

UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA		
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA		
FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO		
Nº DE RADICACIÓN: _____		
INFORMACIÓN EJECUTORES		
Ejecutor 1		
Nombre (s):	JUAN GABRIEL	
Apellido (s):	ZARATE BECERRA	
Código:	20111275041	
E-mail:	Juanzat4@hotmail.com jgzarateb@correo.udistrital.edu.co	
Teléfono fijo:	7757695	
Celular:	3125087967	
INFORMACIÓN DEL PROYECTO		
Título del Proyecto:	Diseño y fabricación de mecanismo para ensamble de ambulancias en CARROCERÍAS EL SOL SAS	
Duración (estimada):	6 meses	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prestación y Servicios Tecnológicos	<input type="checkbox"/>
	Otro	<input type="checkbox"/>
Modalidad del Trabajo de Grado:	proyecto	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Optimización de proceso industriales	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	Diseño de ingeniería mecánica	
Grupo de Investigación:	Ninguno	
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Diseño de maquinaria, sistemas hidráulicos y neumáticos, materiales de ingeniería, mecanismos.	
INFORMACIÓN PASANTÍA		
Nombre de la empresa:	CARROCERIAS ESL SOL SAS	
Dirección:	Autopista sur km 8 centro industrial Cazúca	
Teléfonos:	(571) 5799000	
Correo electrónico:	dibujo@carroceriaselsol.com	
Página Web:	www.carroceriaselsol.com	
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA		
Director: (Vo. Bo.)	Ing. Oswaldo Pastrán Beltrán	
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)		
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	Ing. Mirna Jirón	

CONTENIDO

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1	Estado del arte:	8
1.2	Justificación	12
2	Objetivos.....	13
2.1	Objetivo general:	13
2.2	Objetivos específicos:.....	13
3	MARCO TEÓRICO:.....	14
4	METODOLOGÍA	27
5	CRONOGRAMA	29
6	PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN	29
7	BIBLIOGRAFÍA	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Carrocería de automóvil soportada por FlexPLP.....	10
Figura 2: Elevador de doble tijera para vehículos hasta 4 toneladas.....	11
Figura 3: Diagrama de elevador transportador	11
Figura 4: Ensamblaje final del elevador	12
Figura 5: Nissan NP 300 carrozable	17
Figura 6: Determinación de la carga Útil.....	18
Figura 7: Distribución de dimensiones principales en carrozados de vehículos	18
Figura 8: Distribución de carga en vehículos	19
Figura 9: estructura de bloques de una instalación oleohidráulica.....	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Criterios de evaluación del diseño	7
Tabla 2: Soluciones a problemas de acuerdo al movimiento de entrada y salida necesitado	16
Tabla 3: Cronograma de actividades	29
Tabla 4: Recurso material.....	29
Tabla 5: Recurso humano.....	30
Tabla 6: Presupuesto general del proyecto y fuente de financiación	30

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Contexto Nacional

La creciente globalización de la economía ha forzado a los países y a sus empresas a elaborar nuevas alternativas que permitan mejorar sus capacidades productivas, principalmente en la mejora de los productos, mejora de las tecnologías en uso y mejoramiento continuo de sus sistemas productivos.

En el sector automotriz colombiano existen diversos tipos de carrocerías de fabricación nacional ensamblados en chasis de vehículos de empresas internacionales reconocidas por su tecnología y desempeño. Estas carrocerías son el armazón revestido por chapas o láminas de aluminio, madera, acero o fibra de vidrio que dan la característica de uso al vehículo: buses, camiones, ambulancias, furgones, estacas, etc. El chasis es el marco metálico conocido como bastidor que soporta inicialmente el motor y la cabina de conducción, sobre el cual se instalan todos los componentes del vehículo. En este enlace de productos nacionales y extranjeros es necesario mantener el ejercicio tecnológico nacional y adecuar los sistemas de producción de manera que se conserve un nivel adecuado en materia del desarrollo de productos y se pueda contar con procesos de fabricación que correspondan a la tecnología suministrada por las grandes productoras de vehículos del mundo.

Cada empresa debe mejorar los procesos de fabricación y para esto se cuenta con el aporte de entidades del estado como Colciencias mediante la Ley 1286 de 2009 que establece el fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y a Colciencias para lograr un modelo productivo sustentado en la ciencia, la tecnología y la innovación, para darle valor agregado a los productos y servicios de nuestra economía y propiciar el desarrollo productivo y una nueva industria nacional. y el documento Conpes (Consejo Nacional de Política Económica y Social) 3582 de 2009 el cual contiene la política del Estado colombiano para incrementar la capacidad del país para generar y usar conocimiento científico y tecnológico y social basado en el conocimiento que contribuyen al desarrollo competitivo y equitativo del país en los ámbitos económico y social mediante el programa de Desarrollo tecnológico industrial y de calidad que está dirigido a orientar e Integrar las actividades científicas, tecnológicas y de innovación bajo un marco donde empresas, Estado y academia interactúen en función de los fines de esa ley.

Contexto Local

Carrocerías el sol SAS, empresa del sector automotriz está dedicada a la fabricación de ambulancias, vehículos de transporte de carga y vehículos especiales para la industria colombiana¹. Actualmente parte de su infraestructura está establecida en el desarrollo de ambulancias TAB (Transporte Ambulatorio Básico) y TAM (Transporte Ambulatorio Medicalizado) montados sobre vehículos camioneta tipo PICK UP de marcas: Nissan, Chevrolet, Mazda, Toyota y Ford.

La línea de producción de las ambulancias TAB y TAM está organizada en secciones por las cuales pasan cada uno de los vehículos que se fabrican allí cualquiera que sea su dimensión. La fabricación de los habitáculos se inicia en la sección de metalmecánica y fibra, donde se fabrica la estructura metálica y se hace el forrado exterior de la unidad en fibra de vidrio, también se efectúa el encorazado (ductos para facilitar el cableado eléctrico) y cableado eléctrico interno en paredes, luego pasan a la sección de pintura y poliuretano donde se efectúa la pintura de protección de la estructura y el relleno de paredes con poliuretano que permite rigidez y aislamiento termo acústico al vehículo, seguido a esto se termina el proceso de forrado con fibra en la parte interna y el terminado del habitáculo en la sección de pinturas donde se pule y mejoran las superficies para la pintura final, luego se realiza las adecuaciones internas en las cuales se instalan las divisiones y componentes de la unidad (muebles, paredes, baños) dependiendo de los requisitos iniciales de diseño.

El proceso descrito se realiza transportando el habitáculo fabricado sobre unas bases rodantes por las secciones mencionadas luego se necesita hacer el paso del habitáculo desde la base rodante al chasis, posterior se realiza el anclaje y se ejecuta el ensamble final. Se termina la instalación eléctrica, instalación de luces y muebles internos, alistamiento de pisos, decoraciones y terminados finales, se equipa con los aparatos exigidos por el cliente y se realiza la limpieza final.

