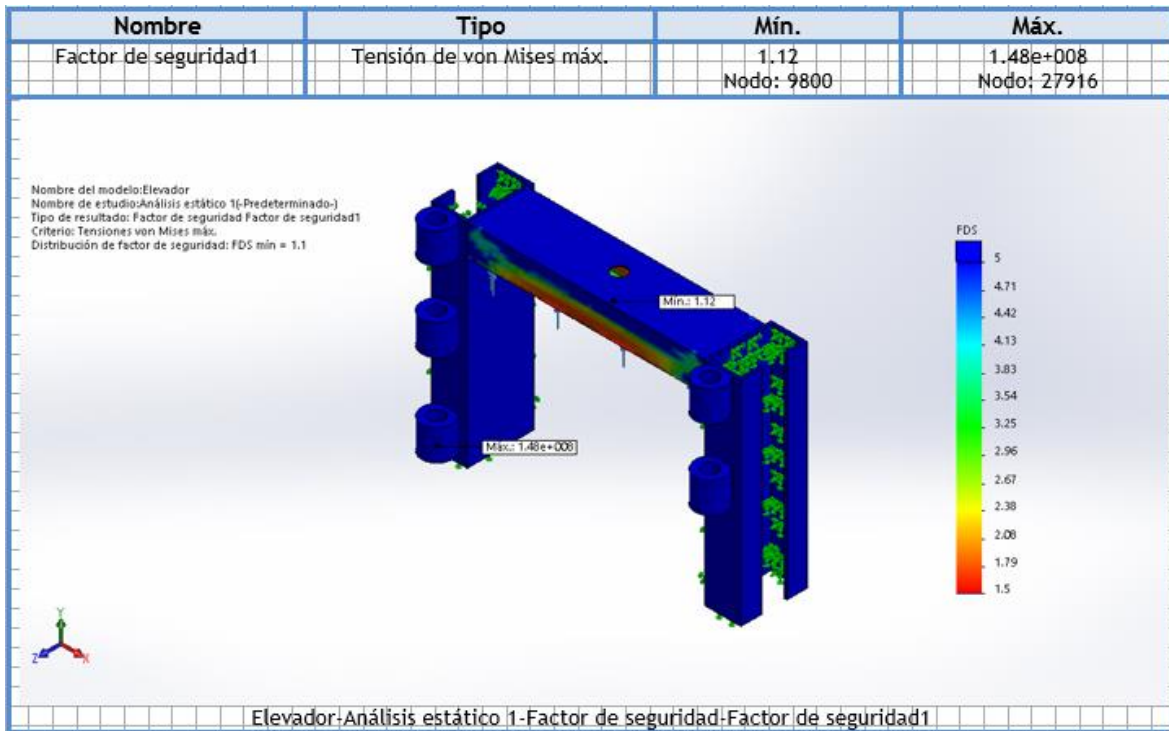


Figura AII.6. Factor de seguridad ELEVADOR

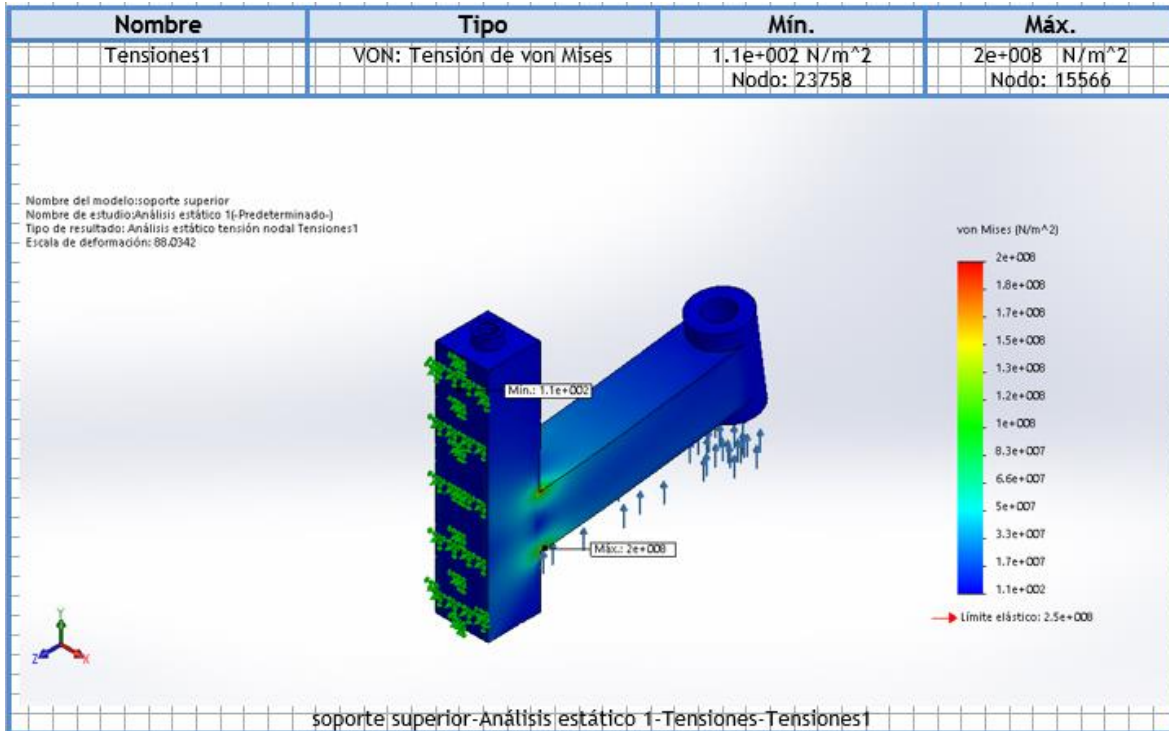


Figura AII.7. Análisis de tensiones Von Mises SOPORTE SUPERIOR

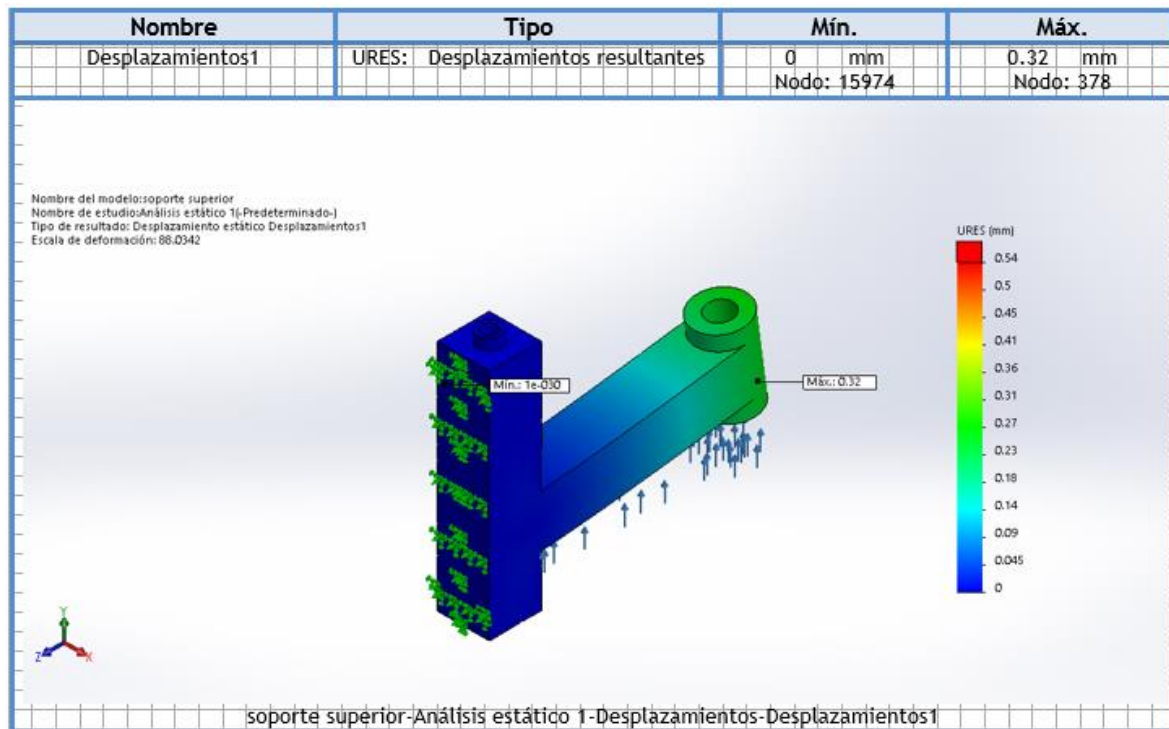


Figura AII.8. Análisis de Desplazamiento SOPORTE SUPERIOR

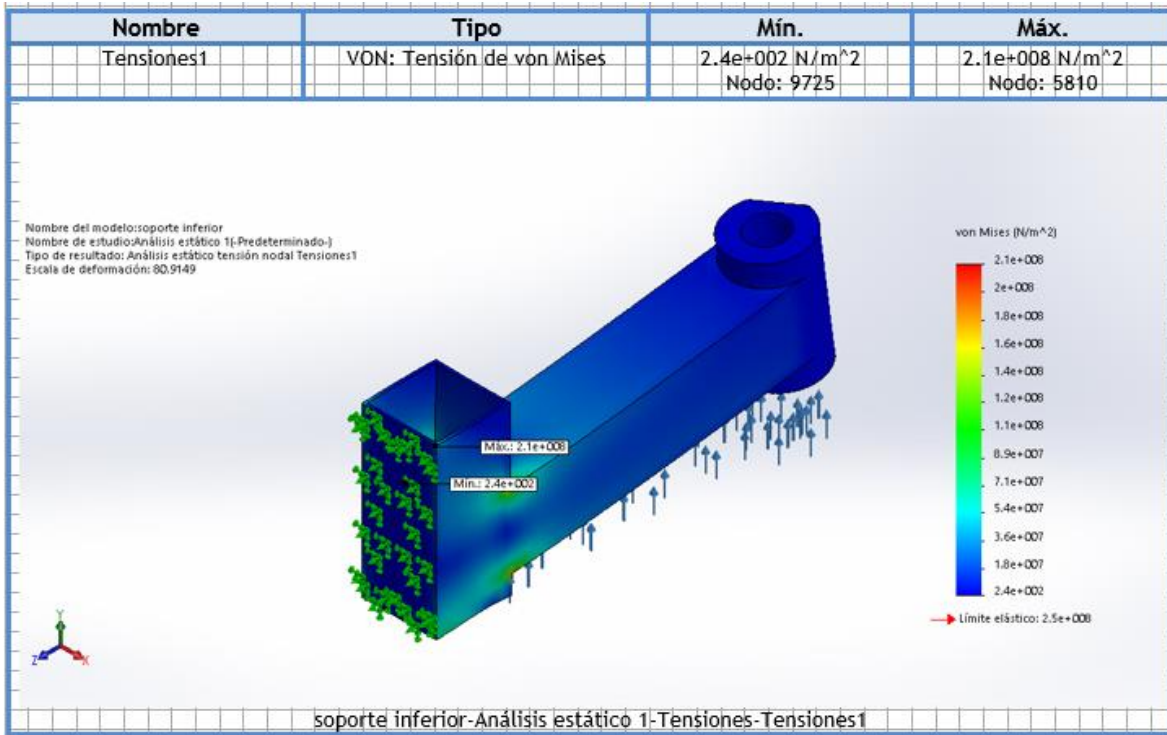


Figura AII.9. Análisis de tensiones Von Mises SOPORTE INFERIOR

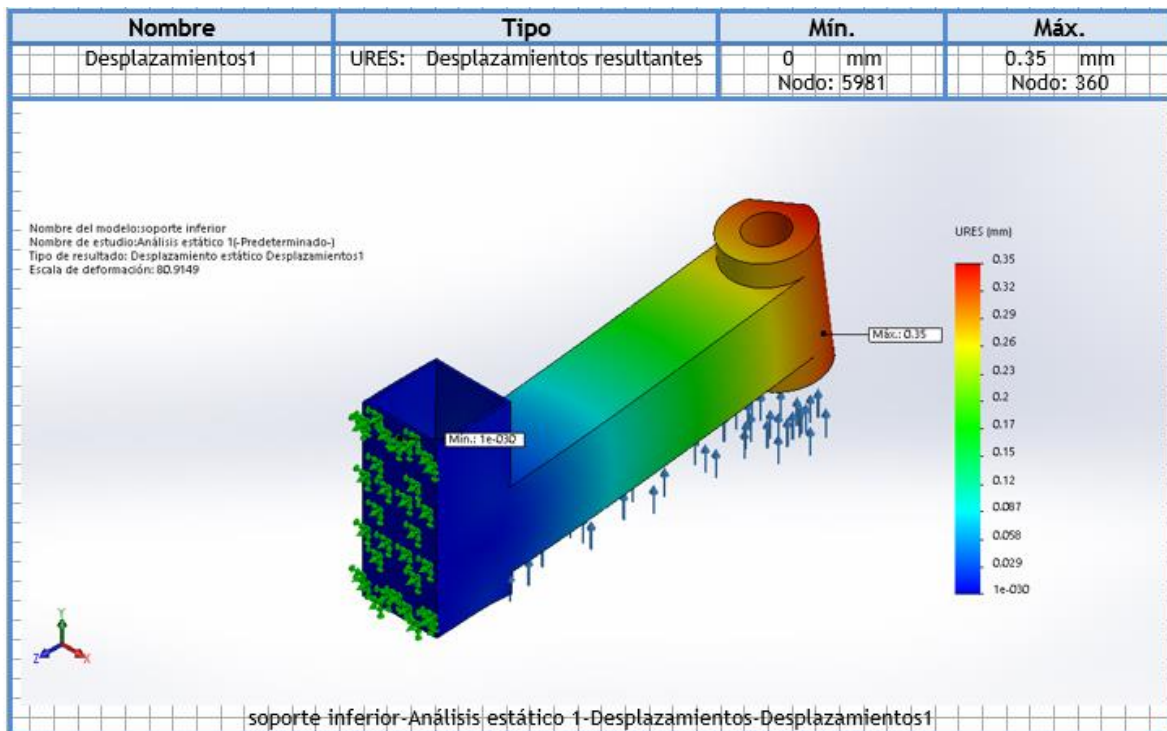


Figura AII.10. Análisis de Desplazamiento SOPORTE INFERIOR