Diagnóstico de la situación problema

En la línea de producción se está generando riesgo en el área de ensamble de los habitáculos puesto que se ejecutan labores por parte de los 10 operarios de manipulación de cargas en exceso que superan los 50 Kg en condición máxima

¹También se fabrican vehículos especiales de gran tamaño según especificaciones del cliente, sus dimensiones varían según la capacidad de carga requerida o el espacio necesario, entre estos podemos encontrar camiones y buses que se diseñan según su uso: unidades medico odontológicas, unidades de rescate, transporte especial, transporte de carga, entre otros.

permitida²según la norma ISO 11228-1:2003. Se han presentado problemas en torno a la manipulación de dichas cargas que podrían convertirse en consecuencias mayores que afectan directamente a la empresa y la integridad de las personas que laboran allí.

Entre algunos problemas se encuentran los accidentes laborales generados entre 2010 y 2012 con un total de 4 operarios reportados ante la ARP respectiva por casos de golpes y presión en los dedos, esto incide en generación de faltas contra el reglamento interno de salud ocupacional³ y contra la resolución 2400 de 1979 Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Y el Plan Nacional de Salud Ocupacional establecido en el ministerio de la protección social que protege la seguridad laboral de los trabajadores y reglamentan el cuidado en el sitio del trabajo.

Otro problema se presenta en el ensamble de las ambulancias desde la base rodante hasta el vehículo de dimensiones: 2.5 m largo x 1.8 m ancho x 2 m altura. 10 Operarios llevan a cabo el levantamiento del habitáculo terminado que pesa 800 Kg y lo transportan desde la base rodante hasta la parte trasera del chasis en un recorrido de 3 metros y unacarga aproximada por operario de 80 Kg, este trabajo es realizado en 10 minutos y por lo tanto incrementa los costos de los productos por perdidas de tiempo en producción de 1 hora por ambulancia que cuenta desde el momento de reunir operarios para esta labor hasta el traslado a su respectivo sitio de trabajo, el costo de mano de obra es de \$30000⁴ para operarios de ensamble. Por otra parte se encuentra daños en los productos fabricados debidos a choques de la carrocería, deterioro y rayones en la pintura y fisuras en la cubierta de fibra de vidrio terminada en el momento que se realiza la manipulación manual de la carga.

Problema del proyecto de grado

Es de gran importancia tomar acciones para eliminar el trabajo de manipulación de cargas excesivas facilitando al operario herramientas para mejorar su desempeño laboral por esto el presente proyecto de grado es el diseño y fabricación de un mecanismo de ensamble para ubicar el habitáculo fabricado sobre el chasis.

²INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION. Ergonomics -- Manual handling -- Part 1: Lifting and carrying. ISO 11228-1:2003.

³REGLAMENTO DE SALUD OCUPACIONAL Comité paritario de salud ocupacional carrocerías el sol página 4

⁴ CARROCERIAS EL SOL SAS. Centro de costos de producción. Salarios vigentes 2012.

En el diagnóstico se evidencia los problemas presentados debidos a la falta de herramientas y mecanismos dentro de la línea de ensamble de producción de ambulancias por esto el problema de este proyecto de grado radica en la necesidad de optimizar esta sección de ensamble proporcionando al operario una herramienta para ensamble y a la empresa una mejora tecnológica en su sistema productivo. Se plantea la hipótesis que se presentan en la tabla 1 para seleccionar la opción más adecuada a las necesidades de esta labor mediante un mecanismo que debe cumplir con algunas ventajas mencionadas a continuación y para ello establecemos tres posibles ideas de diseño: la primera es un dispositivo móvil capaz de desplazarse por cada una de las secciones y ubicarse cualquier sitio dentro de la planta para realizar el acople del habitáculo sobre el vehículo, la segunda es realizar un dispositivo estático que sea ubicado en un lugar estratégico dentro de la planta y que allí lleguen todas las unidades para su ensamble y montaje sobre el vehículo y otra alternativa es un montacargas acondicionado a la función necesaria del movimiento y ensamble del habitáculo.

Tabla 1: Criterios de evaluación del diseño

Criterio de diseño	Solución 1: Mecanismo móvil para ensamble de ambulancias	Solución 2: Mecanismo estático de ensamble de ambulancias
Capacidad de carga ⁵	Podría ser adaptado para una carga, dimensiones y mínimas por la necesidad del movimiento en la planta	Capacidad mayor por ser un equipo estático,
Dimensiones ⁶	Depende del espacio de movilidad y posibles puntos de trabajo dentro y fuera de la empresa (transporte dentro y fuera de la empresa)	Depende únicamente del espacio posible en planta.
Principio de accionamiento ⁷	Restricción de uso se sistemas neumáticos de accionamiento	Fácil acceso de sistemas hidráulicos y neumáticos

⁵ Definición: Volumen y ocupación de espacio, sea el producto una unidad o un conjunto. Puede referirse también a fuerzas y movimientos y las direcciones en las cuales estas fuerzas y movimientos ocurren.

⁶ Definición: Espacio requerido para movilidad y trabajo de la máquina o mecanismo

Criterio de diseño	Solución 1: Mecanismo móvil para ensamble de ambulancias	Solución 2: Mecanismo estático de ensamble de ambulancias
Funcionalidad ⁸	Equipo de alta funcionalidad y se agrega el uso fuera de la planta (montajes en otras ciudades)	Equipo funcional solo en la planta
Utilidad ⁹	Únicamente para uso de ensambles de carrocerías dependiendo del tamaño y tecnología instalada	Su uso se extiende a todo tipo de carrocería pero con restricción de uso solo en sitio de instalación

1.1 Estado del arte:

Estado del arte en diseños de mecanismos de levantamiento y movimiento de cargas para de ensamble y acoples en plantas productivas

Este estado del arte presenta la información relacionada al diseño, mecanismos, y máquinas de manipulación y levantamiento de carga, vehículos, ensambles y partes en plantas de manufactura, localizado en proyectos de grado, tesis, artículos e informes de investigación relacionada que se haya realizado en el sector automotriz e industrial en general.

Se inicia con búsqueda de material de tipo científico y técnico en diferentes bibliotecas, revistas, bases de datos digitales y buscadores de internet relacionados con el tema, Se localizo 13 fuentes relacionadas con el sector automotriz en el área de manufactura y ensamble de los cuales se seleccionaron 5 fuentes que directamente involucran la tecnología en ensambles y levantamiento de cargas de vehículos. Estas fuentes fueron tomadas de sitios de internet y bases de datos físicas descritas a continuación .

Se realiza búsqueda de sitios Web que contienen bases de datos online de trabajos de grado, proyectos de investigación y libros en general clasificados en

⁷ Definición: Selección del principio de accionamiento que ejercerá la fuerza mecánica necesaria para el trabajo de la máquina o dispositivo

⁸ Definición: Absolutamente vital para la aceptación del usuario. Quizás más necesario que los aspectos de costo en una máquina herramienta. Es obligatorio

⁹ Definición: Indica si el equipo puede ser usado de forma continua o periódica. Tiene relación con el mantenimiento. No es obligatorio..

cuatro grupos: buscadores de nivel académico, buscadores de nivel industrial y especializado las bases de datos y bibliotecas de universidades y páginas de revistas indexadas y virtuales de carácter científico y técnico. En cada uno de estos se realiza una búsqueda de palabras exactas referentes a 3 ítems: ensamble de vehículos, sistemas de levantamiento de carga y sistemas de fabricación de carrocerías.

Entre los buscadores ingresamos al buscador google académico que por medio del link de búsqueda avanzada y los ítems anteriormente mencionados se hallan listados de artículos y páginas con estas características que se mencionaran mas adelante.

En cuanto a búsqueda académicas e ingreso en la búsqueda de información en páginas que contienen base de datos de tesis y artículos de universidades se hallaron: catalogo en línea de la biblioteca Luis Ángel Arango, SINAB Sistema Nacional de Bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia, Catálogo Público de la Biblioteca virtual de la Universidad de los Andes, Biblioteca en línea de la Universidad de Antioquia, Biblioteca digital EAFIT, repositorio institucional de la Universidad de la Salle.

Por otra parte se hallaron páginas de ubicación de revistas electrónicas y artículos en línea, entre estos se halla: Elportal de la Revista Ingeniería e Investigación de la Universidad Nacional de Colombia, Portal de revistas en línea Dialnet, Sistema de biblioteca el Dorado en México Tesis electrónicas de la Universidad de Chile cybertesis.net, Universia, Revistas Facultad de ingeniería Universidad de Antioquia. De modo físico se cuenta con el listado de tesis de tecnología e ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de caldas.

Las 13 fuentes encontradas son del buscador de Google académico y están relacionadas con materiales, procesos, características y generalidades de la cadena de producción de vehículos. De estas fuentes 7 son tesis de grado de ingeniería, 1 nacional proveniente de la Universidad Javeriana en la que se estudia un modelo de propuestas estratégicas para mejorar la competitividad de las pymes del subsector de carrocerías para vehículos automotores en la ciudad de Cali y el restante extranjeras, 4 informes relacionados con el tema, 1 revista técnica de información y 1 guía de consulta de nivel industrial.

De allí se seleccionan cinco fuentes consideradas como apropiadas para el tema debido a que están relacionadas directamente con el ensamble de vehículos, levantamiento de cargas y métodos de producción en ensambles de carrocerías.

Los criterios de selección de información se establecen debido a la relación directa con el proyecto de grado formulado, primero el desarrollo de ensambles de vehículos buscando sistemas o métodos de ensambles entre carrocerías y chasis viéndolo desde el contexto de selección maquinaria y herramientas que sirvan para ejecutar este proceso.

Segundo el sistema de levantamiento de cargas mediante la búsqueda de sistemas, métodos o diseños de maquinaria dispuesta al movimiento horizontal o vertical de cargas en plantas industriales y tercero el sistema de fabricación de carrocerías en relación con métodos y herramientas que tienen empresas o diseños que se hayan realizado para generar la fabricación o proceso de producción de carrocerías.

Las fuentes seleccionadas están encaminadas al ensamble de vehículos y manipulación de cargas. La primera proviene de la Revista ABB Manufacturing automation 4/2006 línea de robots FLEXLEAN de una moderna cadena de montaje de automóviles pequeños completa un vehículo cada 45 segundos, y esto durante las 24 horas de cada día. La estructura desnuda de la carrocería de un automóvil normal, la llamada "carrocería en blanco" (BIW, Body in White), consta de 200 a 400 piezas (inclusive las utilizadas en los subsistemas). Esto significa que sólo la línea (BIW body in White), y sus líneas de montaje de subsistemas consume esta cantidad de piezas cada 45 segundos. No se trata sólo de que los robots tengan que trabajar con la precisión de un reloj además hará falta una logística avanzada para el funcionamiento de la línea. Figura 1



Figura 1: Carrocería de automóviles soportada por FlexPLP.

Otra fuente encontrada en la Universidad Politécnica Nacional de Quito Ecuador en el año 2011 es un diseño¹⁰ de un elevador de doble tijera para levantamiento de vehículos con capacidad de 4 toneladas, este es un modelo de mecanismo de levantamiento de vehículos para facilitar al operador realizar la tarea de mantenimiento de manera adecuada.



Figura 2: Elevador de doble tijera para vehículos hasta 4 toneladas

Otra fuente de la Escuela superior Politécnica del Litoral es el diseño de un elevador transportador de carga con capacidad máxima de media tonelada métrica realizada en Guayaquil Ecuador en el año 1994

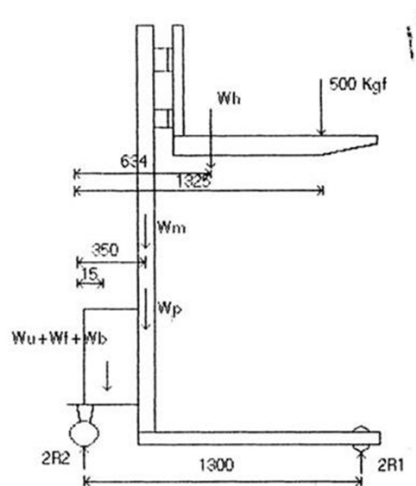


Figura 3: Diagrama de elevador transportador

¹⁰HIDALGO AYALA, Diana Carolina y VILLARRUEL ERAZO, Vinicio Javier. Diseño de un elevador de doble tijera para levantamiento de vehículos con una capacidad de hasta 4 toneladas. Trabajo de grado Ingeniero Mecánico. Quito.: Escuela politécnica Nacional, Facultad de ingeniería. 2011.

Otra fuente en levantamiento de cargas se observa en el diseño y construcción de un elevador electro neumático portátil para montaje y desmontaje de las ruedas y suspensión de un vehículo encontrado en tu trabajo de grado de la escuela politécnica del ejército en ecuador, se observa el mecanismo para ensamble necesario en talleres mecánicos automotrices



Figura 4:Ensamblaje final del elevador

1.2 Justificación

Este proyecto de grado está enfocado a suplir la necesidad encontrada en la línea de producción de ambulancias de la empresa Carrocerías el Sol SAS en la sección de ensamble donde se encuentra el levantamiento manual del habitáculo fabricado para ambulancias TAB (transporte ambulatorio básico) y TAM (transporte ambulatorio medicalizado) de un peso de 800Kg por parte de operarios de la sección de ensamble y terminado, en el contexto local se describe la línea de producción de esta empresa y la ubicación del problema a solucionar.