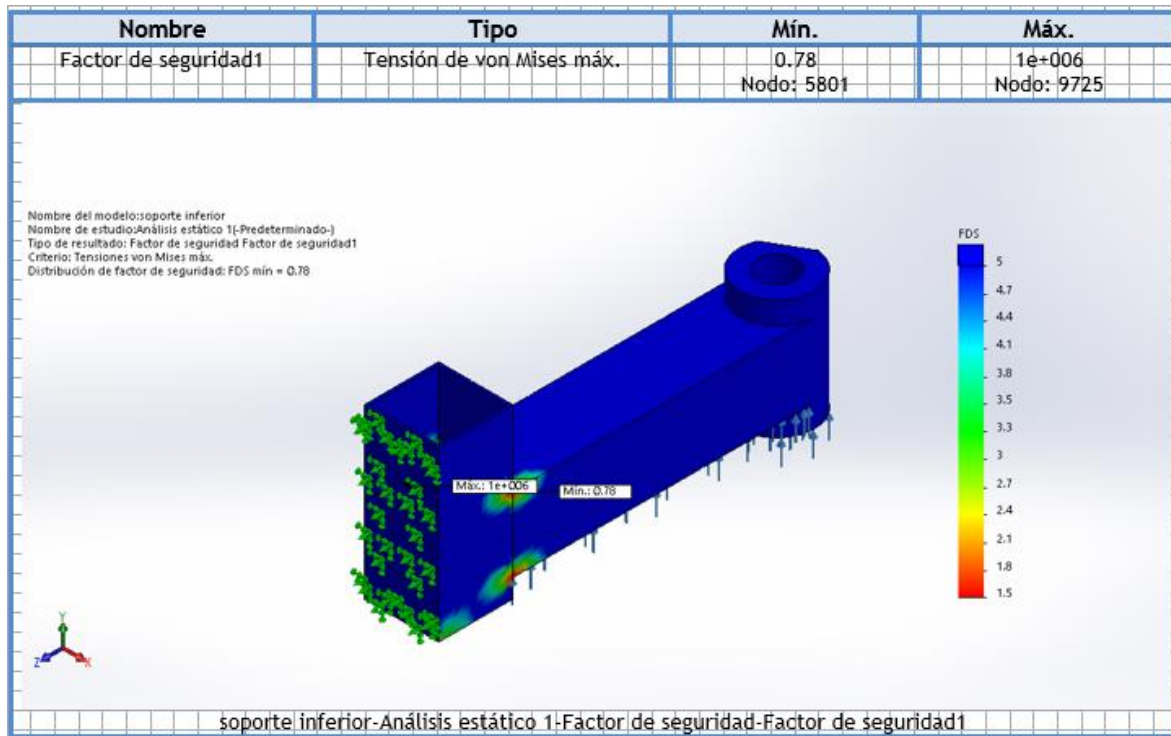


Figura AII.11. Factor de seguridad SOPORTE INFERIOR

ANEXO III

CIRCUITO NEUMÁTICO

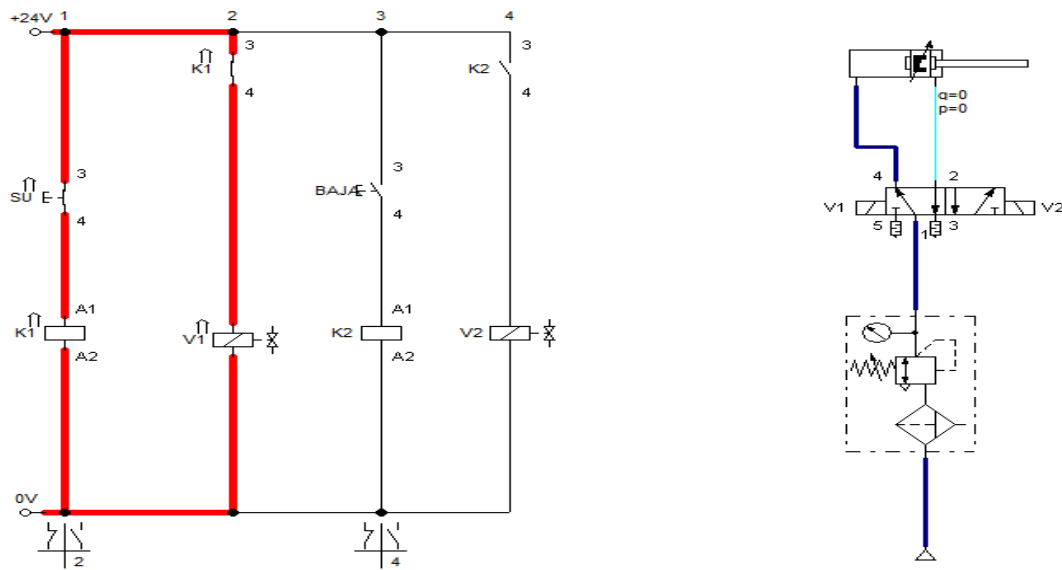


Figura III.1. Circuito Neumático, activación electroválvula SUBE

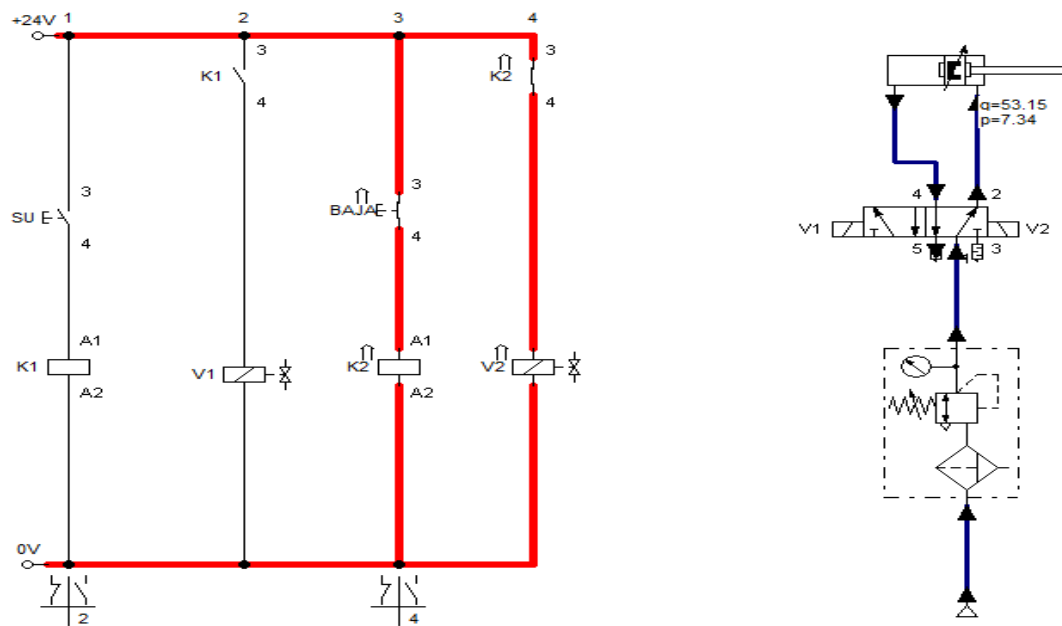


Figura III.2. Circuito neumático, activación electroválvula BAJA

ANEXO IV

PROPIEDADES MECÁNICAS ACERO ASTM A36



SUMITEC
SUMINISTROS TÉCNICOS S.A.

ACERO ESTRUCTURAL
ACERO ASTM A36

1. Descripción: Acero al carbono estructural conocido como hierro negro, de calidad