Para destacar la importancia e interés que tiene llevar a cabo este proyecto de grado es necesario plantear los argumentos que soportan ejecución del mismo, primero se observa la necesidad de elaborar un mecanismo que pueda ayudar en la mejora del trabajo de ensamble de vehículos para evitar la manipulación excesiva de cargas¹¹ y mejorar la salud laboral de los trabajadores involucrados a la tarea Por otra parte se aporta al desarrollo tecnológico industrial con la fusión

¹¹INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Ergonomics -- Manual handling -- Part 1: Lifting and carrying. ISO 11228-1:2003

entre el sector industrial y académico como lo estipula entidades del estado como Colciencias para la mejora de la línea de producción y mejora de tiempos y costos de la empresa. También se involucra el cumplimiento de las normas de salud ocupacional en el marco de lo establecido por el Ministerio de la Protección Social y el reglamento de Salud Ocupacional del Comité paritario de salud ocupacional

Puesto en escena el desarrollo del estado del arte se encuentra diferentes métodos y proyectos trabajados en el ámbito del sector automotriz y manufacturero relacionado con el tema de proyecto de gradode los cuales se ha tomado referencias para ver quienes han desarrollado este tema de diseño de equipos para ensamble, de aquí se toma las principales características técnicas desarrolladas por cada autor para definir la mejor opción de diseño.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general:

Diseñar y fabricar un mecanismo de ensamble entre el habitáculo de ambulancias (TAB y TAM) sobre chasis de vehículos Pick UP, para la empresa CARROCERÍAS EL SOL SAS.

2.2 Objetivos específicos:

Realizar el diseño conceptual ensamble de habitáculos sobre chasis Pick up de marca Chevrolet, Toyota, Mazda, Nissan y Ford.

Seleccionar el principio de accionamiento del mecanismo de ensamble de carrocerías.

Elaborar el diseño de detalle del mecanismo de ensamble de carrocerías.

Elaborar el manual de operación.

Elaborar el manual de mantenimiento preventivo.

Elaborar los planos de ensamble y despieces.

Estimar el costo de inversión del proyecto.

3 MARCO TEÓRICO:

En base a las diferentes áreas de desarrollo de la ingeniería mecánica, se ha establecido para el desarrollo de este proyecto el enfoque sobre principios esenciales de la ingeniería mecánica: Diseño de máquinas, mecánica teórica, automatización y control, materiales y procesos relacionados para el ejercicio de diseño y fabricación de maquinaria.

Diseño de máquinas: Para el diseño de la estructura de elevación y soporte del habitáculo se debe diseñar una estructura que se acomode a las necesidades de movilidad del ensamble, para esto se debe tener el análisis del mecanismo y movimiento y el análisis estructural que soporte la carga deseada.

- Para esto se debe tener conocimiento de las capacidades y conocimientos en los que se incluye:
- Trazado, dibujo técnico y diseño asistido por computador, apoyados en el software de CAD CAE SOLIDWORKS licenciado en la empresa carrocerías ES SOL para el soporte de documentación y análisis necesario
- Propiedades de los materiales, procesamiento de materiales y procesos de manufactura
- Aplicaciones de la química, como protección contra la corrosión, galvanoplastia y pintura
- Estática, dinámica, resistencia de materiales, cinemática y mecanismos.
- Comunicación oral, atención y redacción técnica.
- Mecánica de fluidos, máquinas hidráulicas
- sistemas hidráulicos y neumáticos. Fundamentos de los fenómenos eléctricos y controles industriales
- Creatividad, solución de problemas y gerencia de proyectos
- Análisis de esfuerzos
- Conocimientos puntuales del comportamiento de elementos de máquinas como: engranes, transmisiones de bandas, transmisiones de cadenas, ejes, cojinetes, cuñar, acanaladuras, acoplamientos, sellos, resortes, uniones (atornilladas, remachadas, soldadas, adhesivas), motores eléctricos, sistemas hidráulicos, dispositivos de movimiento lineal, embragues y frenos
- Seguido a esto se debe tener conocimiento de los diferentes tipos de máquinas
- Las máquinas inventadas por el hombre se pueden clasificar atendiendo a tres puntos de vista:
 - Número de operadores (piezas) que la componen.
 - Número de pasos que necesitan para realizar su trabajo.
 - Tecnologías que la integran.

Analizando nuestro entorno podemos encontrarnos con máquinas sencillas (como las pinzas de depilar, el balancín de un parque, un cuchillo, un cortaúñas o un

motor de gomas), complejas (como el motor de un automóvil o una excavadora) o muy complejas (como un cohete espacial o un motor de reacción), todo ello dependiendo del número de piezas empleadas en su construcción.

También nos podemos fijar en que el funcionamiento de algunas de ellas nos resulta muy fácil de explicar, mientras que el de otras solo está al alcance de expertos. La diferencia está en que algunos de ellos solo emplean un paso para realizar su trabajo (máquinas simples), mientras que otros necesitan realizar gran cantidad de trabajos encadenados para poder funcionar correctamente (máquinas compuestas). La mayoría de nosotros podemos describir el funcionamiento de una escalera (solo sirve para subir o bajar por ella) o de un cortaúñas (realiza su trabajo en dos pasos: una palanca le transmite la fuerza a otra que es la encargada de apretar los extremos en forma de cuña); pero nos resulta imposible explicar el funcionamiento de un ordenador, un motor de automóvil o un satélite espacial.

Por último podemos ver que algunas de ellas son esencialmente mecánicas (como la bicicleta) o electrónicas (como el ordenador); pero la mayoría tienen mezcladas muchas tecnologías o tipos de energías (una excavadora dispone de elementos que pertenecen a las tecnologías eléctrica, mecánica, electrónica, hidráulica, neumática, térmica, química... todo para facilitar la extracción de tierras).

MÁQUINAS SIMPLES Y COMPUESTAS.

MÁQUINAS SIMPLES Cuando la máquina es sencilla y realiza su trabajo en un solo paso nos encontramos ante una máquina simple. Muchas de estas máquinas son conocidas desde la prehistoria o la antigüedad y han ido evolucionando incansablemente (en cuanto a forma y materiales) hasta nuestros días.

Algunos inventos que cumplen las condiciones anteriores son: cuchillo, pinzas, rampa, cuña, polea simple, rodillo, rueda, manivela, torno, hacha, pata de cabra, balancín, tijeras, alicates, llave fija...

Las máquinas simples se pueden clasificar en tres grandes grupos que se corresponden con la principal aplicación de la que derivan: rueda, palanca y plano inclinado.