estructural para el uso en puentes y edificaciones remachadas, atornilladas o soldadas.

2. Normas Involucradas: ASTM A 36/A 36M - 04

3. Propiedades mecánicas: Esfuerzo a la fluencia mínimo: 250 MPa (36300 PSI)
Esfuerzo a la tensión: 400 – 550 MPa (58000 – 79800 PSI)
Elongación mínima en 50 mm (2"): 23%
Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.85 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.25 – 0.29 % C
0.60 – 1.20 % Mn
0.15 – 0.40 % Si
0.04 % P máx
0.05 % S máx

6. Usos: Para componentes estructurales en general.

7. Tratamientos térmicos: Usualmente a este material no se le da tratamiento térmico debido a que son parte estructural. Puede ser cementado para aumentar la dureza superficial mientras mantiene su núcleo tenaz.

Figura A IV.1. Propiedades mecánicas acero ASTM A36

ANEXO V

MODULO ELECTRONICO PLC LOGO 230 RC

SIEMENS

Data sheet
6ED1052-1FB08-0BA0

LOGO! 230RCE,logic module, display PS/UC: 115V/230V/relay, 8 DI/4 DO, memory 400 blocks, modular expandable, Ethernet, Integr. web server, data log, user-defined Web pages, standard microSD card for LOGO! Soft Comfort V6 or higher, older projects executable



Figure similar

Display	
with display	Yes
Installation type/mounting	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide
Supply voltage	
Rated value (DC)	
• 115 V DC	Yes
• 230 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	100 V
permissible range, upper limit (DC)	253 V
Rated value (AC)	
• 115 V AC	Yes
• 230 V AC	Yes
Line frequency	
• permissible range, lower limit	47 Hz
• permissible range, upper limit	63 Hz

Time of day	
Time switching clocks	
• Number	400; Max. 400, function-specific
• Power reserve	480 h
Digital inputs	
Number of digital inputs	0
Digital outputs	
Number of digital outputs	4; Relays
Short-circuit protection	No; external fusing necessary
Relay outputs	
Switching capacity of contacts	
— with inductive load, max.	3 A
— with resistive load, max.	10 A
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
• Limit class B, for use in residential areas	Yes
Degree and class of protection	
Degree of protection acc. to EN 60529	
• IP20	Yes
Standards, approvals, certificates	
CE mark	Yes
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes
developed in accordance with IEC 61131	Yes
according to VDE 0631	Yes
Marine approval	Yes
Ambient conditions	
Ambient temperature during operation	
• min.	-20 °C; No condensation
• max.	55 °C
Ambient temperature during storage/transportation	
• min.	-40 °C
• max.	70 °C
Altitude during operation relating to sea level	
• Ambient air temperature-barometric pressure-altitude	Tmin ... Tmax at 1 050 hPa ... 785 hPa (-1 000 m ... +2 000 m)
Dimensions	
Width	71.5 mm
Height	80 mm

Figura AV.1. Características técnicas modulo controlador LOGO 230RC

ANEXO VI

TABLAS TÉCNICA PARA SELECCIONAR CILINDROS NEUMÁTICOS

FUERZAS DESARROLLADAS EN EMPUJE Y TRACCIÓN (TEÓRICAS)													
Diámetro cilindro D mm	Diámetro eje d mm	Movimiento	Aire útil cm ³	Fuerza en empuje y tracción en daN en función de la presión de ejercicio en bar									
				1 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	8 bar	9 bar	10 bar
8	4	empuje	0.50	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
		tracción	0.38	0.4	0.8	1.1	1.5	1.9	2.3	2.6	3.0	3.4	3.8
10	4	empuje	0.79	0.8	1.6	2.4	3.1	3.9	4.7	5.5	6.3	7.1	7.9
		tracción	0.66	0.7	1.3	2.0	2.6	3.3	4.0	4.6	5.3	5.9	6.6
12	6	empuje	1.13	1.1	2.3	3.4	4.5	5.7	6.8	7.9	9.0	10.2	11.3
		tracción	0.85	0.8	1.7	2.5	3.4	4.2	5.1	5.9	6.8	7.6	8.5
16	6	empuje	2.01	2.0	4.0	6.0	8.0	10.1	12.1	14.1	16.1	18.1	20.1
		tracción	1.73	1.7	3.5	5.2	6.9	8.6	10.4	12.1	13.8	15.6	17.3
16	8	empuje	2.01	2.0	4.0	6.0	8.0	10.1	12.1	14.1	16.1	18.1	20.1
		tracción	1.51	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.6	12.1	13.6	15.1
20	8	empuje	3.14	3.1	6.3	9.4	12.6	15.7	18.8	22.0	25.1	28.3	31.4
		tracción	2.64	2.6	5.3	7.9	10.6	13.2	15.8	18.5	21.1	23.8	26.4
20	10	empuje	3.14	3.1	6.3	9.4	12.6	15.7	18.8	22.0	25.1	28.3	31.4
		tracción	2.36	2.4	4.7	7.1	9.4	11.8	14.1	16.5	18.8	21.2	23.6