MÁQUINAS COMPUESTAS Cuando no es posible resolver un problema técnico en una sola etapa hay que recurrir al empleo de una máquina compuesta. Estas máquinas son, en realidad, una sabia combinación de diversas máquinas simples, de forma que la salida de cada una de ellas se aplica directamente a la entrada de la siguiente hasta conseguir cubrir todas las etapas necesarias. La práctica totalidad de las máquinas empleadas en la actualidad son compuestas, y ejemplos de ellas pueden ser: polipasto, motor explosión interna (diesel o gasolina), impresora de ordenador, bicicleta, cerradura, candado.

MECANISMOS PARA LA TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTOS.

En muchas máquinas, el movimiento giratorio que proporcionan en el eje ha de ser modificado para poder emplearlo adecuadamente. Las modificaciones más comunes son:

Llevar el movimiento giratorio del eje del motor hasta otro eje diferente.

Obtener en este segundo eje mayor, menor o igual velocidad que la obtenida en el eje motor (incluso invertir el sentido del movimiento).

Transformar el movimiento giratorio en otro diferente (lineal, lineal alternativo, angular...). Para llevar a cabo estas transformaciones se recurre a una adecuada conexión en cadena de varios operadores (o máquinas simples), de forma que las características del movimiento de entrada se modifiquen de acuerdo a las necesidades del movimiento de salida. Las modificaciones más habituales, así como una posible solución al problema, se presentan en la tabla siguiente:

Movimiento de entrada	Movimiento de salida	Posible solución
Giratorio	Giratorio	Ruedas de fricción
		Transmisión por correa (Polea-correa)
		Transmisión por cadena (Cadena-piñón)
		Rueda dentada-Linterna
		Engranajes
		Engranaje y Tornillo sin fin
	Oscilante	Excéntrica-biela-palanca
		Leva-palanca
	Lineal alternativo	Excéntrica-biela-émbolo (biela-manivela)
		Leva-émbolo
	Lineal continuo	Rodillo-cinta
		Cremallera-piñón
Tornillo-tuerca		
Oscilante	Giratorio	Palanca-biela-manivela
Lineal continuo	Giratorio	Cremallera-Piñón o Cadena-Piñón
		Aparejos de poleas
		Rueda
Lineal alternativo	Giratorio continuo	Biela-manivela (excéntrica-biela; cigüeñal-biela)
	Lineal alternativo	
	Oscilante	Palancas

Tabla 2: Soluciones a problemas de acuerdo al movimiento de entrada y salida necesitado

En cuanto al desarrollo del proyecto para el análisis del montaje y ensamble se debe considerar las normas y restricciones de trabajo en carrocerías

Trabajo y fabricación de carrocerías en chasis Nissan NP300



Figura 5: Nissan NP 300 carrozable

Generalidades.

Peso del vehículo NP300 tipo chasis-cabina

Las Hojas de Especificaciones incluyen información sobre los pesos del vehículo en configuración Chasis Cabina. Los equipamientos opcionales provocan variaciones sobre los pesos y su distribución. Deberá tenerse en cuenta, además, que en la producción pueden verificarse variaciones en los pesos del orden del 5%. Por lo tanto, resulta importante, determinar el peso del vehículo Chasis-cabina y su distribución sobre los ejes antes y después de efectuar el carrozado.

Determinación de carga útil.

Con objeto de no sobrepasar la capacidad de carga del vehículo, es importante hacer los cálculos considerando los pesos de la carrocería y del propio vehículo en función de su capacidad de carga total es decir su P.B.V. (Peso bruto Vehicular.) Estas consideraciones nos dan como resultado a la resta del Peso Bruto Vehicular, la tara o peso del Vehículo ya carrozado y terminado, obteniendo entonces la capacidad útil de carga en su servicio bien sea para el transporte de materiales, productos, personas, etc. (ver figura)

Peso Bruto Vehicular (Cap. de carga total del vehículo)	2710 kg
- Peso Vehicular (Peso Físico del Vehículo)	- 1220 kg
Capacidad de Carga Real del Chasis	1490 kg

Capacidad de Carga Real del Chasis	1490 kg
- Peso de la Carrocería	- 280 kg
Capacidad de carga útil	1210 kg

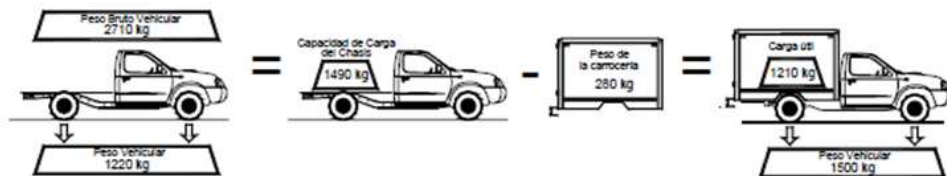


Figura 6: Determinación de la carga Útil

Dimensiones del chasis y de la carrocería

Cada modelo tiene sus propios límites en cuanto a las carrocerías que se pueden montar, estos límites están condicionados básicamente por:

El reparto de los pesos por ejes

El tipo de espejos retrovisores utilizados

Reglamentos de circulación y leyes que legislen la conducción y construcción de vehículos. En los nuevos camiones NISSAN NP300 las dimensiones consideradas para el chasis y alguna carrocería que se le añada

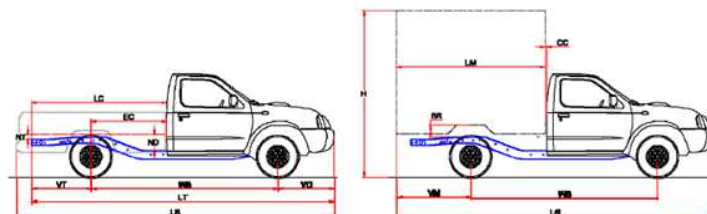


Figura 7: Distribución de dimensiones principales en carrozados de vehículos

Distribución de la carga

En la documentación específica de cada modelo se indican las longitudes carrozables permitidas, así como la posición del Centro de Gravedad para vehículos con cargas uniformemente repartidas.

Se deberán respetar, en todo caso, los límites indicados en nuestra documentación, teniendo en cuenta,

Además, las siguientes indicaciones:

Longitudinal: A fin de garantizar, en todas las condiciones de firme, el control de la dirección, salvo indicaciones contrarias, se deberán respetar los siguientes valores mínimos para el eje delantero:

- 25% del peso global del vehículo.
- 30% del peso global del vehículo, con cargas concentradas en el voladizo posterior. Por lo tanto, se prestará especial atención a los vehículos con carga concentrada en el voladizo posterior y a los vehículos con poca distancia entre ejes y con centro de gravedad alto. El montaje de Equipamientos con cargas puntuales significa un desplazamiento de la posición del Centro de Gravedad de la carga y con ello una variación de las longitudes carrozables indicadas.

Lateral: Se debe evitar que la carga quede repartida unilateralmente con una variación máxima de 4% entre ambos lados. Observar la capacidad de carga de los neumáticos.

Ejemplo:

- Carga sobre el eje permitida 1,747 Kg.
- Distribución de carga de las ruedas permitida de 873.5 Kg a 908.5 Kg.

Respetar las capacidades máximas de los neumáticos.

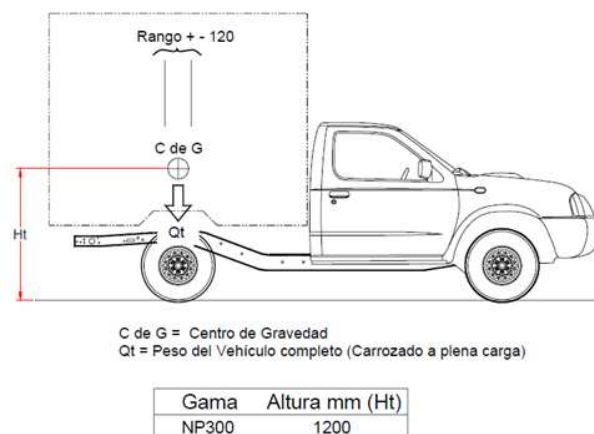


Figura 8: Distribución de carga en vehículos

Determinación de espacios libres para la carrocería: Cualquier intervención o modificación sobre el vehículo debe garantizar el correcto funcionamiento, la fiabilidad y el fácil acceso a todos los componentes del vehículo para ello:

- Se deben respetar determinados espacios libres teniendo en cuenta las dimensiones detalladas.
- Se debe prever el libre acceso a los puntos que precisan inspección o mantenimiento y controles periódicos.
- deberá estar garantizada la libertad de movimiento para las cabinas abatibles y el paso de aire para la admisión.

Para la selección de principio de accionamiento se debe tener conocimiento acerca de sistemas hidráulicos y neumáticos y los elementos que los componen

ENERGÍA HIDRODINÁMICA

Es debida a la energía cinética del fluido, por lo tanto

Depende de la velocidad

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 \rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2$$

Si consideramos dos secciones diferentes, tal y como se indican en la figura anterior,

Y sumamos todas las energías que entran en juego:

$$m \cdot g \cdot h_1 + p_1 \cdot A_1 \cdot l_1 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 = m \cdot g \cdot h_2 + p_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2$$

Como $A \cdot l$ es el volumen desplazado del fluido, y como $V_1 = V_2 = V$ y

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V ,$$

$$\rho \cdot g \cdot h_1 + p_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 = \rho \cdot g \cdot h_2 + p_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2$$

Denominada ecuación de Bernoulli

En instalaciones horizontales, la variación de energía potencial es cero, por lo que:

$$p_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2$$

Por lo tanto, si disminuye la velocidad, debe aumentar la presión para que la igualdad se mantenga. Por otra parte, como la masa de fluido en una determinada sección pequeña, la energía cinética, aunque tengamos velocidades considerables, es despreciable en instalaciones de este tipo. El transporte de energía es función de la presión a que sometemos el fluido.

Potencia (P)

La potencia necesaria de la bomba es función de:

$$P = \frac{p \cdot Q}{\eta}$$

P = Potencia en W

p = Presión en N/m² = P.a.

Q = Caudal en m³/s

η = Rendimiento de la bomba en tanto por uno

$$h_f = \psi \cdot \frac{l \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D}$$

Pérdidas de carga (h_f)

Tanto en régimen laminar como turbulento, representa la disminución de presión que experimenta un líquido al circular por un conductor.

h_f = Pérdida de carga expresada en altura de columna de líquido

l = Longitud del conducto

D = Diámetro del conducto

v = Velocidad del líquido

g = Constante de gravedad

ψ = Coeficiente de fricción.

En el caso de régimen laminar

$$\psi = 64/Re$$

Resistencia hidráulica (R)

Es la resistencia que oponen los elementos del circuito hidráulico al paso del líquido.

$$R = \frac{\Delta p}{Q}$$

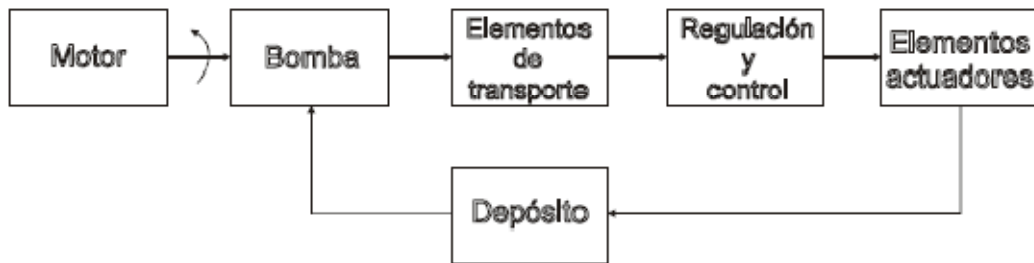


Figura 9: estructura de bloques de una instalación oleohidráulica

Elementos de las instalaciones hidráulicas

Bombas

Nos proporcionan una presión y caudal adecuado de líquido a la instalación.

Datos necesarios de las bombas:

Caudal que proporciona.

Presión de trabajo.

Tipos de bombas:

De émbolo.

Rotativas.

Depósito

Su misión es recuperar el fluido después de usarlo y mantener un nivel adecuado al uso de la instalación.

Acondicionadores del aceite

Son dispositivos que nos permiten mantener el aceite en unas condiciones de limpieza adecuadas al uso de los elementos de la instalación, de tal manera, que alarga la vida de ésta. Estos elementos son:

Filtro

Es el encargado de retirar del aceite las partículas sólidas en suspensión (trozos de metal, plásticos, etc.)

Manómetro

Se pone después de la bomba e indica la presión de trabajo.

Red de distribución

Debe garantizar la presión y velocidad del aceite en todos los puntos de uso. En las instalaciones oleo hidráulicas, al contrario de las neumáticas, es necesario un circuito de retorno de fluido, ya que este se vuelve a utilizar una y otra vez. El material utilizado suele ser acero o plástico reforzado y depende de su uso.

Elementos de regulación y control

Son los encargados de regular el paso del aceite desde las bombas a los elementos actuadores. Estos elementos, que se denominan válvulas, pueden ser activados de diversas formas: manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos. La clasificación de estas válvulas se puede hacer en tres grandes grupos.

Válvulas de dirección o distribuidores

Estos elementos se definen por el número de orificios (vías) y las posiciones posibles, así como por su forma de activación y desactivación.

Válvulas anti retorno

Permiten el paso del aceite en un determinado sentido, quedando bloqueado en sentido contrario.

Válvulas de regulación de presión y caudal

Son elementos que, en una misma instalación hidráulica, nos permiten disponer de diferentes presiones y caudales. Pueden ser estranguladoras,

temporizadoras, etc. y se utilizan para modificar la velocidad de los elementos actuadores, también llamados de trabajo.