25	10	empuje	4.91	4.9	9.8	14.7	19.6	24.5	29.5	34.4	39.3	44.2	49.1
		tracción	4.12	4.1	8.2	12.4	16.5	20.6	24.7	28.9	33.0	37.1	41.2
32	12	empuje	8.04	8.0	16.1	24.1	32.2	40.2	48.3	56.3	64.3	72.4	80.4
		tracción	6.91	6.9	13.8	20.7	27.6	34.6	41.5	48.4	55.3	62.2	69.1
40	12	empuje	12.57	12.6	25.1	37.7	50.3	62.8	75.4	88.0	100.5	113.1	125.7
		tracción	11.44	11.4	22.9	34.3	45.7	57.2	68.6	80.0	91.5	102.9	114.4
40	16	empuje	12.57	12.6	25.1	37.7	50.3	62.8	75.4	88.0	100.5	113.1	125.7
		tracción	10.56	10.6	21.1	31.7	42.2	52.8	63.3	73.9	84.4	95.0	105.6
50	16	empuje	19.63	19.6	39.3	58.9	78.5	98.2	117.8	137.4	157.1	176.7	196.3
		tracción	17.62	17.6	35.2	52.9	70.5	88.1	105.7	123.4	141.0	158.6	176.2
50	20	empuje	19.63	19.6	39.3	58.9	78.5	98.2	117.8	137.4	157.1	176.7	196.3
		tracción	16.49	16.5	33.0	49.5	66.0	82.5	99.0	115.5	131.9	148.4	164.9
63	16	empuje	31.17	31.2	62.3	93.5	124.7	155.9	187.0	218.2	249.4	280.6	311.7
		tracción	29.16	29.2	58.3	87.5	116.6	145.8	175.0	204.1	233.3	262.5	291.6
63	20	empuje	31.17	31.2	62.3	93.5	124.7	155.9	187.0	218.2	249.4	280.6	311.7
		tracción	28.03	28.0	56.1	84.1	112.1	140.2	168.2	196.2	224.2	252.3	280.3
80	20	empuje	50.27	50.3	100.5	150.8	201.1	251.3	301.6	351.9	402.1	452.4	502.7
		tracción	47.12	47.1	94.2	141.4	188.5	235.6	282.7	329.9	377.0	424.1	471.2
80	25	empuje	50.27	50.3	100.5	150.8	201.1	251.3	301.6	351.9	402.1	452.4	502.7
		tracción	45.36	45.4	90.7	136.1	181.4	226.8	272.1	317.5	362.9	408.2	453.6
100	25	empuje	78.54	78.5	157.1	235.6	314.2	392.7	471.2	549.8	628.3	706.9	785.4
		tracción	73.63	73.6	147.3	220.9	294.5	368.2	441.8	515.4	589.0	662.7	736.3
125	32	empuje	122.72	122.7	245.4	368.2	490.9	613.6	736.3	859.0	981.7	1104.5	1227.2
		tracción	114.68	114.7	229.4	344.0	458.7	573.4	688.1	802.7	917.4	1032.1	1146.8
160	40	empuje	201.06	201.1	402.1	603.2	804.2	1005.3	1206.4	1407.4	1608.5	1809.6	2010.6
		tracción	188.50	188.5	377.0	565.5	754.0	942.5	1131.0	1319.5	1508.0	1696.5	1885.0
200	40	empuje	314.16	314.2	628.3	942.5	1256.6	1570.8	1885.0	2199.1	2513.3	2827.4	3141.6
		tracción	301.59	301.6	603.2	904.8	1206.4	1508.0	1809.6	2111.1	2412.7	2714.3	3015.9
250	50	empuje	490.87	490.9	981.7	1472.6	1963.5	2454.4	2945.2	3436.1	3927.0	4417.8	4908.7
		tracción	471.24	471.2	942.5	1413.7	1885.0	2356.2	2827.4	3298.7	3769.9	4241.2	4712.4
320	63	empuje	804.25	804.3	1608.5	2412.8	3217.0	4021.3	4825.5	5629.8	6434.0	7238.3	8042.5
		tracción	773.08	773.1	1546.2	2319.2	3092.3	3865.4	4638.5	5411.6	6184.6	6957.7	7730.8