Elementos actuadores o de trabajo

Son los encargados de transformar la energía oleo hidráulica en otra energía, generalmente de tipo mecánico. Los podemos clasificar en dos grandes grupos: cilindros y motores.

Cilindros

Transforman la energía oleo hidráulica en energía mecánica con un movimiento rectilíneo alternativo. Los hay de dos tipos:

Cilindros de simple efecto

Sólo realizan trabajo útil en un sentido de desplazamiento del vástago. Para que el émbolo recupere la posición de reposo se dota al cilindro de un muelle. Normalmente este muelle está diseñado para almacenar el 6% de la fuerza de empuje, o bien, como es el caso de los elevadores hidráulicos, aprovechan la acción de la gravedad.

Cilindros de doble efecto

Estos elementos pueden realizar trabajo en ambos sentidos de desplazamiento. Sin embargo hay que tener en cuenta que la fuerza de avance y retroceso es diferente, ya que en un sentido hay que tener en cuenta el diámetro del vástago.

Motores

Son elementos que transforman la energía oleo hidráulica en energía mecánica de rotación. Los hay de diversos tipos, entre los que cabe destacar: de engranajes, de pistones y rotativos de aspas.

Elementos de las instalaciones neumáticas

Compresores

Proporcionan una presión y un caudal de aire adecuados a la instalación.

Datos necesarios de los compresores:

Caudal que proporciona.

Relación de presión P salida / P entrada

Tipos de compresores:

De émbolo. Son baratos y ruidosos

Rotativos. Son caros y silenciosos

Acumuladores

Su misión es mantener un nivel de presión adecuada en la instalación neumática. Su tamaño depende del caudal de consumo y de la potencia del compresor.

Acondicionadores de aire

Son dispositivos que nos permiten mantener el aire en unas condiciones de limpieza, humedad y lubricación adecuadas, de tal manera que alargan la vida de toda la instalación. Estos elementos son:

Filtro de aire: se pone antes del compresor y su misión es dejar al aire libre de polvo o partículas en suspensión que puedan dañar a las diferentes partes móviles de los elementos de la instalación.

Secador: se pone después del acumulador y su misión es quitarle la humedad al aire, haciendo que la instalación tenga una vida más larga, ya que de esta manera se impide la condensación del vapor de agua en sitios no deseados, evitando fundamentalmente la corrosión.

Lubricadores: se ponen después del secador y su misión es proporcionar un poco de aceite al aire para que este lubrique todas las partes móviles de la instalación, tanto en actuadores como en elementos de control, de tal manera que se alargan notablemente la vida de éstos, pues se reduce el rozamiento. Por el contrario, si la lubricación es excesiva, la deposición de aceite en determinados elementos puede deteriorarlos.

Red de distribución

Debe garantizar la presión y velocidad del aire en todos los puntos de uso. En las instalaciones neumáticas, al contrario de las oleo hidráulicas, no es necesario un circuito de retorno de fluido, ya que éste se vierte directamente a la atmósfera por un silenciador después de haber sido usado.

Criterios de diseño: Para que la red satisfaga las necesidades de la instalación debe mantener:

Velocidad de circulación adecuada, de 6 a 10 m/s.

Pérdida de presión baja, no superior a 0,1 kp/cm².

Ser capaces de soportar posibles modificaciones futuras en cuanto a consumo.

El material utilizado suele ser acero o plástico reforzado, dependiendo del uso.

Elementos de regulación y control

Son los encargados de regular el paso de aire desde los acumuladores a los elementos actuadores. Estos elementos, que se denominan válvulas, pueden ser activados de diversas formas: manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos. La clasificación de estas válvulas se puede hacer en tres grandes grupos.

Válvulas de dirección o distribuidores

Estos elementos se definen por el número de orificios (vías), las posiciones posibles, así como la forma de activación y desactivación. La desactivación mecánica suele hacerse por muelle.

Válvulas antirretorno y selectora

La válvula antirretorno permite el paso del aire en un determinado sentido, quedando bloqueado en sentido contrario.

La válvula selectora tiene dos entradas y una salida, permitiendo la circulación de aire a través de una de sus entradas, bloqueándose al mismo tiempo la otra entrada por efecto de la primera.

Válvulas de regulación de presión y caudal

Son elementos, que en una misma instalación neumática, nos permiten disponer de diferentes presiones y, por lo tanto, de diferentes caudales.

Elementos actuadores

Son los encargados de transformar la energía neumática en otra energía, generalmente de tipo mecánico. Los podemos clasificar en dos grandes grupos:

Cilindros

Transforman la energía neumática en energía mecánica, con movimiento rectilíneoalternativo. Los hay de dos tipos:

Cilindros de efecto simple: Sólo realizan trabajo útil en el sentido de desplazamiento del vástago. Para que elémbolo recupere la posición de reposo se dota al cilindro de un muelle. Normalmente,este muelle, está diseñado para almacenar el 6% de la fuerza de empuje.

Cilindros de doble efecto: Estos elementos pueden realizar trabajo en ambos sentidos de desplazamiento,sin embargo hay que tener en cuenta que la fuerza de avance y retroceso es diferente,ya que en un sentido hay que tener en cuenta el diámetro del vástago.

Motores

Son elementos que transforman la energía neumática en energía mecánica derotación. Los hay de diversos tipos, entre los que cabe destacar los de émbolo ylos rotativos de aspas.

4 METODOLOGÍA

Fase de documentación

La metodología para el diseño y fabricación del mecanismo inicia en su fase de documentación, en la cual se definirán las especificaciones del proyecto que dependen de los ya mencionados en el planteamiento del problema, para dar las pautas iniciales del diseño; luego se definen las funciones y restricciones del mecanismo y los criterios de evaluación;por otra parte se hará la recopilación del material teórico, libros, revistas, normas técnicas a aplicar y catálogos comerciales que serán necesarios en el diseño conceptual y de detalle, entre estos se encuentra la recopilación de datos de cada uno de los chasis posibles para el montaje del habitáculo, con el fin de definir los espacios de montaje, las características del habitáculo fabricado por la empresa y la posible ubicación del mecanismo dentro de la línea de producción

Fase de diseño

Diseño conceptual

Se relaciona con la actividad de análisis de la información documental recopilada y la propuesta de varios conceptos de diseño alternativos para evaluar cada alternativa propuesta y valorar mediante los criterios de evaluación seleccionados

en la fase de documentación. En esta fase se selecciona la posible solución estructural, y el principio de accionamiento indicado

Diseño de detalle:

Luego del diseño conceptual se realiza las actividades de cálculo de estructura, análisis mecánico y sistema de accionamiento, en este punto se realiza el desarrollo del modelado en CAD y análisis CAE en software solidworks para proceder con la selección de perfiles de estructura, unión estructural, equipos, elementos de control, tuberías, válvulas y el desarrollo de planos de montaje, eléctrico e hidráulico.

Fase de fabricación

En esta se realizará la fabricación del mecanismo dentro de las instalaciones de la empresa CARROCERÍAS EL SOL SAS, la cual provee materiales, mano de obra e insumos necesarios y descritos en los planos de fabricación.

Fase de puesta a punto y prueba

Luego de la fabricación se llevará a cabo el desarrollo de la puesta a punto y pruebas respectivas de la máquina.

Fase de elaboración de documentos finales:

En esta fase se realiza el documento de tesis de grado para optar a título de ingeniero mecánico, se elaborará el manual de uso y mantenimiento de la máquina, las memorias de cálculo y diagramas necesarios que soportan el diseño realizado.

5 CRONOGRAMA

Tabla 3: Cronograma de actividades

FASE	ACTIVIDAD	DURACIÓN (meses)																											
		meses				1				2				3				4				5				6			
		semanas				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Fase de documentación	Definición de especificaciones de diseño	■	■	■																									
	Funciones y restricciones del mecanismo		■	■	■																								
	Recopilación de material teórico y técnico		■	■	■	■																							
Fase de diseño conceptual	Análisis de la documentación			■	■	■	■																						
	Creación de propuestas de diseño				■	■	■	■																					
	Evaluación de propuestas de diseño					■	■	■	■																				
	Selección de principio de accionamiento						■	■	■	■																			
Fase diseño de detalle	Modelado en software Solid works						■	■	■	■																			
	Cálculos generales estructura y componentes							■	■	■	■																		
	Cálculo principio de accionamiento									■	■	■	■																
	Fabricación de planos de montaje										■	■	■	■															
Fase de fabricación	Compra de materiales y equipos										■	■	■	■	■														
	Fabricación de partes en planta											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Ensamble y armado se maquina															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Fase de montaje y puesta a punto	Puesta a punto del mecanismo																■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Prueba de funcionamiento																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Fase elaboración de documentos finales	Elaboración de manual de uso																									■	■	■	
	Elaboración de memorias de Cálculo																										■	■	
	Elaboración documento tesis de grado																										■	■	

6 PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN

Tabla 4: Recurso material

Generales		Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Total
	Fotocopias	Fase documentos finales	unidad	100	\$ 50	\$ 5.000
	Planos	fase diseño detalle	unidad	15	\$ 2.000	\$ 30.000
	Impresión de planos	fase detalle		15	\$ 2.000	\$ 30.000
	Impresión documentos	Fase documentos finales		200	\$ 100	\$ 20.000
	Suministros de oficina		unidad	1	\$ 60.000	\$ 60.000
	Transportes	empresa- universidad	unidad	15	\$ 1.500	\$ 22.500
Gastos Generales asociados al proyecto						\$ 167.500
Software		Detalle	Costo referencia	% Uso	Costo Uso	Total
	Licencia 1	Solid Works	\$ 1.000.000	1%	\$ 10.000	\$ 60.000

Tabla 5: Recurso humano

Descripción	Cantidad de personas	Dedicación semanal	Valor Hora	Costo personal
	Número	Horas	Pesos	Pesos
Autores del proyecto	1	12	\$ 7.000	\$ 2.184.000
Director o tutor (interno)	1	1	\$ 30.000	\$ 780.000
Director o tutor (externo)	1	1	\$ 50.000	\$ 1.300.000
				\$ 4.264.000

Tabla 6: Presupuesto general del proyecto y fuente de financiación

Presupuesto General Proyecto		
Duración estimada en meses	6	
Semanas	26	
Descripción	Costo asociado	Fuentes de financiación
Recurso Humano Asociado	\$ 4.264.000	Personal
1 Autores del proyecto	\$ 2.184.000	Personal
1 Director o tutor (interno)	\$ 780.000	Institucional
1 Director o tutor (externo)	\$ 1.300.000	Empresarial
Software o equipo de apoyo	\$ 60.000	Empresarial
Gastos Generales	\$ 167.500	Empresarial
Subtotal	\$ 4.491.500	
0% Imprevistos	\$ -	
Total presupuestado	\$ 4.491.500	

7 BIBLIOGRAFÍA

MOTT, ROBERT L. Diseño de elementos de máquinas 4 ed. PEARSON EDUCATION, México 2006. ISBN: 970-26-0812-0.

NORMAS DE CARROCERO PARA EL MONTAJE DE CARROCERIAS, EQUIPAMIENTOS Y TRANSFORMACIONES, nuevos camiones Nissan NP300. Recomendaciones generales Nissan company. Edición: Diciembre-10, Págs. 9-14.

PROBLEMAS Y CUENSTIONES DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL. Hidráulica y neumática

AGUAYO, F; CARO, A. "Ingeniería del Diseño y Desarrollo del Producto: Un enfoque desde la ingeniería concurrente(2004)

PEREZ MORENO, Romy. Análisis de mecanismos y problemas resueltos. 2 Ed 2. Editorial Alfaomega 2006

CEJAROSU. Departamento de tecnología. Máquinas y mecanismos, parte 1 mecanismos y movimientos

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION. Ergonomics -- Manual handling -- Part 1: Lifting and carrying. ISO 11228-1:2003.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Documentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1481-ISO 9001. Bogotá D.C

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto Y FERNANDEZ COLLADO, Carlos Y BAPTISTA LUCIO, Pilar. Metodología de la investigación. 4 ed. Editorial Mc Graw Hill

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Documentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1481-ISO 9001. Bogotá D.C

HIDALGO AYALA, Diana Carolina y VILLARRUEL ERAZO, Vinicio Javier. Diseño de un elevador de doble tijera para levantamiento de vehículos con una capacidad de hasta 4 toneladas. Trabajo de grado Ingeniero Mecánico. Quito.: Escuela politécnica Nacional, Facultad de ingeniería. 2011.

MEDINA CAMPAÑA, ÁlvaroJosé y VELOZ MALAVÉ diego Rafael. Diseño y construcción de un elevador electro neumático portátil para montaje y desmontaje de las ruedas y suspensión de un vehículo. Trabajo de grado ingeniero automotriz. Latacunga Ecuador. Escuela politécnica del ejercito Sede Latacunga SEDE LATACUNGA.

NEGRE, Bernard y LEGELEUX, FabriceFlex Lean Los robots desafían la mano de obra barata en ABB ManufacturingAutomation Auburn Hills, USA. 4/2006.

CAJAS MENDOZA, Juan Javier. Diseño de un elevador transportador de carga con capacidad máxima de media tonelada métrica Trabajo de grado Ingeniero

mecánico Guayaquil, Ecuador. Escuela superior Politécnica del Litoral, Facultad de ingeniería mecánica 1994.