Figura VII. 1. Tabla de cilindros neumáticos según la fuerza de empuje

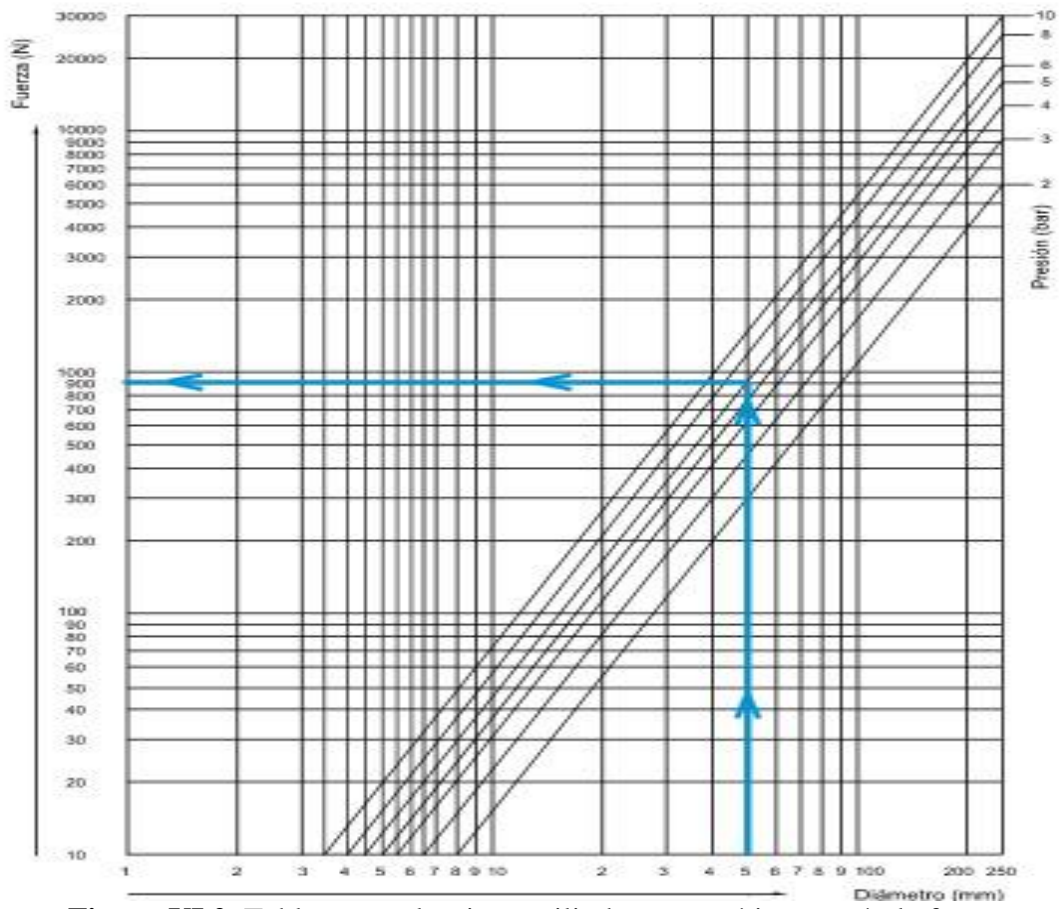


Figura VI.2. Tabla para seleccionar cilindros neumáticos según la fuerza

ANEXO VII

FICHA TÉCNICA CILINDRO NEUMÁTICO DEAM



CILINDRO SERIE "ISO 15552" (EX ISO 6431) Ø 32÷125 mm TIPO "A"

Cilindri realizzati secondo la norma ISO 15552. Possibilità di inserimento laterale del sensore grazie alla nuova forma delle testate. I profili delle camice sono stati riprogettati, e la loro nuova forma permette di applicare opportune cerniere intermedie dedicate. Cilindri disponibili in varie versioni e un'ampia gamma di accessori:

- ejecución con o sin detección magnética
- simple efecto y doble - vástago simple o pasante
- posibilidad de elegir entre juntas en NBR, POLIURETANO y FKM/FPM (para altas temperaturas)
- ejecuciones especiales a petición
- accesorios de fijación, unidad de guía y de bloqueo mecánico de vástago



DATOS TÉCNICOS	POLIURETANO	NBR	FKM/FPM	Baja Temperatura
Presión de trabajo	máx 10 bar (máx 1 MPa - 145 psi)			
Temperatura de funcionamiento Ø 32 + 63	-20°C/+80°C (Cl. no magnética)	-10°C/+80°C (Cl. no magnética)	-10°C/+150°C (Cl. no magnética)	-35°C/+80°C
Ø 80 + 125	-20°C/+70°C (Cl. magnética)	-10°C/+70°C (Cl. magnética)	-10°C/+150°C (Cl. no magnética)	-35°C/+80°C
	-10°C/+80°C (Cl. no magnética)	-10°C/+80°C (Cl. no magnética)	-10°C/+150°C (Cl. no magnética)	
	-10°C/+70°C (Cl. magnética)	-10°C/+70°C (Cl. magnética)		
Fluido	Aire sin lubricación, si se utiliza aire lubricado la lubricación debe ser continua			
Diámetros	Ø 32 ; Ø 40 ; Ø 50 ; Ø 63 ; Ø 80 ; Ø 100 ; Ø 125			
Tipo de construcción	Cilindros con tornillos autolubrificantes			
Carreras standard *	Simple efecto: para diámetros de Ø 32+63 carreras de 0 a 250 mm Efecto doble: para diámetros de Ø 32+80 carreras de 25 a 2600 mm para diámetros de Ø 100+125 carreras de 25 a 2600 mm			
Versiones	Doble efecto amortiguado, Simple efecto vástago retraído amortiguado, Vástago pasante amortiguado, Amortiguamiento prolongado, Alta temperatura, Bloqueo de vástago, Estanqueidad aceite, Vástago pasante estanqueidad aceite, Bajo rozamiento, Anti skip-rip.			
Tramos para sensores	Todas las versiones con detección magnética a petición suministrada sin detección			
Presión de arranque	Ø 32;40: 0.4 bar Ø 50;63 carrera < 1500 mm: 0.3 bar; carrera > 1500 mm: 0.4 bar Ø 80,100,125 carrera < 1500 mm: 0.2 bar; carrera > 1500 mm: 0.4 bar			
Fuerza e desmontar a 6 bar en empuje/tracción	Ver DATOS TÉCNICOS GENERALES PAG. 1.1/05			
Peso	Ver DATOS TÉCNICOS GENERALES PAG. 1.1/06			
	Para versiones anti skip-rip utilizar solo aire sin lubricación			
	* carreras máximas aconsejadas, los valores superiores pueden crear problemas de funcionamiento.			

Figura VII.1. Características técnicas del cilindro neumático

ANEXO VIII

PRENSA UNIVERSAL PARA COMPRIMIR RESORTES (ENSAYOS)



Figura VIII.1. Ensayos para determinar la fuerza de compresión

ANEXO IX**CONSTRUCCIÓN DEL OPRESOR NEUMÁTICO****Figura A IX.1.** Construcción del opresor neumático**Figura A IX.2.** Estructura Mecánica



Figura A IX.3. Instalación del sistema electrónico



Figura A IX.4. Ensamble general del opresor neumático